



CORPORACIÓN MINERA DE BOLIVIA GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS



Industrializamos con dignidad y soberanía

MEMORIA 2014

MEMORIA 2014

Responsable de Edición: Unidad de Comunicación GNRE

Fotos: GNRE / ABI / CMB / MMM / Ministerio de Comunicación

Se autoriza la difusión de este documento citando la fuente.

GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS
EVAPORÍTICOS

MEMORIA 2014

Industrializamos con dignidad y soberanía



EVO MORALES AYMA
PRIMER PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



CESAR NAVARRO MIRANDA
MINISTRO DE MINERIA Y METALURGIA



Ing. MARCELINO QUISPE LOPEZ
PRESIDENTE CORPORACIÓN MINERA DE BOLIVIA

PERSONAL EJECUTIVO GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS

GERENTE NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS
Ing. Luis Alberto Echazú Alvarado

DIRECTOR DE OPERACIONES
Ing. José Antonio Bustillos Castillo

DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO
Ing. Cecilia Quispe Vacaflor

DIRECTOR DE ELECTROQUÍMICA Y BATERÍAS
Ing. Juan Ronandt Carballo Fernández

DIRECTOR ADMINISTRATIVO FINANCIERO
Lic. Roberto Wilde Fernández Salazar

ASESOR LEGAL
Dra. Carmen Tania Arratia Gutiérrez

ASESOR EN PLANIFICACIÓN
Lic. Leonardo Yapu Flores

JEFE DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
Ing. Bernard Edwin Jurado Aramayo

JEFE DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA
Ing. Guido Humberto Quezada Cortez

SECRETARIO GENERAL
Lic. Alfredo J. Zaconeta Torrico

Indice

Presentación	11
A manera de Introducción	13
1. Concluye Fase I - Piloto	15
2. Avances en la Fase II (industrial)	21
3. Cuidando el Medio Ambiente del Salar de Uyuni	33
4. I&D Consolida Proceso Tecnológico	55
5. Planta Piloto de Baterías de Litio	71
6. Gestión Administrativa.....	97
7. Gestión Horizontal con las Comunidades y Público Externo	103
8. Panorama internacional.....	107



Ing. Luis Alberto Echazú A.
GERENTE NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS

PRESENTACIÓN

Para la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (NGRE), la gestión 2014, significó un año de consolidación en la industrialización de los recursos evaporíticos, con resultados concretos, como la venta al mercado nacional de Sales de Potasio (Cloruro y Sulfato de Potasio).

La producción de sales de Potasio en escala piloto, permitió certificar el proceso tecnológico desarrollado por profesionales bolivianos, cuyos parámetros nos permiten encarar con certeza la fase industrial.

La GNRE asumió la industrialización de los recursos evaporíticos de manera integral, desde la exploración, investigación, producción, industrialización y comercialización, en este propósito, en febrero de 2014, se inaugura la Planta Piloto de ensamblado de baterías de ión Litio, cerrando de esa manera la cadena productiva del Litio.

A mediados del año recién pasado, la empresa china LinYi, concluyó con la capacitación a técnicos de la GNRE en el manejo de esta tecnología de punta, y profesionales bolivianos asumen el control total de la planta Piloto, comenzando con la producción experimental de baterías de Litio para celulares y bicicletas eléctricas.

Otro de los logros a destacar, es la conclusión del primer módulo de piscinas industriales para la obtención de materia prima a escala industrial en un área total de 630 hectáreas, es una tarea de gran envergadura que continuará en las gestiones venideras, hasta cubrir un área total de 2.630 hectáreas.

Se ha alcanzado un significativo avance en la construcción e instalación de la infraestructura básica de diversas obras complementarias a la industria del Litio, como los silos de

almacenamiento en el Salar de Uyuni, conclusión de la red eléctrica de media tensión en el área de las piscinas, ampliación del terraplén de acceso a instalaciones del salar, entre otros.

Una de las actividades de prioridad, es la investigación permanente del proceso tecnológico desarrollado por profesionales de nuestras universidades en laboratorios de la GNRE, este trabajo ya muestra sus resultados con la obtención de los primeros lotes de Carbonato de Litio grado batería, además de procesos tecnológicos para el aprovechamiento de otros elementos como el Sulfato de Potasio, Cloruro de Magnesio hexahidratado (bischofita) y otros.

Otro trabajo importante a destacar en la gestión que culmina, es la tarea desarrollada por la Unidad de Geología, con la perforación de pozos de investigación en diferentes áreas del Salar de Uyuni y de Coipasa, a variada profundidad, este trabajo nos reporta información muy valiosa, no solo de la composición y niveles de concentración de elementos, sino que nos permite conocer a ciencia cierta la formación geológica de ambos salares.

La GNRE también desarrolla otro proyecto de investigación en el Salar de Coipasa, los resultados alcanzados en la gestión que culmina, nos permiten contar con información muy importante, como la caracterización de las aguas subterráneas, sedimentos, además de un estudio químico pormenorizado de componentes sintetizados en mapas de isoconcentraciones.

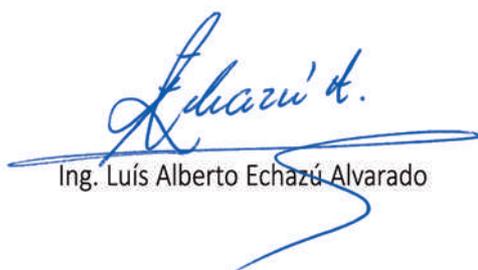
Un hecho concreto a destacar en la gestión 2014, es la venta regular de fertilizantes de sales de Potasio al mercado interno y el último acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Rural, para la provisión de Sales de Potasio (Cloruro y Sulfato de Potasio) a los Municipio del departamento de Cochabamba, es un modesto aporte de la GNRE, pero muy significativo que contribuye a la política de soberanía alimentaria que impulsa nuestro gobierno.

El medio ambiente siempre es un tema sensible, el Salar de Uyuni por su complejidad, requiere de la aplicación de la cal en mínimas proporciones en la Planta Piloto, en una parte del proceso de obtención de Carbonato de Litio para la separación del Magnesio, este residuo es reprocesado para otras aplicaciones requeridas en la construcción, por lo que no existe la contaminación ambiental, aspecto que se explica con mayor detalle en el capítulo correspondiente.

La GNRE culmina la gestión 2014 con resultados concretos y más fortalecida, superamos la fase experimental (piloto), cuyos resultados nos permiten encarar la fase industrial sobre bases ciertas y probadas, en este propósito, el 2015 se iniciará la construcción y montaje de la Planta industrial de sales de Potasio, además de la licitación del estudio del proyecto de ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de Carbonato de Litio.

La fase industrial es un paso más para ingresar al mercado internacional en condiciones competitivas, con una industria 100% boliviana, con dignidad y soberanía, ratificando la línea trazada por el presidente Evo Morales.

Finalmente invitarles a la revisión de la Memoria 2014, en la que se explica con mayor amplitud lo mencionado en líneas precedentes.



Ing. Luís Alberto Echazú Alvarado



Planta Piloto de KCl en producción

A manera de Introducción

La Estrategia de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, el 2014 alcanzó logros significativos en la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni, validando y consolidando el proceso tecnológico desarrollado por científicos bolivianos, superando satisfactoriamente la fase piloto (experimental) con la producción regular de Carbonato de Litio y sales de Potasio.

Profesionales de la GNRE han logrado desarrollar un proceso tecnológico específico aplicado para el Salar de Uyuni, con los resultados de la producción Piloto, la GNRE proyecta la instalación y montaje de las plantas industriales de Carbonato de Litio y sales de Potasio.

Bolivia es la poseedora de la más importante reserva de Litio, por lo que el mundo mira con mucho interés el proyecto que desarrolla el Estado boliviano, en la industrialización de este recurso estratégico, por su gran demanda mundial orientada hacia aplicaciones tecnológicas de última generación.

Nuestro país está dando los primeros pasos en la incursión de esta industria, se ha superado aquel estigma de que los bolivianos no teníamos la capacidad de industrializar los recursos evaporíticos; sin embargo, profesionales de nuestras universidades desarrollaron y certificaron la factibilidad de esta industria.

Poseedoras de un conocimiento científico auténticamente boliviano, Bolivia se apresta a posicionarse como un importante productor de Carbonato de Litio y sales de Potasio, esta tarea no es tan sencilla, en otros países demoraron entre 15 a 30 años en desarrollar su industria, la GNRE ha iniciado el proyecto de cero con tecnología y recursos económicos del Estado boliviano.

La GNRE prepara la instalación y montaje de las Plantas Industriales de Carbonato de Litio y sales de Potasio, previo cumplimiento de los procedimientos administrativos,



Circuito de piscinas de evaporación, Fase Piloto

una vez concluida e iniciada la producción industrial, Bolivia ingresará en condiciones competitivas, a la fase de producción y comercialización.

La explotación de Carbonato de Litio y sales de Potasio no está abierta a la participación de empresas extranjeras, es administrada y operada por el Estado boliviano a través de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) dependiente de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL).



1. Concluye Fase I- Piloto

Se determinó establecer la infraestructura de operaciones en aquel lugar, porque investigaciones ratificadas por la GNRE, han establecido que en el Sur Este del Salar de Uyuni, se encuentra la mayor concentración de Litio.

Con este objetivo se ha construido la infraestructura de operaciones en un área de 6.500 m², que contempla oficinas, almacenes, comedor, cocina, dormitorios, sala de reuniones, sala de juegos, talleres de mecánica y carpintería, además de los servicios básicos como agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, sistemas de comunicación (teléfono, Internet, fax) y otras construcciones.

Por la envergadura del proyecto, la GNRE maneja grandes volúmenes de insumos, maquinaria pesada además de equipos que requiere esta industria, por lo mencionado citamos lo más destacado de las obras realizadas.

1.1. Planta Piloto de Sales de Potasio

Se ha consolidado la producción piloto de Cloruro de Potasio, técnicos de la GNRE ya cuentan con el conocimiento y experiencia en el manejo de esta tecnología, que se inicia desde la perforación de pozos, bombeo de salmueras, sistema de evaporación en piscinas, cosecha de materia prima y su procesamiento en la Planta Piloto hasta la obtención del producto final.

Actualmente la capacidad de producción piloto de Cloruro de Potasio se ha estandarizado, con una producción regular de 5 toneladas/día, 140 toneladas mensuales y 1.500 anuales, además de la producción adicional de Sulfato de Potasio.

El Cloruro de Potasio procesado en la Planta Piloto mediante un proceso de flotación, tiene una pureza del 95%, obtenida de la Silvinita materia prima obtenida mediante proceso de evaporación y separación de elementos en las piscinas de evaporación.

La materia prima obtenida de las salmueras del Salar de Uyuni, tiene una concentración promedio de 18-20% en Silvinita (sal mixta de Cloruro de Potasio y Sodio), la instalación actual de piscinas de evaporación en su fase piloto, tiene una capacidad de producción de materia prima de 35 toneladas por día, 980 toneladas mes y 10.500 toneladas al año.



Vista general de campamento Llipi

Durante la gestión 2014, se han establecido como metas la automatización de esta planta y el aprovisionamiento de GLP para el funcionamiento del Secador Flash, dichas metas han sido alcanzadas gracias al trabajo ininterrumpido del personal técnico de la GNRE perteneciente al área eléctrica y civil de la Dirección de Operaciones.

La calidad del producto ha sido certificada por la empresa Alex Stewart, ratificando una ley superior al 95 % de Cloruro de Potasio establecido por laboratorio de la GNRE, lo que coloca a nuestro producto, en una posición favorable para su comercialización.

También se culminó con los trámites correspondientes para el certificado del padrón fitosanitario para la categoría de fabricantes, formuladores, envasadores para la planta Piloto de KCl, el cual fue emitido por el SENASAG, lo que nos da la facultad para la comercialización de KCl.

1.2. Cloruro y Sulfato de Potasio del Salar de Uyuni en el mercado nacional

La GNRE ha ingresado al mercado nacional con un fertilizante extraído y procesado en el Salar de Uyuni, el Cloruro de Potasio un producto de alta calidad requerido por el sector agropecuario y el sector industrial del país; con las sucesivas ventas de KCl, consolidamos nuestra presencia en el mercado nacional.

Desde el inicio de producción de la Planta Piloto de Carbonato de Litio, la GNRE ha vendido más de 1.000 toneladas de este fertilizante al mercado interno.

De esta manera, la GNRE ha comenzado con la producción y comercialización regular de KCl a escala piloto, una modesta contribución en volumen, pero importante aporte para mejorar la producción agrícola y sostenibilidad de la soberanía alimentaria impulsada por nuestro gobierno.

El Cloruro de Potasio es un fertilizante muy importante para la producción agrícola, de esa manera la GNRE contribuye en la recuperación de las tierras agotadas con la reposición de los nutrientes necesarios, con la producción de KCl, la Gerencia se suma a los esfuerzos de lograr la soberanía alimentaria en el país, porque permitirá a los agricultores, mejorar el rendimiento de sus cosechas.

La venta de sales de Potasio al mercado nacional, se realizó de acuerdo al siguiente detalle:

- 1 Primera venta de Cloruro de Potasio de 250 TM en el mes de mayo de 2013, a la empresa PETRODRILL.
- 1 Segunda venta en el mes de febrero de 2014 de 250 TM de Cloruro de Potasio a la empresa BRENTAG BOLIVIA S.R.L.
- 1 Tercera venta en el mes de septiembre de 2014 de 300 TM de Cloruro de Potasio a la empresa BRENTAG BOLIVIA S.R.L.

Maxisacos de Cloruro de Potasio en Planta semi-industrial



- 1 En noviembre de 2014, se realizó la cuarta venta de CKL de 259 toneladas de Cloruro de Potasio a un primer grupo de municipios de Cochabamba en convenio con el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras.
- 1 Se realizó la Primera Venta de 100 Toneladas de Cloruro de Magnesio a la Minera San Cristóbal S.A.

Bolivia cuenta con una gran extensión territorial, pero el uso de fertilizantes en nuestro país, comparativamente hablando con nuestros vecinos, es pequeña, por lo que no solo se busca mercados hacia el exterior, sino generar mercados internos a través de medidas que permitan ampliar el uso de fertilizantes de sales de Potasio.

Con este objetivo la GNRE ha llegado a un acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Rural, para la provisión de Cloruro de Potasio a un primer grupo de municipios del departamento de Cochabamba, como se detalla en el siguiente cuadro:

**ENTREGA DE CLORURO DE POTASIO GRANULADO EN EMBASES DE 50 Kg.
A UN PRIMER GRUPO DE MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE COCHABAMBA**

No.	MUNICIPIOS	LUGAR DE ENTREGA	PRECIO UNITARIO (Bs/Bolsa de 50Kg.)*	No. BOLSAS	TOTAL (Bs)	En Tonelad.
1	TOKO	TOKO	306,68	540,00	165.604,50	27,00
2	COLCAPIRHUA	COLCAPIRHUA	315,00	444,00	139.861,17	22,20
3	PUNATA	PUNATA	307,23	530,00	162.832,85	26,50
4	CAPINOTA	CAPINOTA	363,66	292,00	106.189,74	14,60
5	PASORAPA	PASORAPA	548,48	146,00	80.077,47	7,30
6	AIQUILE	AIQUILE	327,53	466,00	152.629,28	23,30
7	VILA VILA	VILA VILA	559,06	139,00	77.708,65	6,95
8	SAN BENITO	SAN BENITO	334,91	380,00	127.266,45	19,00
9	TOLATA	TOLATA	340,76	358,00	121.992,65	17,90
10	POJO	POJO	401,12	250,00	100.278,81	12,50
11	SIPE SIPE	SIPE SIPE	366,03	289,00	105.782,64	14,45
12	SACABA	SACABA	325,75	411,00	133.881,36	20,55
13	VILLA RIVERO	VILLA RIVERO	302,62	580,00	175.520,06	29,00
14	TARATA	TARATA	339,95	363,00	123.403,39	18,15

** El precio incluye costos de transporte e impuestos de Ley.*

Este trabajo es de largo aliento, sin embargo, ya se ha iniciado las gestiones correspondientes con el objetivo de implementar el uso de nutrientes, que permitan a los productores agropecuarios, mantener y mejorar su capacidad productiva.

Por nuestra parte, la GNRE mediante la Dirección de Operaciones a fin de generar mercados internos que permitan incrementar la demanda de fertilizantes en base a Potasio, ha instruido al Departamento de Relaciones Comunitarias, generar un lazo de relacionamiento entre las comunidades productoras de quinua aledañas a los salares y el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

La quinua es considerada como el "grano de oro", su producción continua está limitada a áreas no muy extensas y que no permite su producción a gran escala por el agotamiento de sus parcelas de cultivo; el uso de fertilizantes en base a Potasio podría



Cosecha de Silvinita

ser una alternativa, que podrá generar un impacto socio-económico positivo en las comunidades productoras de este grano.

1.3. Planta Piloto de Carbonato de Litio (Li_2CO_3)

La Planta Piloto de Carbonato de Litio ubicada en el Campamento de Llipi (Sur Este del Salar de Uyuni), tiene una producción regular de 1,5 toneladas por mes, trabajo encarado por trabajadores de un solo turno.

Para la Fase Industrial, se ha concluido con el Diseño de Ingeniería Conceptual de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, cuya licitación pública se concretará en los primeros meses de la gestión 2015.

En Llipi, la producción de Carbonato de Litio se desarrolla de manera ininterrumpida, habiendo alcanzado una producción de 18 toneladas, un producto de calidad comercial de 99,5%; sin embargo, las tareas de investigación desarrolladas en la Planta, han logrado obtener Carbonato de Litio grado batería (99,97% de pureza) de manera experimental.

Actualmente técnicos de la Dirección de Operaciones y de Investigación y Desarrollo de la GNRE, están en la etapa de ajuste para la consolidación y estandarización del proceso tecnológico para la producción continua de Li_2CO_3 grado batería.

El Carbonato de Litio se obtiene a partir de las sales de Sulfato de Litio, esta materia prima es obtenida de las profundidades del Salar de Uyuni, y previo proceso de evaporación en un circuito de piscinas, en la que se separan otros elementos que contiene la "salmuera virgen".

La capacidad de producción de la materia prima (Sulfato de Litio), es de 24.2 m³ al mes y 290 m³ al año.



Bombeo de salmuera a piscina industrial



2. Avances en la Fase II (Industrial)

Mientras se concluye la Fase Piloto, paralelamente se ha iniciado otras tareas de la Fase industrial, encaminadas a la instalación y producción industrial de Carbonato de Litio y Sulfato de Litio, además de otros trabajos.

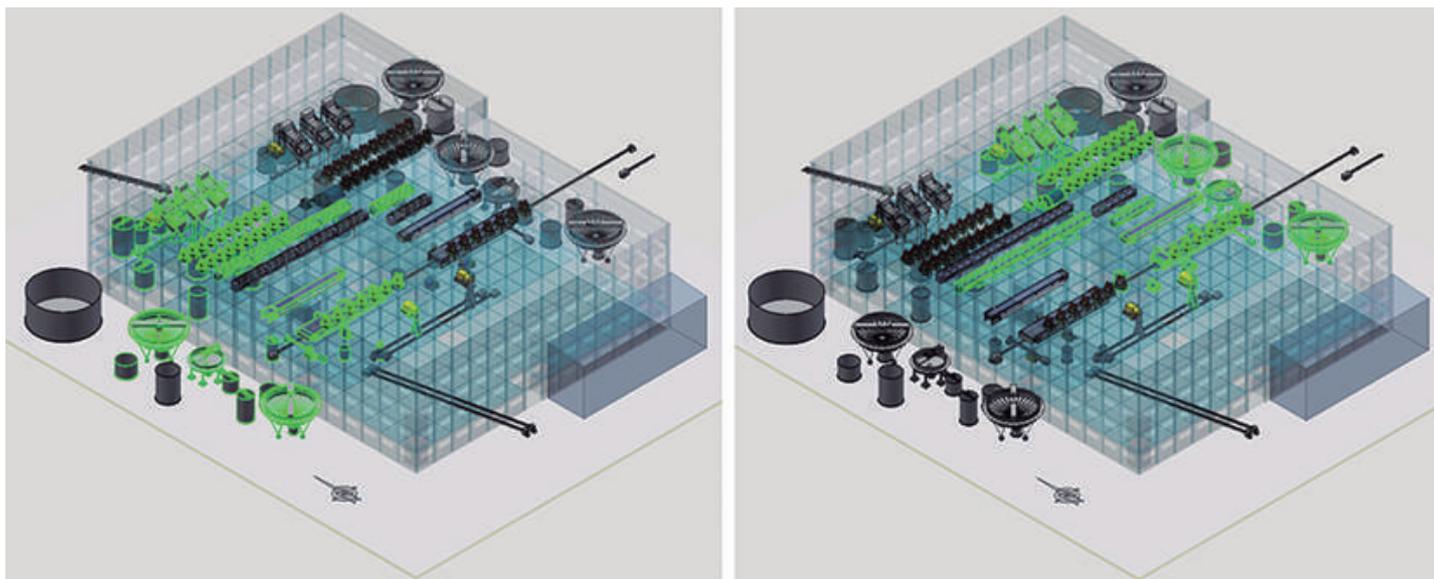
2.1. Licitación construcción de la Planta Industrial de KCl

En marzo de 2014, se inició con los trámites correspondientes de la licitación para la Construcción, Montaje y Puesta en Marcha de la Planta Industrial de Sales de Potasio, esta gestión tuvo que ser suspendida debido a imponderables administrativos, que impidieron culminar con los procedimientos correspondientes.

Sin embargo, en septiembre se realizó la invitación, "Identificación de Potenciales Proponentes para La Construcción, Montaje y Puesta en Marcha de la Planta Industrial de Sales de Potasio", para tal efecto, la GNRE publicó la invitación pública a empresas nacionales y/o extranjeras para la presentación de expresiones de interés, en los principales periódicos del país y en nuestra Página Web, con el objetivo de identificar a las empresas más idóneas para llevar a cabo este proyecto.

A esta publicación se presentaron varias empresas interesadas en asumir la construcción de la Planta industrial de KCl, en la oportunidad, la GNRE explicó de manera detallada sobre las características de esta Planta, según el proyecto a diseño final preparado por la consultora alemana ERCOSPLAN.

EDIFICIO PLANTA INDUSTRIAL KCl



Líneas de Producción A y B de Planta Industrial de KCl, presentadas por la consultora ERCOSPLAN

Entre las empresas interesadas para la construcción y montaje de la Planta industrial de sales de Potasio, se presentaron seis empresas: Tecna Bolivia S.A, Graña y Montero, Petroquim, China Camc Engineering CO.LD, Taunus y Grupo Larcos Industrial Ltda.

La determinación final para la contratación de la empresa que ejecutará la construcción y montaje de la Planta Industrial de sales de Potasio, se realizará en una segunda etapa a definirse en los primeros meses de 2015.

2.2. Ingeniería de proyecto a diseño final de la Planta Industrial de Carbonato de Litio

El proceso para la identificación de potenciales proponentes para la ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, también se inició en agosto de 2014, con la publicación en los principales medios escritos del país, la invitación pública a empresas nacionales y/o extranjeras para la presentación de expresiones de interés.

En septiembre de 2014, en acto público, ante la presencia de Notario de Fe Pública, las empresas interesadas, la Comisión Calificadora, veedor y periodistas, la GNRE procedió a la apertura de sobres de las expresiones de interés para el proyecto de ingeniería a diseño final de la Planta Industrial de Carbonato de Litio.

Para el proyecto de la Planta industrial de Carbonato de Litio se presentaron cinco empresas interesadas: Arellano Limitada, K-Utec, Outotec, Petroquim-SEP y la empresa SETEC S.R.L./COMSET S.R.L.

La GNRE en el marco de transparencia que le caracteriza, ha optado por la identificación de potenciales proponentes mediante expresiones de interés, que nos permiten identificar una lista corta o total de las empresas participantes como una primera etapa de pre selección de empresas más idóneas.

El trabajo de evaluación concluyó en octubre de 2014, y se prepara la documentación con las especificaciones técnicas y características que debe cumplir el proyecto de

la Planta Industrial de Carbonato de Litio, documento que será entregado a las empresas interesadas.

2.3. Mantenimiento de caminos externos

El mantenimiento de las vías de acceso que realiza la GNRE, se amplía a los caminos circundantes al área de operaciones de la GNRE en el Salar de Uyuni, se tiene 21 kilómetros de mantenimiento permanente del terraplén público que une el campamento Llipi con la vía San Cristóbal.

Estos trabajos de mantenimiento se realizan de manera constante para garantizar la transitabilidad durante todo el año, puesto que los costos de transporte de nuestros productos inciden directamente en los costos de producción.



Vía de acceso ripiado a Planta Llipi

Con este objetivo, se han realizado los estudios necesarios por la Unidad de Obras Civiles de la GNRE, culminando con la presentación de proyectos para la construcción de un terraplén de 30 Km de longitud, que se extiende desde la Planta de Llipi, hasta la Planta de KCI y otro tramo que continúa hasta las piscinas industriales, donde se construirán las plantas industriales de Carbonato de Litio y sales de Potasio, además de otro terraplén que unirá la Planta de Llipi y el cruce con la vía San Cristóbal.

La GNRE trabaja en generar políticas de Estado para revertir esta desfavorable situación, no solamente para proyectos como el nuestro, sino para otros emprendimientos mineros, porque un recurso no se convierte en riqueza, sino se tiene la capacidad de transportarlo a los mercados donde adquirirá el valor agregado requerido por el país.

2.4. Vías internas en el Salar de Uyuni

Se culminó con el diseño final de la ampliación del terraplén, que une el campamento Llipi con la Planta Piloto de KCL del Salar de Uyuni, a 12,00 metros de ancho con una longitud de 15.62 kilómetros de largo.

Esta es la única vía de acceso que ingresa al Salar de Uyuni de la Planta Llipi, la cual está diseñada en función de las características topográficas del salar, el tipo de suelo a tratar, y para que esta tenga un largo periodo de duración por el alto tráfico.

Al terraplén de acceso al Salar de Uyuni, se complementó con el diseño de 45 baterías de alcantarillas de drenaje, además de obras de arte que encausaran las aguas salinas, la protección de las mismas y estarán soportadas a través de Muros de Gaviones y Colchonetas tipo Galfan (Alambre Galvanizado de Zinc 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 que estarán sujetas a las normas AASHTO T-96 Y T-180-D donde el índice SOPORTE CALIFORNIA (CBR) no debe ser menor al 95%.

El material ligante se aplicó con agua saturada de Cloruro de Sodio del salar, con resultados muy óptimos en cuanto a la compactación del suelo, dándole una mayor resistencia y tiempo de duración.

2.5. Prolongación del terraplén a piscinas industrial

Después de las experiencias vividas en años anteriores, se tomó las previsiones necesarias para que las vías al interior del salar, esté expedita y garantice las actividades planificadas sin interrupción en épocas de precipitación pluvial.

Actualmente la GNRE a través de la Supervisión de Obras del Campamento de Llipi viene efectuando la construcción del terraplén, que une la Planta

Vista externa Planta Piloto de Carbonato de Litio



Piloto de KCL con las piscinas industriales, el cual tiene como fecha de finalización, el segundo trimestre del año 2015.

La GNRE bajo su responsabilidad, ha asumido la construcción del terraplén del salar desde la Planta Piloto de KCL, hasta el área de las piscinas industriales, este terraplén tiene una longitud aproximada de 12 kilómetros.

2.6. Construcción del primer módulo de piscinas industriales

Para la obtención de materia prima en la producción de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio a escala industrial, se ha iniciado con la construcción de las piscinas industriales, proyectados en aproximadamente 2.630 hectáreas, de las cuales, se ha concluido con la construcción del primer módulo con área basal de 630 hectáreas.



Impermeabilización de piscina para producción de materia prima a escala industrial.

Los diques de contención de las piscinas tienen una altura de dos metros de altura y un camellón de aproximadamente 6 a 8 metros de ancho, de las piscinas concluidas, hasta la fecha se han impermeabilizado 200 hectáreas, y se continúa con las tareas de impermeabilización.

En la gestión 2015, se continuarán con los trabajos en la construcción de piscinas de evaporación, lo que nos permitirá garantizar la producción de materia prima para la producción de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio, Sulfato de Potasio y otras sales a escala industrial.

2.7. Sistema de almacenaje y distribución de combustible

El movimiento diario de equipos y maquinaria pesada en lugares destinados para el emplazamiento de obras en el salar, la construcción de piscinas industriales, además de brindar servicios para abastecer de combustible para el transporte de nuestros productos, generó la necesidad de contar con una Estación de Servicio que permita cumplir con este objetivo, por ello GNRE contrató la empresa Volcán para la construcción de una moderna Estación de Servicio en Planta Llipi.

Esta instalación cuenta con dos surtidores y tanques con capacidad de 30 y 40 mil litros para almacenamiento de gasolina y diésel.

En la presente gestión se ha efectuado el trámite para obtención de la licencia de operación correspondiente, certificación GRACO (Grandes Consumidores) emitido por el ente regulador, Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), obtenido a partir de la firma del Contrato de compra y venta de combustible para consumo propio de la GNRE, y Registro SIREHIDRO en la (ANH).

2.8. Línea de transmisión de energía eléctrica de alta tensión

Se ha concluido el Diseño Final de la Red de Transmisión Eléctrica de alta tensión, de la derivación Punutuma - San Cristóbal a Llipi y el Salar, desarrollado por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica(ENDE), el proyecto fue elaborado en base a la propuesta del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que sostiene, que la mejor alternativa para la provisión de energía para el proyecto industrial que perseguimos, es la conexión con el SIN (Sistema Integrado Nacional).

La línea de transmisión de alta tensión está constituida por dos tramos:

- 1 1er. tramo, línea de transmisión de alta tensión de San Cristóbal a Llipi de 230 KV, con una distancia de 64,4 Km.
- 1 2do. tramo, línea de transmisión de Llipi a instalaciones del Salar de Uyuni de 115 KV, con una distancia de 21,6 km.

Estación de Servicio que abastece el parque automotor de la GNRE.





Fundamentos de los silos de almacenamiento que se construyen sobre la superficie flotante en el Salar de Uyuni

Este diseño demanda una inversión económica que asciende a la suma de \$us 31.023.650,00 (treinta y un millones veintitrés mil seiscientos cincuenta Dólares Americanos), la Red transportará energía eléctrica requerida para el proyecto de 40 MW.

La coordinación entre el Viceministerio de Energías Alternativas dependiente del Ministerio de Hidrocarburos y Energía a través ENDE, dio como resultado para la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, el financiamiento necesario para la construcción de la línea Punutuma - San Cristóbal - Llipi - Salar, mismo que será canalizado a través del Ministerio de Hidrocarburos y Energía, ante el Estado nacional y formará parte del Anillo Energético del Sur.

Como resultado de esta gestión, la Gerencia ha logrado reducir este monto del plan de inversión para el proyecto de industrialización del Salar de Uyuni.

Por otro lado, también se desarrollan proyectos de generación de energía eléctrica y transmisión, que forman parte de la Red como:

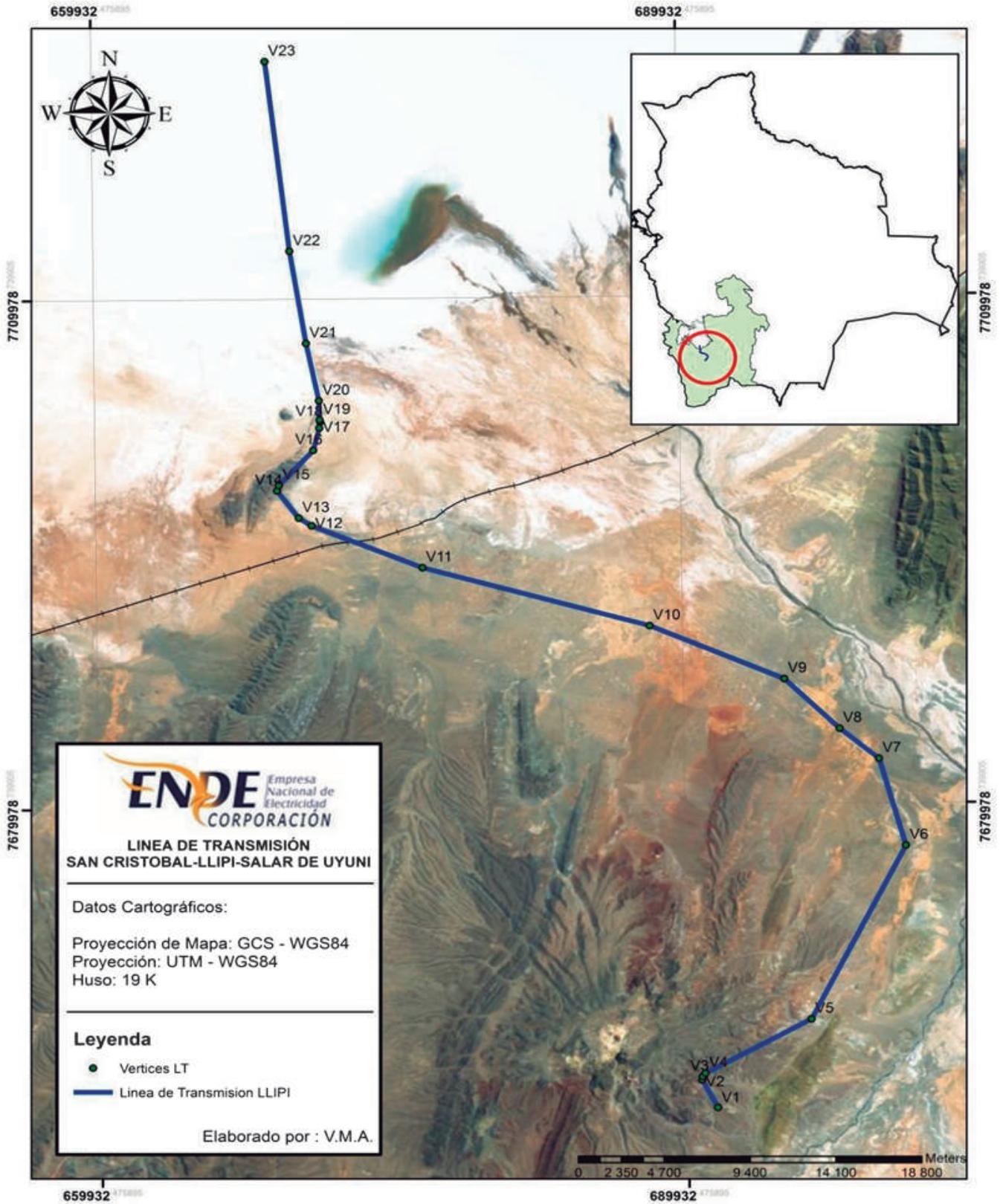
- 1 El proyecto eléctrico de Carrisales en Potosí. (300 MVA)
- 1 El proyecto termoeléctrico de Rositas en Santa Cruz. (160 MVA)
- 1 El proyecto termoeléctrico de Laguna Colorada en Potosí (100 MVA)

2.9. Red de media tensión

La red de media tensión que deriva de la línea de transmisión Lipez 1, que deriva de la línea de San Cristóbal a Colcha K, en la estación de transformación tiene una capacidad de 400 KV A.

Una vez instalada la red principal de media tensión, también se desarrollaron componentes como la disposición de una infraestructura adecuada para atender las instalaciones de Llipi, campamento del salar, instalaciones de enlace, red eléctrica de las piscinas, interconexiones y todo el sistema de distribución.

Línea de Transmisión San Cristóbal - Planta Llipi - Planta Salar de Uyuni



Plano de la línea de transmisión eléctrica de media tensión para operaciones de la GNRE en Llipi y el Salar de Uyuni

Con este objetivo, la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, concluyó con la instalación de la red eléctrica en las piscinas de evaporación de la Fase Piloto, con 112 postes de fibra de vidrio, para garantizar el bombeo de salmueras a las piscinas.

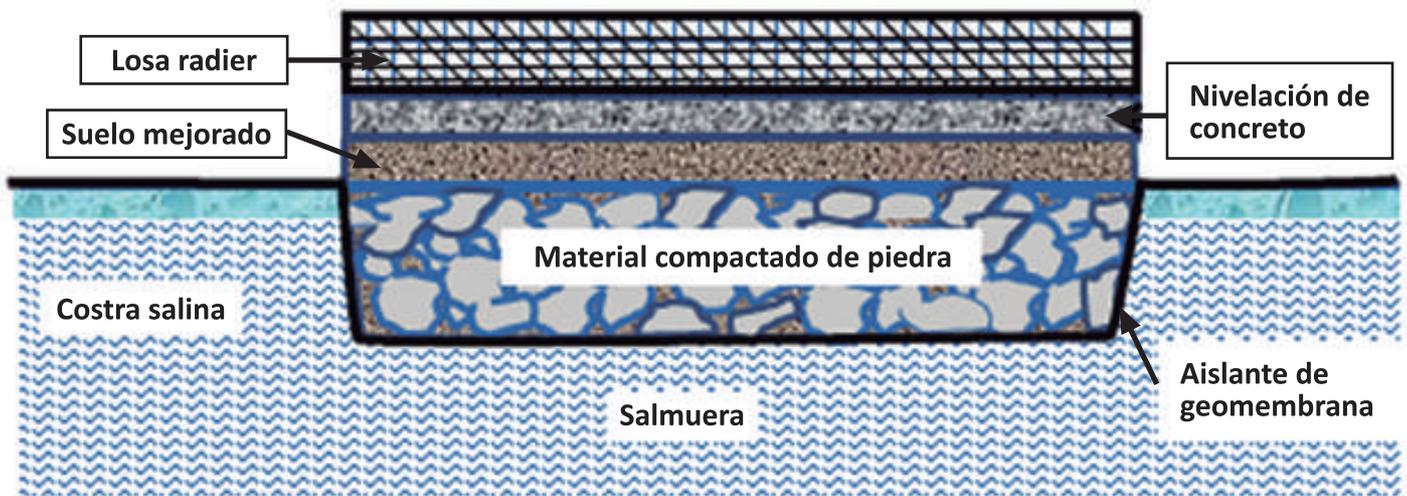
Esta red eléctrica se ha instalado con fibra de vidrio, fijados sobre los diques de contención de las piscinas, desarrollado de tal manera que no producirá un impacto medio ambiental, se ha previsto las medidas necesarias para prever contingencias de posibles puntos propensos a la debilitación y corrosión debido a las condiciones del salar de Uyuni.

Antes de la fijación se realizó la impermeabilización para cada uno de los postes, que forman parte integrada del sistema de impermeabilización del circuito de piscinas de evaporación.

2.10. Ingeniería inédita en el salar de Uyuni

La GNRE desarrolló trabajos de ingeniería civil inédita sobre el Salar de Uyuni, con la construcción de seis silos de almacenamiento sobre la costra salina.

Esta infraestructura ubicada a 16 kilómetros de tierra firme, es un emprendimiento único en el país al construir una plataforma sobre una superficie flotante, debajo de la costra salina solo existe agua y lodo.



La construcción de los silos de almacenamiento que se emplaza sobre la superficie del salar, se realiza después de trabajos de investigación y ensayo realizadas en el salar, desarrollando un sistema de resistencia de carga sobre esta superficie con la aplicación de una innovadora tecnología desarrollada por primera vez sobre Salar de Uyuni.

Para garantizar la resistencia de la plataforma, primero se ha retirado la capa superior de la costra salina, reemplazando con otro material compactado de piedra y grava hasta el nivel de la superficie del salar, a partir de esta superficie se realiza otro compactado con similar material y empedrado, sobre esta plataforma se ha preparado una nivelación de concreto, a partir de esta superficie se estructura la losa radier con los fundamentos para el montaje de los silos de almacenamiento.

La base de la costra escarificada, está aislada por un manto de PVC para evitar el humedecimiento del mismo, lo que hace que esta infraestructura esté levantada sobre "una base flotante", con la certeza y resultados satisfactorios, esta misma obra de ingeniería, será aplicada para los fundamentos y cimientos de las plantas industriales de Carbonato de Litio y sales de Potasio, que serán levantadas en el mismo salar, tarea a iniciarse el 2015.

La superficie de la loza radier, es la que mayor presión soporta (aproximadamente $1,4 \text{ Kg/cm}^2$), para la siguiente capa de concreto se reduce la presión de carga a aproximadamente a $1 \text{ ó } 0,9 \text{ Kg/cm}^2$, y finalmente para la capa de compactado que reemplaza la costra salina el peso se reduce a $0,7$ hasta $0,6 \text{ Kg/cm}^2$, en total la plataforma de $34 \times 34 \text{ m}$ soportará un peso aproximado de 3.600 toneladas

Esta infraestructura cuenta con una tecnología automatizada, con todos los controles centralizados en la planta de encalado, el flujo de carga estará monitoreado mediante termo sensores, que indicará la capacidad de llenado de cada silo, de tal forma que las volquetas al dejar la carga en los buzones de recepción, será registrado por un tablero de control que marcará la altura y la capacidad de llenado de cada uno, de esta forma se implementa un conjunto de operaciones, con la automatización del circuito de operaciones.

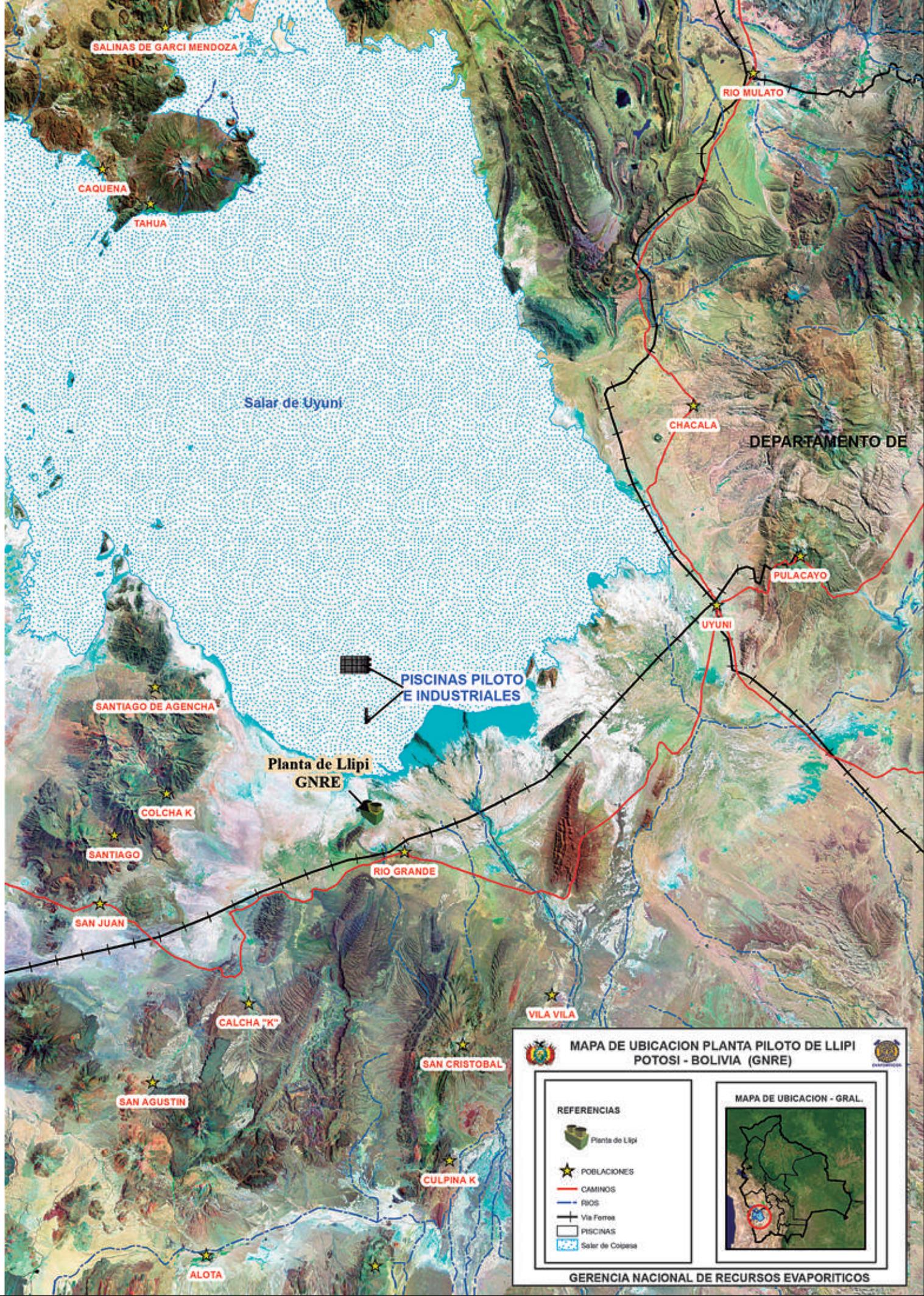
2.11. Conclusión construcción de depósitos

En la industrialización de los recursos evaporíticos se maneja grandes volúmenes de materiales e insumos, que son utilizados en la construcción de infraestructura civil (cemento, fierro y otros), en la construcción de piscinas de evaporación (geomembranas y geotextiles), insumos para el encalado (cal), además de maquinaria, equipos y otros.

Considerando esta necesidad, y de manera urgente para proteger dichos materiales e insumos del medio ambiente adverso como el viento, radiación solar, la lluvia y otros, la GNRE ha construido seis tinglados cada una de 720 m^2 ($18 \times 40 \text{ m}$), además de otros tres galpones de la mismas dimensiones, que son destinados para el almacenaje de insumos, talleres y otros usos, en el campamento de Llipi.

Nueve depósitos concluidos con diferente disposición funcional en campamento Llipi





MAPA DE UBICACION PLANTA PILOTO DE LLIPÍ POTOSÍ - BOLIVIA (GNRE)

REFERENCIAS

- Planta de Llipi
- POBLACIONES
- CAMINOS
- RIOS
- Via Ferrea
- PISCINAS
- Salar de Colpasa

MAPA DE UBICACION - GRAL.

GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORITICOS



Stock de Silvinita



3. Cuidando el Medio Ambiente del Salar de Uyuni

Desde el inicio de operaciones en el Salar de Uyuni, la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), asumió con responsabilidad del cuidado del medio ambiente en la zona de intervención, con la creación de la Unidad de Medio Ambiente, instancia que vela por los procedimientos y cumplimiento de la normativa legal vigente.

La GNRE asumió responsablemente su compromiso con la protección del medio ambiente, realizando un trabajo permanente de prevención, investigación y estudio, del área de influencia del Salar de Uyuni, con el objetivo de cuidar y minimizar posibles impactos ambientales.

El estudio de investigación abarca aspectos principales de biología animal y vegetal, así como el hábitat de las comunidades ancestrales del entorno del Salar de Uyuni.

El proceso tecnológico desarrollado por técnicos de la GNRE para la obtención de Carbonato de Litio, requiere de la utilización de cal en pequeñas cantidades en una parte del proceso de la Planta Piloto, estos residuos tienen diferentes aplicaciones como fertilizante, en la estabilización de carreteras de ripio y otras aplicaciones.

Son recurrentes las tendenciosas afirmaciones en sentido de que la GNRE estaría afectando el medio ambiente como consecuencia de los trabajos que se desarrolla

en el Salar de Uyuni, dichas aseveraciones no corresponden a la verdad ni tienen el menor respaldo científico.

La Unidad de Medio Ambiente de la GNRE, es la responsable de hacer el seguimiento y velar por el cumplimiento de los procedimientos, para no afectar el medio ambiente en la zona, cuyos informes son reportados de manera regular al Ministerio de Medio Ambiente y Aguas, Ministerio de Minería y a la Gobernación de Potosí.

Investigadores de la Carrera de Metalurgia de la UMSA, dirigidos por el Ing. Carlos Montenegro han culminado una investigación para utilizar estos los residuos, en la fabricación de yeso de alta calidad, ampliamente utilizado en la construcción, en la industria cerámica e incluso en la agricultura como yeso agrícola, por lo que los residuos generados del proceso de separación de elementos, tienen otras aplicaciones, como es el caso de la bischofita, un residuo que utilizamos en la estabilización de nuestras vías de ripio, también se ha vendido a la minera San Cristóbal y tenemos otras solicitudes de compra de este material residual.



Un breve descanso de una bandada de flamencos a su paso por el Salar de Uyuni

La denuncia de supuesta contaminación del medio ambiente en el Salar de Uyuni, solamente responde a una maniobra mediática y política para desprestigiar al gobierno y a la Estrategia de Industrialización soberana de los Recursos Evaporíticos de nuestro país, sin fundamento alguno y ocultando el verdadero trabajo de investigación y logros alcanzados, para garantizar el éxito del proyecto y los beneficios que brindará al país y a nuestro pueblo.

3.1. Trabajando con apego a nuestra normativa vigente en medio ambiente

El Proyecto de Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni - Planta Modular de Industrial Cloruro de Potasio, cuenta con la Licencia Ambiental Declaratoria de

Impacto Ambiental 050901/02/DIA/4544/13, por lo que se presentan semestralmente informes técnicos de Efluentes y Emisiones Atmosféricas, y el 2014 se presentó al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, los dos informes (de afluentes y emisiones atmosféricas), además del informe de Monitoreo Anual.

En abril de este año el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, el Ministerio de Minería y Metalurgia y el Gobierno Autónomo Departamental de Potosí, realizaron una inspección ambiental y se dio respuesta a las observaciones, realizando las obras y modificaciones recomendadas.

A principios de año, se presentó al Ministerio de Medio Ambiente y Agua, la versión final del Formulario para actividades de exploración, reconocimiento, desarrollo, preparación, explotación minera y concentración de minerales, con impactos ambientales conocidos no significativos.

Se actualizó el proyecto de industrialización de la salmuera del Salar de Coipasa-Estación Experimental Tauca, y se obtuvo el Certificado de Dispensación Categoría 3 (CD-C3) N°040801-02-CD-358-2014, el 31 de marzo de 2014.

El proyecto Construcción de Red de Alta Tensión San Cristobal-Planta Llipi-Planta Salar de Uyuni ya fue categorizado, se cumplió con la respectiva consulta pública, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENDE), encargada del estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental (TESA), elaboró el Estudio de Evaluación Ambiental Analítico Específico para la obtención de la Declaratoria de Impacto Ambiental.

3.2. Gestión de residuos sólidos

Los residuos sólidos son manejados con responsabilidad y se capacita permanentemente al personal para la separación en origen de los mismos, habiéndose dispuesto espacios separados provisionalmente hasta contar con el galpón de almacenamiento de Residuos Sólidos y Área de Incineración.

Responsables de la Unidad de Medio Ambiente, explicando sobre la disposición de residuos sólidos clasificados

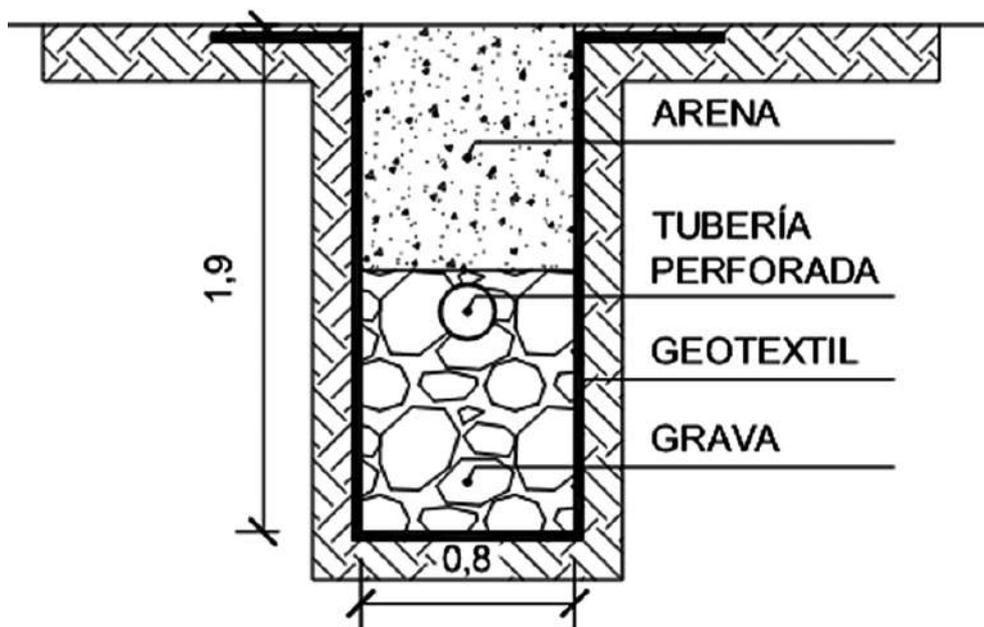


Contamos con un incinerador de residuos sólidos y en agosto se capacitó al personal en el manejo del mismo y se inició oficialmente la incineración de algunos de los residuos.

Con fondos del Proyecto Desarrollo del Litio en Bolivia, el consorcio EVREN KRETCO ejecutó la consultoría Plan de Gestión y Valoración de Residuos Sólidos del Proyecto Desarrollo Integral de la Salmuera del Salar de Uyuni.

3.3. Gestión de aguas residuales

Las aguas negras generadas en el Salar de Uyuni, cada día son transportadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que se encuentra en tierra firme, después del tratamiento pasan a un lecho filtrante horizontal, ya que la capa freática es poco profunda. Este lecho filtrante, como se observa en el gráfico, se construyó excavando una zanja de 100 metros de largo, 0,8 metros de ancho y 1,9 m de profundidad, esta zanja fue forrada con geotextil, que es un material residual que sirve de filtro. Dentro de la zanja se colocó una cama de cascajo y encima una tubería de PVC perforada que no alcanza todo el largo de la zanja y por encima se colocó cascajo y tierra.



Esquema en corte de lecho de absorción de aguas residuales tratadas

No hay un cuerpo de agua cercano a nuestra actividad pero se cavaron 2 pozos piezométricos para la obtención de muestras de agua subterráneas y análisis, uno es próximo al lecho de absorción y el otro se encuentra en un área fuera del proyecto (control).

En cuanto al pozo piezométrico, la verificación de la calidad de las aguas subterráneas, se realizó en octubre de 2014, estos datos son presentados en el informe técnico semestral de afluentes.

3.4. Capacitación, cursos y talleres sobre el cuidado del ambiente

Para el personal de la Planta Llipi se llevaron a cabo 20 capacitaciones a las diferentes



Disposición y tratamiento de aguas servidas de campamento Llipi

áreas de trabajo. La capacitación en Gestión Integral de Residuos Sólidos se realizó de acuerdo al siguiente detalle:

3.4.1. Gestión integral de residuos sólidos

Significado de la GIRS

Propósitos de la GIRS

Conceptos Básicos

- Residuo
- Residuo solido
- Material Orgánico
- Material Inorgánico
- Material Bio-peligroso
- Basura

Pasos o eslabones de la GIRS

- 1.- La Generación
- 2.- La Separación
- 3.- Almacenamiento
- 4.- La Recolección Pública
- 5.- El Barrido
- 6.- El Transporte
- 7.- El Tratamiento
- 8.- La disposición final.

3.4.2. Origen, degradación de los residuos sólidos y aplicación de las 3 Rs

Temario:

Clasificación de los residuos

Fuentes de origen de los Residuos Sólidos

Tiempo de degradación de los Residuos Sólidos

Aplicación de las 3Rs

- Reducir
- Reusar-Reutilizar
- Reciclar.

También se efectuaron eventos de capacitación a las instituciones y autoridades de la comunidad de Río Grande, cuyo detalle se observa en el siguiente cuadro:

CAPACITACIÓN EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS (GIRS)

FECHA	AREA	No. DE PERSONAS ASISTENTES
30/08/2014	SOCIO Y TRABAJADORES"COOP. MINERA ESTRELLA DEL SUR"	81
31/08/2014	SOCIOS Y TRABAJADORES COOP."SOCOMIRG"	43
01/09/2014	PERSONAL DOCENTE Y ALUMNADO U.E. "NUEVO AMANECER"	4 docentes 60 alumnos
15/09/2014	PERSONAL DOCENTE Y ESTUDIANTES DEL NIVEL SECUNDARIO DE LA U.E.	8 docentes 30 alumnos

Participaron un total de 226 personas en 4 eventos realizados.

3.5. Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (SISO)

La Gerencia Nacional de Recurso Evaporíticos, con el objetivo de mejorar las condiciones labores de su personal dependiente, ha realizado la gestión de mejora continua mediante una gestión de riesgos, para los distintos trabajos que se efectúa en el proyecto, con el objetivo de precautelar la integridad y salud de sus trabajadores.

Disposición de contenedores para la clasificación de residuos sólidos en campamento del Salar de Uyuni





Medición de caudal de bombeo.

3.5.1. Objetivo general

Cumplir con los requisitos especificados en materia de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, en el proceso de producción de KCL, Li_9CO_2 .

3.5.2. Objetivos específicos

- 1 Realizar la promoción de la Seguridad, Salud Ocupacional
- 1 Evitar los Accidentes Laborales y Enfermedades Profesionales
- 1 Cumplimiento de la Legislación Boliviana vigente y otros requisitos especificados
- 1 Informar y concientizar a todo el personal de GNRE involucrado los proyectos Tauca, Planta de baterías de Litio sobre los peligros, riesgos y controles necesarios involucrados en la operación
- 1 Conseguir el compromiso y la convicción del personal para realizar sus actividades de manera segura, mediante el cumplimiento de la legislación, uso y aplicación de procedimientos y normas propias para la realización de sus trabajos
- 1 Fomentar la cultura preventiva en todo el personal
- 1 Dar condiciones seguras a los trabajadores en el lugar donde se estén desarrollando actividades que impliquen algún riesgo a su integridad física o a su salud.

La Gerencia General muestra evidencia del compromiso al cumplimiento de los objetivos establecidos.

El Plan SySO (Seguridad Industrial y Salud Ocupacional) abarca a todos los proyectos de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la COMIBOL.

3.5.3. Política de Seguridad y Salud Ocupacional

La corporación Minera de Bolivia (COMIBOL), como una entidad productiva y estratégica para el desarrollo minero, metalúrgico e industrial del Estado Plurinacional de Bolivia, cumpliendo su primordial objetivo en el fortalecimiento de la Gestión Técnica, en todo tipo de explotación minera, metalúrgica y procesos industriales relacionados al sector; reconoce a sus trabajadores y trabajadoras como su recurso más valioso.

La Gerencia entiende que la seguridad y la salud ocupacional son condiciones fundamentales y necesarias para el bienestar de sus trabajadores y trabajadoras, repercutiendo positivamente en el desarrollo integral y la productividad de todas sus unidades operativas y en sus áreas operacionales y administrativas.

Por lo tanto, la Unidad de Medio Ambiente realiza acciones encaminadas a normar, capacitar, promover y preservar la seguridad y la salud ocupacional en sus operaciones, según la legislación y normativas vigentes.



Cartilla "Cero accidentes de trabajo", publicado por la GNRE

De esta manera, la GNRE promueve la gestión de seguridad y los procesos de mejora continua en sus centros de operaciones (Llipi-Salar de Uyuni, Tauca-Salar de Coipasa y Planta Piloto de baterías de Litio en La Palca).

La GNRE desarrolla sus actividades cuidando el bienestar de sus trabajadores y de las personas que intervienen en la ejecución de sus tareas; observando que contratistas, terceros y visitantes dentro de sus instalaciones cumplan igualmente con las normas de seguridad y salud ocupacional, generando condiciones que minimicen y controlen los factores de riesgos existentes, inherente a las actividades productivas de cada una de sus áreas de trabajo.



Trabajadores de la GNRE con sus implementos de Seguridad Industrial en Piscina experimental del Salar de Uyuni

En los centros de operaciones, en cumplimiento de la normativa laboral, está totalmente prohibido para trabajadores, asociados, contratistas, visitantes y terceros, el consumo de cualquier bebida alcohólica, drogas o sustancias alucinógenas, antes y durante la ejecución de cualquier trabajo realizado hasta la salida de las instalaciones pertenecientes a la COMIBOL (áreas operativas y administrativas).

De la misma manera la GNRE apoya toda iniciativa de socialización de la Seguridad y Salud Ocupacional en el ámbito de sus competencias.

3.6. Matriz de identificación de peligros y evaluación de riesgos SySO

Se cuenta con la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación, esta matriz está en plena revisión para poder difundir y hacer conocer al personal mediante capacitaciones y charlas de seguridad.

Esta matriz será revisada y actualizada cada vez que existan incidentes cuyos riesgos o medidas de control no hayan sido considerados en la evaluación inicial.

3.7. Programa de prevención de riesgos

Se establece un Programa de Prevención de Riesgos para asegurar la implementación de las Medidas de Control de actividades críticas identificadas en la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

3.7.1. Objetivos

Se implementa el programa de prevención de riesgos con los siguientes objetivos:

- 1 Evitar los Accidentes Laborales y Enfermedades Ocupacionales de todo el personal involucrado en el proyecto Planta de KCL, Li_3CO_2 .
- 1 Asegurar la implementación de medidas de control de actividades críticas identificadas en la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

Trabajadores de la GNRE equipados con sus implementos de seguridad industrial





Curso sobre seguridad ocupacional a trabajadores de Llipi

- 1 Establecer e implementar condiciones seguras en el lugar donde se estén desarrollando actividades, que impliquen algún riesgo a la integridad física o salud de los trabajadores.

3.7.2. Descripción

El Programa de Prevención de Riesgos está estructurado en base a la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos establecida para el proyecto de la GNRE.

El Programa está organizado en las siguientes actividades:

- 1 Charlas de 5 minutos.
- 1 Capacitación y entrenamiento.
- 1 Inspecciones.
- 1 Observación preventiva.
- 1 Reuniones mensuales Comité Mixto.
- 1 Gestión de RT y EPP.
- 1 Gestión de Accidentes.
- 1 Señalización.

El programa incluye el Cronograma de Implementación del Programa de Prevención de Riesgos que contempla:

- 1 Descripción de actividades críticas y sus riesgos relacionados.
- 1 Acciones de control definidas para las actividades riesgosas.

- 1 Responsables de su implementación.
- 1 Recursos necesarios.
- 1 Plazos de implementación.

3.7.3. Requisitos legales

La Identificación de Requisitos Legales, establece los criterios para la identificación y evaluación de requisitos legales aplicables. Se actualizará la Matriz de requisitos, que incluye los plazos para la implementación de controles necesarios, para asegurar el cumplimiento de todos los requisitos identificados.



Control y Monitoreo de la calidad de agua de la toma de Cerro Grande - Salar de Coipasa

3.8. Actividades de SySO

Las actividades de los Comités Mixtos se evalúan mensualmente o cuando lo estimen necesario, a petición de su Presidente o de los representantes laborales.

A este efecto, se establecen los siguientes tipos de reuniones:

Ordinarias.- Se efectúa obligatoriamente con carácter mensual.

Trimestrales.- Trimestralmente, cuando todo el Comité se reúne bajo la Presidencia del Director o Gerente de la Empresa, con la asistencia de técnicos,

médicos y mandos intermedios de la misma si los hubiere. En ellas se realizará un balance de todo lo acontecido en este periodo, y se elevará el informe indicando el grado de cumplimiento o incumplimiento de los acuerdos arribados en reuniones mensuales o extraordinarias, copia del cual se remite con carácter obligatorio a la D.G.S.I. dependiente del Ministerio de Trabajo, en el término de cinco días de efectuada la reunión trimestral. En la cuarta reunión trimestral se elaborará el informe final de gestión.

Extraordinarias.- Se realizan:

- 1 Por convocatoria del presidente o representantes laborales, cuando lo estimen necesario, por lo menos las dos terceras partes de sus miembros.
- 1 A solicitud expresa del Ministerio de Trabajo.

3.8.1. Reglamento interno de conducta, orden, higiene y seguridad

La GNRE cuenta con reglamentación interna que establece derechos, deberes, responsabilidades, obligaciones y sanciones relacionadas a seguridad, higiene, conducta ética y otros aspectos que aseguran el orden interno, esta normativa es sociabilizada y difundida de manera continua.

El Reglamento Interno tiene por objeto regular el funcionamiento interno y competencias de los miembros de los Comités Mixtos de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos de la COMIBOL, en los distintos proyectos que la conforman.

Esta normativa interna se sustenta en la Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar Nro. 16998 de 2 de agosto de 1979 en su capítulo VII y en la Resolución Ministerial 496-04, por la que se establece el Reglamento para la conformación de comités mixtos de Higiene y Seguridad Ocupacional, del 3 de mayo de 2004.

3.8.2. Programa de charlas de 5 minutos

Se establece un programa de charlas de 5 minutos en base al procedimiento de charlas que establece la metodología de un tipo de capacitación, motivación rápida y corta para que el trabajador ingrese con la idea de que debe efectuar una tarea con cuidado y aplicando procedimientos, normas.

El procedimiento incluye el desarrollo de un Cronograma Mensual de pláticas breves de 5 minutos y el Reporte Mensual de estas actividades para su seguimiento y evaluación tanto de la Unidad de Medio ambiente y de sus facilitadores como de los trabajadores.

3.8.3. Programa de capacitación SySO

La GNRE mediante su departamento de Seguridad y Salud Ocupacional (SySO) realiza la capacitación y entrenamiento de todo el personal de la empresa en temas de seguridad, salud ocupacional, medio ambiente y calidad.

Se estableció en la Gestión 2014, la Matriz de cursos obligatorios por el grado de responsabilidad o puesto laborar dentro el proyecto, también con el registro de una base de datos de capacitación, para el control y seguimiento de las capacitaciones y aplicación de todo el personal.

3.8.4. Programa de inspecciones de seguridad

Se establece un Programa de Inspecciones mensuales basados en las matrices de identificación de peligros y evaluación de riesgos. Este programa incluye

	INSPECCIÓN GENERAL AREA DE TRABAJO	Código: SGSYSO-MA-RG-02 Versión: 0,0 Fecha: 26/06/2014 Página: de 1 a 1
---	---	--

INSPECTOR/ES: Leonela Gusman
Ronald Cabezas
Tomas Bolivar

PROYECTNCIA DE RECURSOS EVAPORI
 LABORATORIO

INSP: 001

No.	OBSERVACIONES IDENTIFICADAS	NIVEL DE RIESGO	ACCIONES A TOMAR	REGISTRO FOTOGRAFICO		MEDIDAS DE MEJORA	INDICADOR DE SEGUIMIENTO			RESPON-SABLE	INDICADOR DE CUMPLI-MIENTO EN %	ESTADO
			CORRECTIVA / PREVENTIVA	OBSERVADO	CORREGIDO	DETALLE DE ACCIÓN EFECTUADA	FECHA DE OBSERVA-CIÓN	FECHA DE CIERRE DE LA OBSER-VACIÓN	FECHA EFECTIVA DE CIERRE			
1	Oficina inicial: Alimentos dentro de un cabetero y cajones sucios.	C	Retirar los alimentos para evitar contaminación y enfermedades gástricas.					02/08/2014			Leonela Guzman	CERRADO
2	Recipiente (valde) sucio utilizado para la preparación chantillín.	C	Eliminar recipiente					02/08/2014			Leonela Guzman	CERRADO
3	Botiquín no registrado.	B	Implementar insumos de primeros auxilios con un registro.					02/08/2014	02/08/2014		Remberto	CERRADO
4	Uso de medicamentos sin prescripción médica.	B	Retirar medicamentos para evitar automedicación y crear reacciones adversas.					02/08/2014			Leonela Guzman	abierto
5	Ausencia de clasificación de residuos y ausencia de letreros en oficina inicial.	C	Señalizar de manera adecuada.					02/08/2014			Leonela Guzman	abierto
6	Ausencia de señalización de áreas con actividad específica.	B	Señalizar áreas para evitar riesgos.					02/08/2014			Leonela Guzman	abierto
7	Ausencia de clasificación de residuos y ausencia de letreros en laboratorio.	C	Señalizar para evitar confusiones.					02/08/2014			Leonela Guzman	abierto
8	Acumulación de residuos nitrato de mercurio en área de trabajo.	B	Dar su destino final por ser una sustancia cancerígena.					02/08/2014			Leonela Guzman	abierto

la planificación regular y su seguimiento, control mediante la matriz de seguimiento acciones de mejora - Inspecciones SYSO -RG-002.

3.8.5. Elementos de protección personal

Con el propósito de brindar las condiciones más óptimas en el desempeño de sus actividades, la GNRE proporciona a todos sus trabajadores los Equipos de Protección Personal, Ropa de Trabajo e implementos necesarios, en base al tipo de peligro y riesgos identificados, según disposiciones reglamentarias vigentes en este ámbito.

Para la gestión de los Equipos de Protección Personal (EPP), se cuenta con la siguiente documentación de respaldo:

- 1 Procedimiento de Dotación de Ropa de Trabajo y Equipos de Protección Personal
- 1 Control de dotación de RT y EPP mediante una base de datos creada, para poder obtener datos estadísticos, por personas, fecha, costo, lo cual nos ayudará a proyectar de manera adecuada los costos y estimación de compras de RT/EPP.

FECHA	C.I.TRABAJADOR	NOMBRE COMPLETO	AREA	CARGO	CODIGO EP	DESCRIPCION EPP	CANTIDAD
23/08/2014	3718799	Jhony Alejo Choque	Administración - Enlace Uyuni	Técnico Administrativo Uyuni	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134
23/08/2014	3718799	Jhony Alejo Choque	Administración - Enlace Uyuni	Técnico Administrativo Uyuni	54	LENES CUADRADOS 3M LUNA OSCURA	319
23/08/2014	3718799	Jhony Alejo Choque	Administración - Enlace Uyuni	Técnico Administrativo Uyuni	96	CASCO DE SEG. COLOR BLANCO	--
23/08/2014	6776218	Yolanda Leonela Guzman Madani	Investigación y Desarrollo - Laborat.	Analista Laboratorio A	9	CARTUCHO VAPORES ORGANICOS Y GASES 6003	27
23/08/2014	6776218	Yolanda Leonela Guzman Madani	Investigación y Desarrollo - Laborat.	Analista Laboratorio A	9	CARTUCHO VAPORES ORGANICOS Y GASES 6003	27
23/08/2014	6776218	Yolanda Leonela Guzman Madani	Investigación y Desarrollo - Laborat.	Analista Laboratorio A	7	RESPIRADOR CARA COMPLETA DE 2 VIAS 6800	1
23/08/2014	6776218	Yolanda Leonela Guzman Madani	Investigación y Desarrollo - Laborat.	Analista Laboratorio A	7	RESPIRADOR CARA COMPLETA DE 2 VIAS 6800	1
23/08/2014	3098040	Policarpio Flores Yugar	Transporte y Automotores	Chofer Equipo Pesado	54	LENES CUADRADOS 3M LUNA OSCURA	319
23/08/2014	6804239	Angel Leonidas Soria Marin	Planta Kcl	Ayudante Multiple Kcl	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134
23/08/2014	6576383	Napoleón Cáceres Baez	Obras Civiles - Salar	En Termofusión y Mantenimien.	21	GUANTES DE ESPUMA DE NITRILO	190
23/08/2014	3719822	Amalio Canaviri Choque	Investigación y Desarrollo	Operador de Procesos B	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134
23/08/2014	8444845	Oscar Vargas Garcia	Obras Civiles	Ayudante de Albañil	30	GUANTES PALMA ENGOMADA	420
23/08/2014	6576383	Napoleón Cáceres Baez	Obras Civiles - Salar	En Termofusión y Mantenimien.	30	GUANTES PALMA ENGOMADA	420
23/08/2014	6714063	Omar Humberto Flores Vaquila	Planta Kcl	Ayudante Multiple Encalado	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134
23/08/2014	10655705	José Villarreal Mogro	Investigación y Desarrollo	Operador de Procesos B	30	GUANTES PALMA ENGOMADA	420
23/08/2014	5991608	Freddy Pastor Nina Mejia	Investigación y Desarrollo	Operador de Procesos C	30	GUANTES PALMA ENGOMADA	420
23/08/2014	6047010	Jonathan Mauricio Flores Uscamayta	Obras Civiles	Ayudante de Albañil	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134
23/08/2014	3367676	Freddy Vilca Villalva	Mecánica Industrial	Soldador	91	RESPIRADOR DE LIBR MANT. P/SOLD32704 8515	84
22/08/2014	6566200	Edwin Marcelo Ramos Rojas	Obras Civiles	Ayudante de Albañil	29	GUANTES DE CUERO POPE SUAVE	134

Elaborado por el Departamento de Seguridad Industrial de la GNRE - agosto 2014



CORPORACION MINERA DE BOLIVIA

Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos
DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Informe de Accidentes e Incidentes, Personal, Vehículo, Equipo,

Fecha / Hora:		
---------------	--	--

REV. 00

Lugar:	
--------	--

Incidente	Accidente
-----------	-----------

Nombre:	
---------	--

Edad:	
-------	--

Area de Trabajo	
-----------------	--

Fecha de ingreso:	
-------------------	--

Cargo:	
--------	--

Nombre del Supervisor:	
------------------------	--

Gravedad		
Alta	Media	Baja

DESCRIPCION DE LA OCURENCIA DEL INCIDENTE / ACCIDENTE

--	--

DAÑOS AL EQUIPO/VEHICULO

LESIONES A PERSONAS

--	--

COMENTARIOS

--

INVESTIGACION Y ANALISIS DEL INCIDENTE / ACCIDENTE

CAUSAS BASICAS

CAUSAS INMEDIATAS

Factores personales	Factores de trabajo	Actos subestandares	Condiciones subestandares

item	Que medidas correctivas y preventivas se adoptaran para evitar la repetición	Fecha	Responsable
1			
2			
3			
4			
5			

Fecha	Elaborado por:	Revisado y aprobado	Aprobado
NOMBRE			
CARGO			

ADJUNTO - FOTOGRAFIAS

--

CROQUIS

--

3.8.6. Investigación de incidentes- accidentes y tratamiento

El proyecto GNRE, establece y mantiene procedimientos documentados que se han implementado en la gestión 2014, aplicados mediante la investigación de incidentes o accidentes, la metodología de Administración Moderna de la Seguridad, basado en causa, efecto y control de pérdidas establece:

- 1 Investigación de Accidentes
- 1 Acciones Correctivas
- 1 Acciones Preventivas

3.8.7. Control estadístico de accidentes, enfermedades ocupacionales

Personal del Departamento de Seguridad, Salud Ocupacional de la GNRE, realiza un seguimiento y monitoreo permanente, sobre contingencias que se presentan durante las jornadas laborales, con el registro pormenorizado de cada evento, al mes de agosto se tiene el siguiente resumen estadístico:

CONTROL ESTADISTICO DE INDICES DE FRECUENCIAS Y SEVERIDAD PROYECTO LLIPI - GNRE

MES AÑO	SECCION	ASTP		ACTP		DPA		IF		IS	
		Mes	Acum.	Mes	Acum.	Mes	Acum.	Mes	Acum.	Mes	Acum.
ene - 14	GNRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Mes											
feb - 14	GNRE	0	0	1	1	10	10	22	11	225	111
Total Mes											
mar - 14	GNRE	0	0	1	2	7	17	22	15	155	126
Total Mes											
abr - 14	GNRE	0	0	0	2	0	17	0	11	0	122
Total Mes											
may - 14	GNRE	0	0	0	2	0	17	0	9	0	98
Total Mes											
jun - 14	GNRE	0	0	0	2	0	17	0	3	0	38
Total Mes											
jul - 14	GNRE	0	0	0	2	0	17	0	3	0	35
Total Mes											
ago - 14	GNRE	0	0	0	2	0	17	0	3	0	33
Total Mes											
TOTAL A LA FECHA			0		2		17		3		33

Fuente: Unidad de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional - GNRE.

3.8.8. Señalización y delimitación del área

Desde el inicio de obras en Planta Llipi y en el Salar de Uyuni, las diferentes obras en infraestructura desarrolladas hasta la fecha, comprenden un área relativamente extensa considerando el tamaño de las piscinas, Planta Piloto de Cloruro de Potasio, campamento DPA en el salar, plataformas de almacenamiento, vías de circulación y otras infraestructuras.

Por ello se adjudicó a la empresa SETEC Oruro S.R.L. para la implementación de la señalización, la Norma Boliviana NB-55001 "Símbolos gráficos, señales y carteles de seguridad".

Las señalizaciones de seguridad que se han fijado en las instalaciones y en los lugares de trabajo son:

- 1 Prohibición
- 1 Advertencia
- 1 Obligación
- 1 Salvamento o Evacuación
- 1 Información.

Para la delimitación de áreas de operaciones se señalizan con:

- 1 Malla Salmón
- 1 Cintas de advertencia color amarillo
- 1 Cintas de prohibición color rojo
- 1 Conos de señalización
- 1 Barreras física fija o protecciones perimetrales.

3.8.9. Estructuración del Comité Mixto de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional

La GNRE al contar con razón social única y con reparticiones situadas en distintas áreas geográficas, ha organizado su respectivos Comités Mixtos de

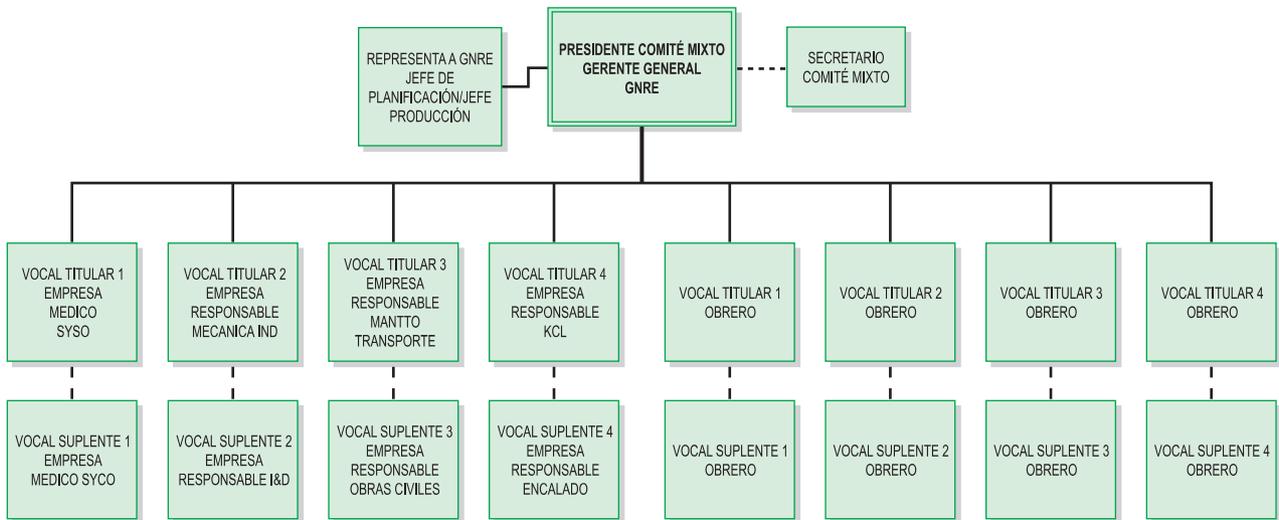
Señalización fijada por la GNRE en el área de operaciones en el Salar de Uyuni



Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar a razón de uno por cada sección o repartición, considerando además que si las secciones o reparticiones cuentan con dos o más turnos de trabajo, es imprescindible que cada turno conforme su propio Comité Mixto.

Cada Comité Mixto, está constituido paritariamente, por representantes de los empleadores y trabajadores de acuerdo al número de empleados de la sección o repartición de la siguiente forma:

ESTRUCTURA DEL COMITE MIXTO DE SEGURIDAD PLANTA LLPI



Definiciones y terminología

- 1 SySO: Seguridad y Salud Ocupacional.
- 1 GNRE: Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos.
- 1 Seguridad: Encargada de evaluar, estudiar y gestionar los riesgos a que se encuentra sometido una persona un bien o el ambiente.
- 1 Identificación de Peligro: Proceso general que consiste en reconocer que existe un peligro y definir sus características.
- 1 Peligro: Fuente potencial que puede causar un daño.
- 1 Riesgo: Combinación de probabilidad de que ocurra un daño y la severidad de ese daño.
- 1 Incidente: Acontecimiento no deseado que puede derivar en lesión o daño no provoca daños personales, ni materiales, ni deterioro al medio ambiente.
- 1 EPP: Equipo de Protección Personal, equipo o conjunto de equipos, destinados a dar garantía a la integridad física del trabajador, según el grado de exposición.

- 1 ART: Análisis de Riesgo en el Trabajo.
- 1 RT Y EPP: Ropa de Trabajo y Equipo de Protección Personal.

3.9. Investigación de micro-organismos en Salar de Uyuni

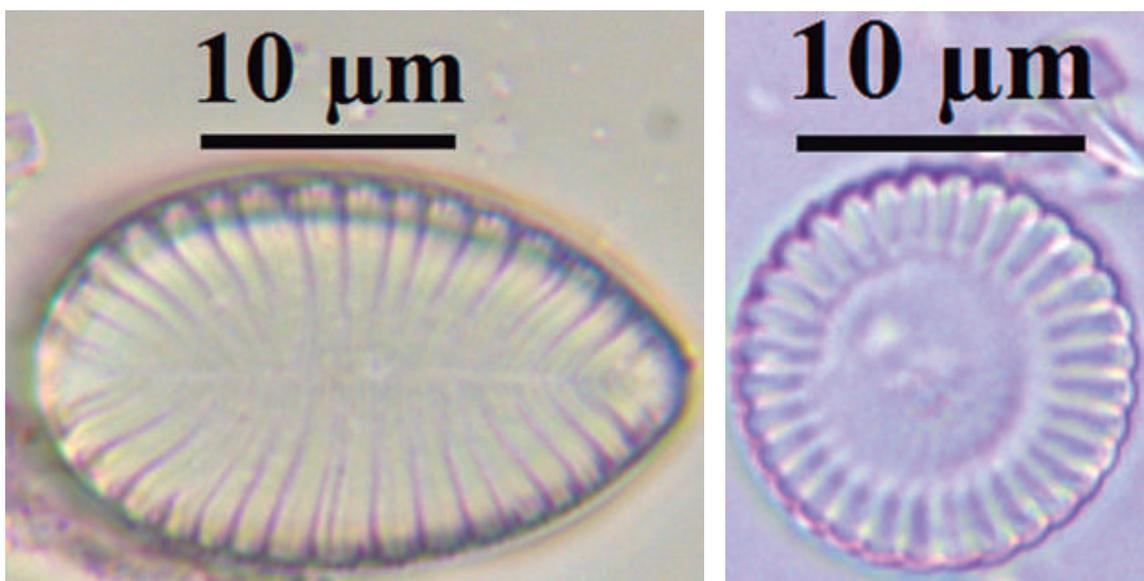
La Unidad de Medio Ambiente de la GNRE también ha incursionado en la investigación de micro-organismos en el Salar de Uyuni, mediante estudio de las comunidades microbianas en salmueras y tapetes de áreas sin intervención y áreas de aprovechamiento de recursos evaporíticos en el Salar de Uyuni".

Estas tareas de investigación, tiene como objetivo, el caracterizar microorganismos eucariotas (protozoos, algas, etc.) de salmueras y tapetes, en un área sin intervención y en el área de explotación del proyecto, dentro del Salar de Uyuni, mediante técnicas microscópicas y otras tecnologías de punta.

Dr. Ricardo Amil, al centro Dr. Sergio Rubín y la Dra. Nuria Rodríguez realizando tareas de codificación y análisis de los micro-organismos recuperados del Salar de Uyuni

Caracterizar las comunidades de microorganismos procariotas (arqueas, bacterias, virus etc.), en salmueras y tapetes de áreas con y sin intervención del Salar de Uyuni; mediante técnicas genómicas, microscópicas, espectrométricas y otras tecnologías de punta como:

- 1 Identificar especies nativas de microorganismos sulfatoredutores, que puedan ser utilizadas en el proceso industrial.



*Microfotografía de bacterias existentes en el Salar de Uyuni,
(izquierda; bacteria Surirella brebissomi - derecha; bacteria Cyclotella meneghiniana)*

-
- 1 Identificar especies nativas de microorganismos que sirvan como bioindicadores para monitoreo ambiental del proyecto.

En el proyecto de investigación sobre microbiología en el Salar de Uyuni, cooperan el Centro Nacional de Investigaciones Biotecnológicas y el Centro de Biología Molecular "Severo Ochoa" de la Universidad Autónoma de Madrid, el equipo de investigación fue dirigido por el Dr. Ricardo Amils.

3.10. Impacto económico y social

El inicio de la industrialización de los recursos evaporíticos, significó un importante impulso en la generación de fuentes de trabajo en el Sud Oeste boliviano, beneficiando de manera directa con la contratación de trabajadores del entorno del Salar de Uyuni, generado un promedio de 360 empleos directos y más de mil empleos indirectos mediante empresas sub contratistas, servicios, proveedores de insumos y otros.

Junto con la generación de empleo, nuestro proyecto ha desarrollado, al Sur del Salar de Uyuni, trabajos de apoyo en agua potable para las comunidades, mejoramiento de caminos vecinales, apoyo en la producción agrícola, apoyo en servicios de salud y educación escolar, entre otras actividades.

Nuestro proyecto ha privilegiado la contratación de empresas comunitarias, conformado por habitantes de la zona, y que actualmente prestan servicios de transporte, construcción y provisión de alimentos como ejemplo de una gestión comprometida con el desarrollo de la región.



Piscinas de evaporación Fase Piloto



4. I&D Consolida Proceso Tecnológico

La Dirección de Investigación y Desarrollo (I&D) de la GNRE, se constituye en uno de los pilares fundamentales del proyecto de industrialización de los recursos evaporíticos, el equipo de profesionales que trabajan en laboratorios de Llipi y La Paz, son los responsables del proceso tecnológico desarrollado para el procesamiento de obtención de Carbonato de Litio y sales de Potasio.

El trabajo del equipo de investigación en laboratorios de la GNRE, es permanente, no solo se reduce a la certificación y evaluación de los procesos de concentración y separación de elementos de las piscinas de evaporación, su trabajo se amplía hacia el permanente mejoramiento del proceso tecnológico en la obtención de productos de alta calidad y el aprovechamiento de otros elementos constituyentes en las salmueras del Salar de Uyuni.

En este objetivo la Unidad de Investigación de la I&D, ha desarrollado nuevos avances en la investigación encaminadas hacia la optimización del proceso tecnológico boliviano.

4.1. Purificación de sales de Sulfato de Litio mediante la reducción del contenido de Magnesio y Sulfato

Esta investigación tiene por objeto mejorar la calidad de la materia prima empleada para la obtención de Carbonato de Litio, más concretamente, la reducción del contenido de Magnesio, que en el proceso de carbonatación se elimina mayoritariamente por



Investigadores de la GNRE realizando sus tareas en equipos de adsorción atómica en laboratorio de Planta Llipi

precipitación de Hidróxido de Magnesio ($Mg[OH]_2$), en tanto que el Magnesio residual se precipita en forma de Carbonato de Magnesio ($MgCO_3$). Ambos precipitados de Magnesio (Mg) tienen la propiedad de retener Litio que disminuye el rendimiento en la obtención de Carbonato de Litio.

Para las pruebas experimentales, se empleó una muestra de Sulfato de Litio obtenida por evaporación natural de una salmuera del Salar de Uyuni, cuya relación Magnesio/Litio, era mayor a 1, el procedimiento empleado fue el lavado con disoluciones de agua y solventes orgánicos en distintas proporciones, lo que permitió alcanzar una extracción de Magnesio de hasta 86,7% y la recuperación de Litio de hasta 86,6%.

4.2. Tratamiento de sales de la piscina de Halita para recuperación del Litio impregnado

La investigación sobre el tratamiento de las sales de las piscinas de Halita, se centra en la recuperación de Litio (Li), en los cristales generados en la primera etapa de cristalización de las salmueras del Salar de Uyuni (etapa de Halita NaCl), para ello se aprovecha la mayor solubilidad del Li respecto del NaCl en medio acuoso. Los resultados de las pruebas preliminares muestran que se puede recuperar hasta un 70% de Litio cuando se lavan estas sales de Halita con agua industrial en una sola etapa.

Por otra parte, para mejorar el uso de los insumos se tiene previsto emplear agua de inundación del Salar de Uyuni, puesto que ésta está saturada de NaCl, lo que permitirá disminuir el arrastre de Na en la disolución rica en Litio; finalmente se caracterizarán los residuos sólidos, constituidos mayoritariamente por NaCl, para verificar su calidad y determinar su aplicabilidad en alguna industria.

4.3. Operación circuito Piloto - salmuera natural

Desde el último trimestre de la anterior gestión en el sector Sur de las piscinas piloto se viene operando el circuito de sulfatos, el cual cuenta con las piscinas de Halita, Silvinita 1, Silvinita 2, Sales Mixtas 1, Sales Mixtas 2, Sulfato de Litio 1, Sulfato de Litio 2, sales residuales, Halita stand-by y Silvinita stand by. Donde se controla los caudales

de bombeo mediante la evolución de las concentraciones, además, entre los parámetros de operación también se encuentran la temperatura, densidad, pH y la altura de salmuera.

Actualmente este circuito es el que aporta la materia prima para las dos plantas de Cloruro de Potasio y Carbonato de Litio.

4.4. Obtención de cristales de Cloruro de Magnesio y su aplicación

Actualmente dentro el circuito de piscinas piloto que opera dentro el campo de los sulfatos, se tiene una piscina destinada a la precipitación de cristales denominados, sales residuales, estas sales son obtenidas a partir de la salmuera proveniente de la etapa de Sulfato de Litio y la composición que representan corresponde a la cristalización de Cloruro de Magnesio hexahidratado, denominado también bischofita.



Cosecha se sales mixtas

El Cloruro de Magnesio tiene diferentes aplicaciones y usos, como el empleo en el campo de la medicina:

- 1 Prevención de infartos, porque evita la calcificación arterial
- 1 Prevención de la artritis, ya que el Magnesio evita que el ácido úrico se deposite en las articulaciones
- 1 Osteoporosis, debido a su acción de fijación del calcio
- 1 Equilibrio del sistema nervioso como tranquilizante y relajante natural, entre otras aplicaciones.

Sin embargo hay que tomar en cuenta que la producción de un medicamento debe cumplir con rigurosas normas de fabricación y control de calidad que garanticen que el fármaco no afecte la salud del paciente, no por las posibles e inevitables reacciones

adversas que pudiera causar el principio activo, sino debido a errores de fabricación ya sea por la composición o la contaminación microbológica al momento de ser elaborados.

El Cloruro de Magnesio tiene otro uso como agente de control de emisión de polvo y estabilizador de caminos no pavimentados, este producto al contrario de los productos farmacéuticos no requiere de requisitos rigurosos para su producción.

De acuerdo al análisis químico de los elementos que componen las sales que se obtienen en la piscina de sales residuales, estas presentan una composición que se encuentra dentro del rango del producto que se emplea como agente estabilizador para caminos.

4.5. Puesta en operación del circuito de acoplamiento

En el segundo semestre 2013, se inició con el llenado de piscinas del circuito de acoplamiento iniciado con Halita, Silvinita 1 y por último Silvinita 2. Durante el primer semestre del 2014 el objetivo fue poner en régimen en serie las tres piscinas mencionadas, en este sentido, se trabajó en el control de las concentraciones para estar dentro del rango establecido, es así que a mediados del mes de abril se logra poner las tres piscinas de evaporación en sus etapas correspondientes.

4.6. Cosechas de sales - piscinas piloto

El procedimiento para la cosecha de cristales (a excepción del Sulfato de Litio) contempla los siguientes pasos: evacuación de salmuera libre, apertura de zanjas, evacuación de la primera parte de salmuera ocluida, nodeado, toma de muestras, zonificación, acamellonado, evacuación de la segunda parte de la salmuera ocluida y por último el transporte a la plataforma de almacenaje.

- 1 Silvinita 1: Entre los meses de agosto y septiembre se desarrolló la cosecha de cristales de la piscina Silvinita 1 del circuito piloto, cumpliendo con el procedimiento establecido, obteniendo un total de 2.853 toneladas de cristal de Silvinita divididas

Piscina con Sulfato de Litio





Ing. Echazú con obreros y técnicos de la Planta Piloto de Carbonato de Litio

en dos secciones de media y alta ley. Esta carga se entregó a la Planta de Cloruro de Potasio para su procesamiento y obtención de Cloruro de Potasio de acuerdo a la composición de la materia prima.

- 1 Sales Mixtas: Entre los meses de julio y agosto se procedió a la cosecha de la piscina Silvinita 2 (del anterior circuito piloto), obteniendo un total de 4.630 toneladas de cristal de Sales Mixtas, por las concentraciones de esta sal, también fue entregada a la Planta de Potasio para su tratamiento y obtención del producto KCl.
- 1 Sulfato de Litio: Durante la gestión 2014, se realizaron dos cosechas de las piscinas de Sulfato de Litio, el primer lote se cosechó entre los meses de enero y febrero, de la piscina de Sulfato de Litio 1, obteniendo un total de 23 toneladas de cristal de Sulfato de Litio. El segundo lote se cosechó entre los meses de junio y julio de la piscina de Sulfato de Litio 2, obteniendo un total de 83 toneladas de cristal de Sulfato de Litio.

4.7. Trabajos de investigación, desarrollo y laboratorio en el Salar de Coipasa

En el Salar de Coipasa, la GNRE cuenta con otra base de operaciones en la Estación Experimental de Tauca, este centro de investigación se desarrolla en la comunidad de Tauca, ubicada al extremo Sur de este salar.

Las tareas de investigación en el Salar de Coipasa son continuas, tanto en laboratorio como en trabajos de campo, considerando las diferentes variables en su composición, comportamiento climatológico, vertientes pluviales y permanentes, además de la perforación de pozos exploratorios; entre las actividades a destacar logradas en la gestión se puede mencionar las siguientes:

4.7.1. Procesamiento de las sales obtenidas en la cristalización de la salmuera en el Salar de Coipasa

El procesamiento de la salmuera del Salar de Coipasa, todavía se encuentra en sus primeros pasos, los cuales dieron cuenta de las primeras etapas de cristalización, de

las que actualmente se está estudiando la factibilidad técnica de la obtención de Sulfato de Sodio Anhidro (Na_2SO_4) de la primera etapa y Sulfato de Potasio en una segunda etapa.

Los fenómenos estudiados para estos propósitos son el lavado y la flotación, respectivamente. En cuanto al lavado se está probando el uso de distintos solventes, en tanto que para la flotación se puede vislumbrar un largo camino en la obtención de los reactivos de flotación más adecuados y por ende del desarrollo de un proceso definitivo.



Técnico de la GNRE junto a pobladora de la comunidad de Tauca en Cerro Grande, al fondo, un extremo del Salar de Coipasa.

4.7.2. Estudio del comportamiento químico de la salmuera

Continuando con el estudio del comportamiento químico de la salmuera del sector Oeste del Salar de Coipasa, en esta gestión se han construido piscinas a la orilla del pre-salar con el objetivo de trabajar con mayores volúmenes de salmuera para corroborar datos obtenidos en pruebas realizadas en bañeras.

Actualmente los resultados obtenidos nos muestran que en la primera etapa se obtiene sales de Halita, y que las sales de Mirabilita se forman solo en la estación de invierno por las bajas temperaturas, las siguientes etapas en las que se forman sales de Potasio como la schoenita y la kainita también se confirman con los resultados obtenidos en bañeras, sin embargo en las pruebas efectuadas en las piscinas se han realizado cortes para dividir estas etapas con el fin de observar si se puede obtener sales de mayor pureza.

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

El laboratorio de análisis químico de la Estación Experimental de Tauca al margen de prestar los servicios de análisis de muestras a las áreas de geología y desarrollo, ha iniciado la implementación de la Norma ISO/TEC17025:2005, con el objeto de realizar las pruebas inter-laboratorios con los laboratorios de La Paz, y de esta manera coadyuvar en la validación de los métodos de ensayo al laboratorio de Llipi.

4.8. Importancia de la investigación geológica en los salares

Es necesario hacer énfasis en que la minería del Litio no es como la convencional del oro, la plata, el cobre, u otros elementos metálicos, en este caso la mena o veta es una salmuera (agua con una alta concentración de sales disueltas), es decir líquido con Litio y otros elementos de valor económico, por lo tanto, la exploración para definir las reservas y los métodos de extracción son totalmente diferentes, pues son necesarios enfoques mineros acompañados de conceptos hidrogeológicos.

La bibliografía existente en relación al Salar de Uyuni como al Salar de Coipasa es diversa, sin embargo estos estudios realizados anteriormente, deberán ser profundizados y validados.

La importancia de la investigación geológica en los salares, radica en la necesidad de contar con información geológica que dará los elementos de comprensión requeridos para el estudio y aprovechamiento de los recursos evaporíticos, para obtener una evaluación de reservas, zonificación de áreas de aprovechamiento minero, uso de aguas, etc.

4.9. Logros y avances en trabajos de geología en el Salar de Uyuni

A partir del año 2012, la GNRE encara trabajos de exploración geológica en ambos salares, inicialmente con un estudio geofísico que abarca una extensión de 100 km², el cual proporciona datos indirectos y que coadyuvan al conocimiento del subsuelo

Trabajadores de la GNRE en piscinas experimentales del Salar de Coipasa





Cristalización de sales mixtas en piscinas experimentales de Salar de Coipasa

en el Salar de Uyuni, se perforaron 5 pozos exploratorios con circulación directa de 80 m de profundidad en el sector de las piscinas semi-industrial.

El año 2013 en un área aproximada de 16 km² se realizan perforaciones exploratorias de diamantina y de circulación directa con el objetivo de determinar un modelaje de bombeo, de manera paralela se inicia el muestreo de sedimentos de corriente, aguas superficiales y subterráneas en la sub cuenca del Río Grande.

De forma global podemos definir el Plan de Acción de Geología para el Salar de Uyuni con 3 actividades macro, dentro de las cuales se tienen los siguientes avances:

4.9.1. Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Salar de Uyuni

Con el fin de determinar las fuentes de origen del Li y otros elementos, además de identificar fuentes de agua tanto superficiales como subterráneas para su uso durante la actividad industrial, se ha concluido con la etapa de muestreo de aguas y sedimentos de corriente, habiéndose obtenido un total de 347 muestras de aguas superficiales, 85 muestras de aguas subterráneas y 367 muestras de sedimentos de corriente, como resultado de este trabajo se obtendrán mapas geoquímicos de los diferentes elementos en cada una de las sub-cuencas.

Por otro lado, de forma mensual se está realizando el monitoreo del Río Grande de López para determinar el aporte del Río Grande al Salar de Uyuni, tanto en caudal como en concentración.

4.9.2. Perforación de pozos a diamantina

Para tener una idea clara del comportamiento de las capas subyacentes en el Salar de Uyuni y cuantificar las reservas, se han realizado perforaciones a diamantina con la respectiva toma de muestras de salmuera a diferentes profundidades, a partir de cuyos resultados se elaboraran mapas de isoconcentraciones. A la fecha se tienen perforados 4.500 m distribuidos en aproximadamente 80 pozos.

4.9.3. Perforación de Pozos a Circulación Directa

Se han ejecutado pozos a Circulación Directa para obtener caudales, parámetros hídricos y para la extracción de salmuera. Se tiene cerca de 2.000 m perforados distribuidos en más de 30 pozos.

4.10. Logros y avances en trabajos de geología en el Salar de Coipasa

El año 2010 la GNRE ejecutó la perforación de 5 pozos a Circulación Directa, 4 de ellos profundizaron hasta 50 m y el último pozo solo llegó a 25 m de profundidad debido a factores climáticos de ese momento, estos pozos sirvieron para determinar ciertos parámetros hídricos y dar una idea de la conformación del sustrato, posteriormente para el año 2013, la GNRE inicia trabajos de exploración geológica en el Salar de Coipasa, estos estudios están enmarcados en las siguientes actividades y con resultados muy importantes.



Perforación en Salar de Coipasa

4.10.1. Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Salar de Coipasa

Tiene como objetivo identificar la fuente de origen del Li y otros elementos presentes en la salmuera, de igual forma se realiza la identificación de fuentes de agua para su aprovechamiento, actualmente se está realizando un monitoreo mensual de los principales afluentes del Salar de Coipasa, principalmente de los ríos Lauca, Sabaya y Lakajahuira, se han tomado muestras de agua y se han realizado mediciones de caudal.

Actualmente, se ha concluido la etapa del muestreo de aguas superficiales, subterráneas y sedimentos de corriente en toda la cuenca del Salar de Coipasa obteniéndose un

total de 160 muestras de aguas superficiales, 45 muestras de aguas subterráneas y 160 muestras de sedimentos de corriente.

4.10.2. Estudio geoquímico de la costra superficial del Salar de Coipasa

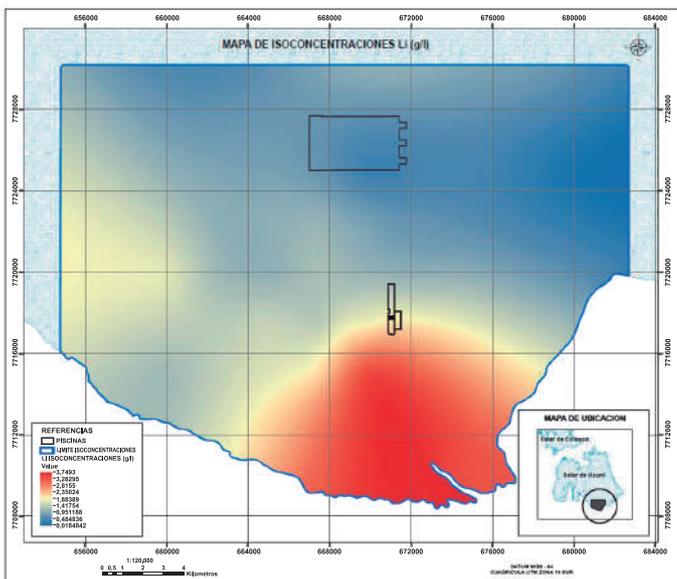
El Proyecto de "Prospección y Exploración Geológica del Salar de Coipasa", ha realizado labores de muestreo al interior del Salar mediante muestreos sistemáticos, en una malla de 1.000 x 1.000 m en la zona de mayor concentración y una grilla de 2.000 x 2.000 m en el resto del Salar, posteriormente se realizó un re-muestreo en una malla de 8.000 x 8.000 m, para ver las variaciones temporales de las concentraciones. Se tienen 262 puntos muestreados en la malla 1 x 1 Km, 318 en la malla 2 x 2 Km y 25 en la malla 8 x 8 Km.

4.10.3. Perforación de Pozos a Diamantina

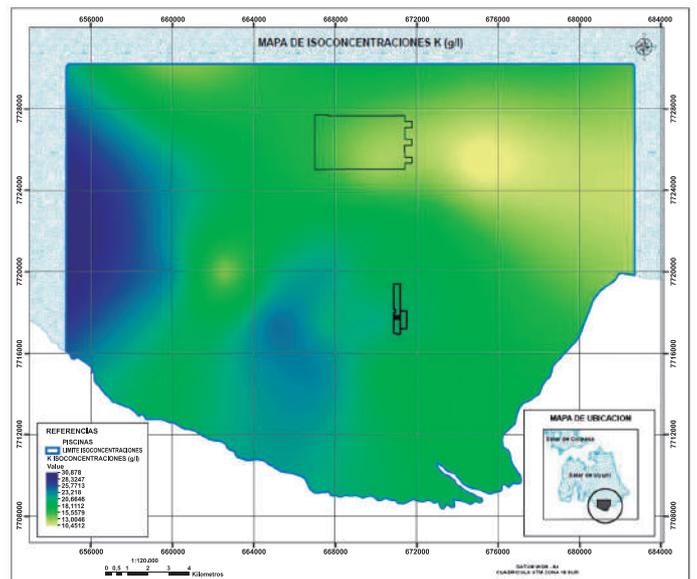
La descripción geológica de los horizontes determinados por la excavación, es somera, por lo cual se hace necesaria la perforación de pozos exploratorios, los primeros resultados determinaron capas de halita profundas, desde los 90 m hasta los 160 m de profundidad. Durante el 2013, se ha perforado algo más de 700 m con el método a diamantina, distribuidos en 5 pozos, de los cuales se ha obtenido muestras de testigos (cores) cada metro y también se ha podido obtener muestras de salmuera de diferentes niveles en profundidad. Para la gestión 2014 se perforaron 1.000 m a diamantina y un pozo a circulación directa para la obtención de parámetros hídricos.

4.11. Descripción sobre concentración de principales elementos en ambos salares

En base a los trabajos y muestreos realizados se ha limitado el área de trabajo en el Salar de Uyuni en un área aproximada de 500 km² dentro de los cuales se han realizado las perforaciones mencionadas, obtenido mapas de isoconcentraciones para cada uno de los elementos analizados; tal como se muestra en el mapa de isoconcentraciones de Li, se confirma una mayor concentración de este elemento en la desembocadura del delta del Río Grande.



Iso-concentraciones de Litio

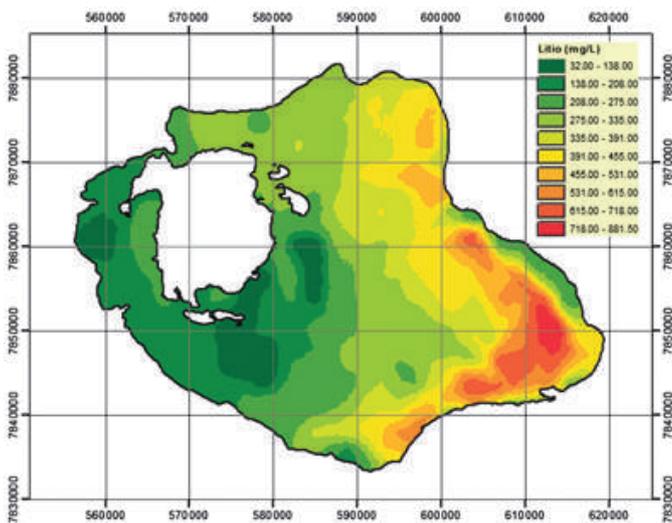


Iso-concentraciones de Potasio

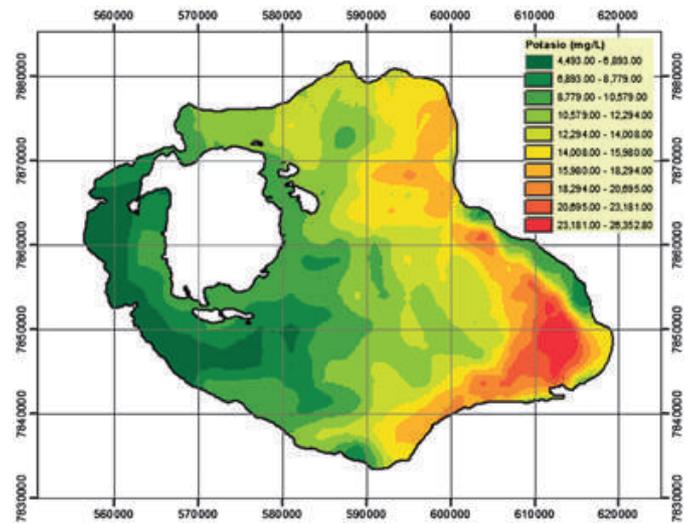


Trabajos de Perforación en Salar de Uyuni

En el caso del Salar de Coipasa se han elaborado mapas de isoconcentraciones para la costra superficial, los elementos analizados confirman las mejores concentraciones en el sector sudeste.



Iso-concentraciones de Litio



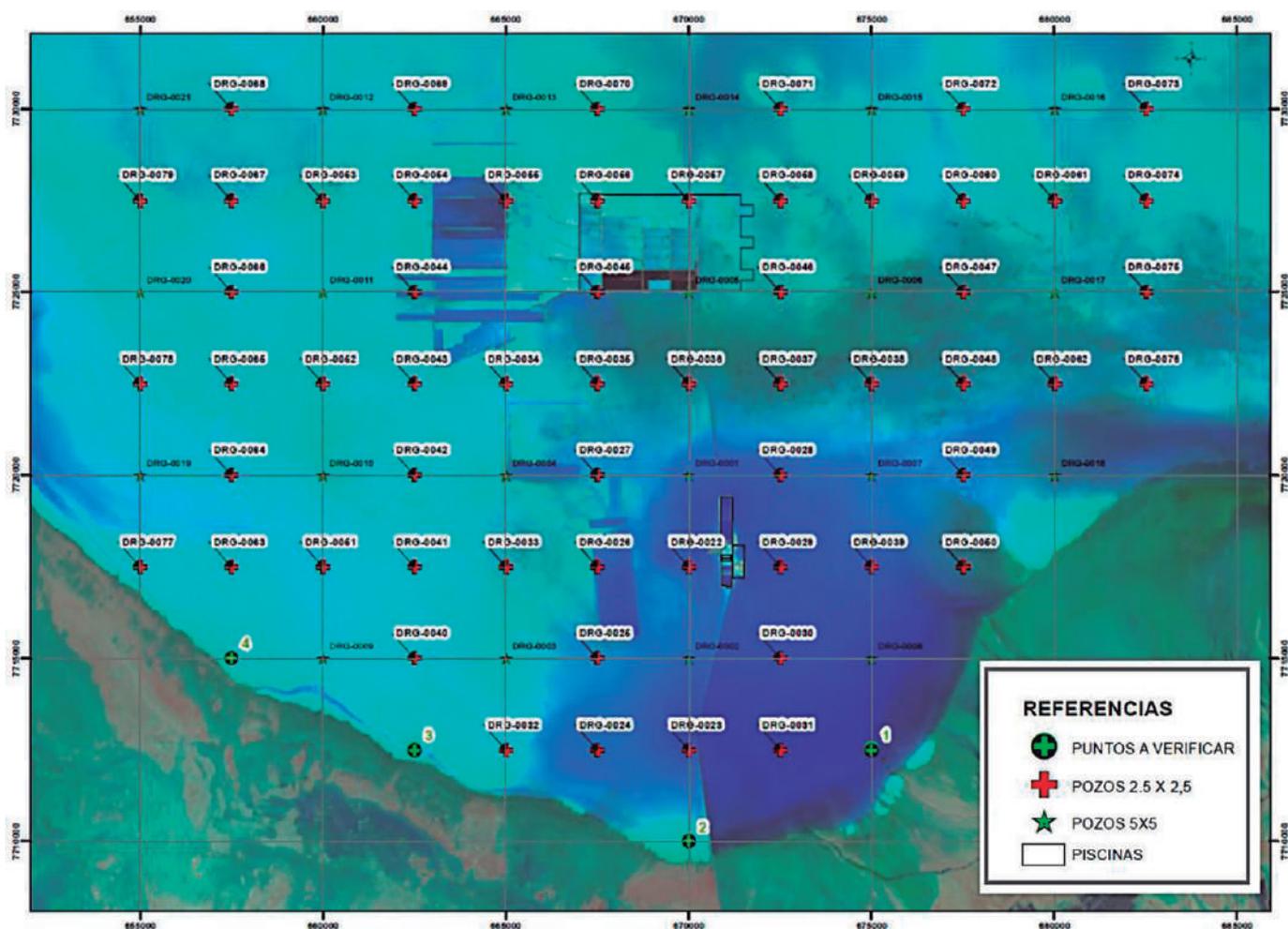
Iso-concentraciones de Potasio

4.12. Descripción general de perforaciones

Mediante la perforación de sondeos profundos a diamantina es posible determinar la estructura del salar por debajo de la superficie, determinar las capas de halita presentes con sus respectivos espesores, y la posibilidad de realizar correlaciones estratigráficas entre pozos.

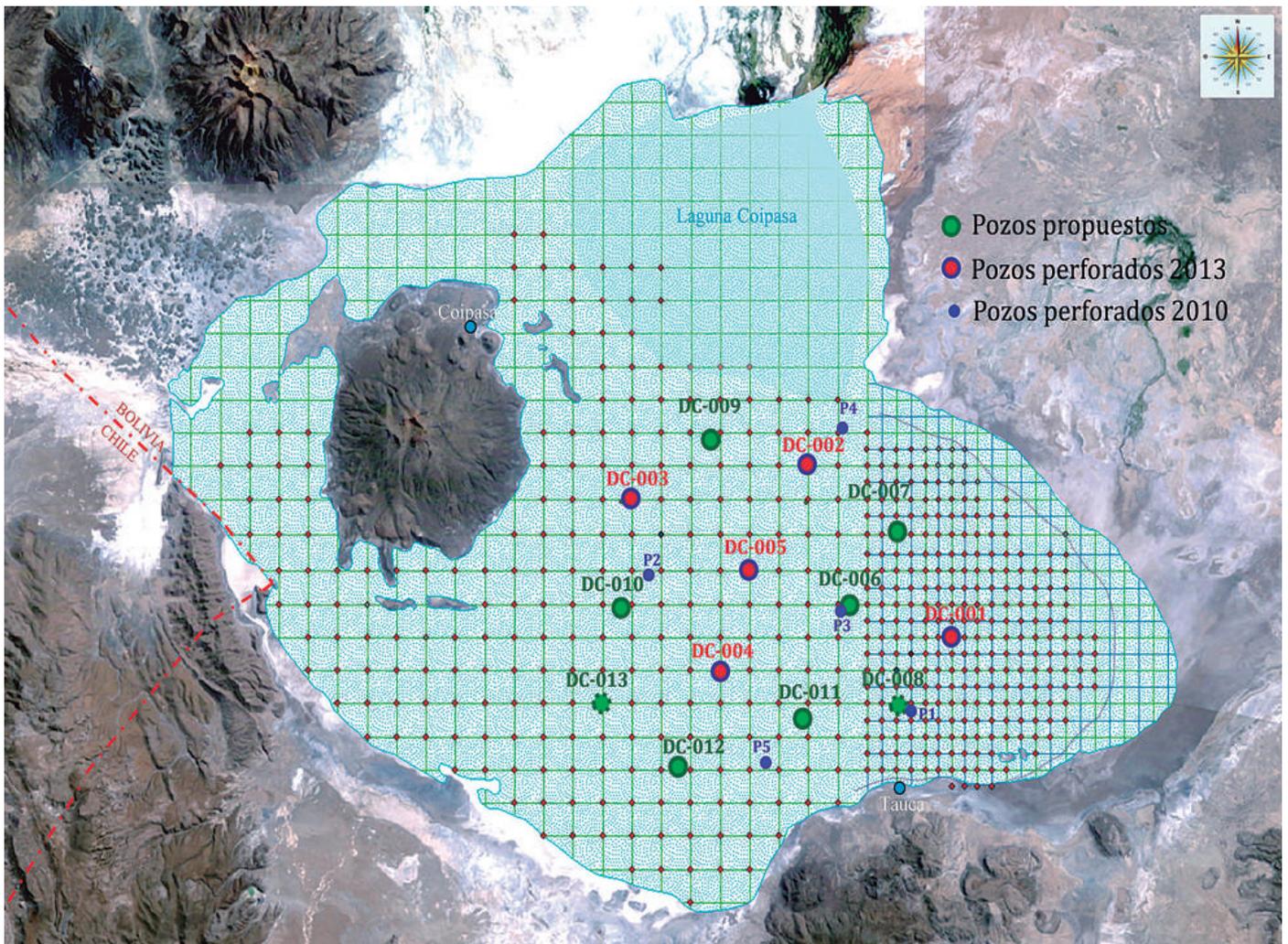
Con el objetivo de coadyuvar al conocimiento de la Geología del Salar de Uyuni, fortaleciendo las bases técnicas para el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de los recursos evaporíticos, se plantea realizar un estudio geoquímico de la costra superficial del Salar de Uyuni y de las capas subyacentes hasta 50 metros de profundidad, se plantea la profundidad de 50 metros en base a los estudios del año 2013 que denotan un cambio de fases entre los 45 y 50 m marcado por un nivel arcilloso.

Para tal efecto, en un área aproximada de 500 km², en el sector del delta del Río Grande se realizaron perforaciones a diamantina con una profundidad de hasta 50 metros, tomando la primera muestra de salmuera en la costra superficial (hasta 4 o 7 m de profundidad) y una segunda muestra de salmuera representativa de las capas de 0 a 50 metros, para este fin se plantea una malla de muestreo de 2,5 x 2,5 Km.



Mapa de distribución de pozos exploratorios a diamantina en el sector de Río Grande

En el Salar de Coipasa se han perforado más de 1.700 m a diamantina, la distribución de estos pozos y las profundidades alcanzadas son variables.

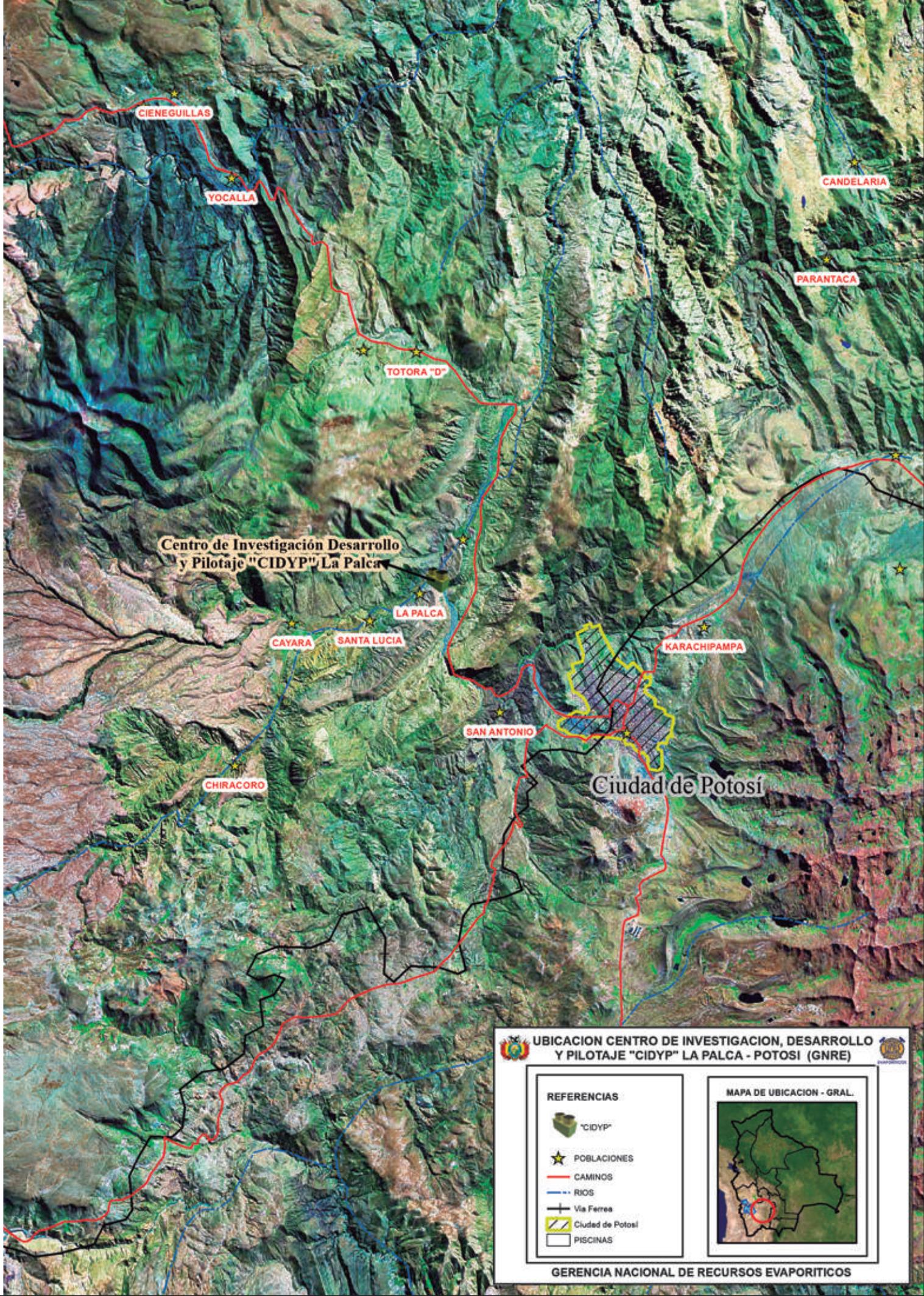


Mapa de Ubicación de los pozos perforados en el Salar de Coipasa

Con el objetivo de definir el comportamiento de la salmuera presente en el Salar de Coipasa, en cada uno de estos pozos se han tomado muestras de salmuera a diferentes profundidades y se han realizado las descripciones litológicas, obteniéndose de esta forma las respectivas columnas estratigráficas de cada pozo.

0	Pozo DC-001	Muestras de salmuera	Litología
10		C818	Halita, yeso, ulexita y mirabilita
20			Arcilla verde olivo
30		DC-001-M1	Arena negruzca
40		DC-001-M2	Arena negruzca
50		DC-001-M3	Arena negruzca
60			Ceniza volcánica
70			Limo grisáceo
80		DC-001-M4	Cristales de yeso
90		DC-001-M5	Halita
100		DC-001-M6	Halita
110		DC-001-M7	Arena negruzca
120		DC-001-M8	Halita
130		DC-001-M9	Cristales de yeso
140		DC-001-M10	Halita
150		DC-001-M11	Cristales de yeso
160		DC-001-M12	Halita

Descripción de litología en el pozo DC-001 del Salar de Coipasa



Centro de Investigación Desarrollo y Pilotaje "CIDYP" La Palca

Ciudad de Potosí

UBICACION CENTRO DE INVESTIGACION, DESARROLLO Y PILOTAJE "CIDYP" LA PALCA - POTOSI (GNRE)

REFERENCIAS	
	"CIDYP"
	POBLACIONES
	CAMINOS
	RIOS
	Via Ferrea
	Ciudad de Potosí
	PISCINAS

MAPA DE UBICACION - GRAL.

GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORITICOS



Ensamblado experimental de baterías de Litio en La Palca-Potosí



5. Planta Piloto de Baterías de Litio

En el complejo industrial de La Palca, provincia Tomás Frías del Departamento de Potosí, en la mañana del 17 de febrero de 2014, el Presidente Evo Morales, inauguró la Planta Piloto de Baterías de Ion Litio.

"Si tenemos la reserva más grande Litio en el mundo, por qué no tener la industria más grande del Litio, y eso está en nuestras manos, es cuestión de trabajar de manera conjunta y organizarnos, la meta es tener la industria más grande del Litio en el mundo", señaló el Presidente Morales.

En este tiempo la GNRE ha desarrollado la producción experimental de baterías de ión Litio para teléfonos móviles y vehículos eléctricos, la combinación de esta cadena productiva, nos avizora brillantes perspectivas del desarrollo de esta nueva industria energética, creemos que en un futuro próximo, Bolivia estará en una posición importante en la industrial global del Litio.

El proyecto de la Planta Piloto de baterías de ión Litio, se inicia a partir de la Resolución Ministerial N°055 del 14 de Marzo de 2011, en referencia a la Ley Financial N° 062, se determinó que de acuerdo al "Plan Nacional de Desarrollo", la ejecución del proyecto "Implementación de una Planta Piloto de Baterías de Litio en Bolivia" es de prioridad nacional y será ejecutado por la COMIBOL a través de la GNRE.



Recubrimiento de material catódico sobre colector de corriente en Planta Piloto de baterías de Litio en La Palca - Potosí

El 21 de Mayo de 2012 la GNRE suscribe un contrato con la empresa china LINYI DAKE TRADE para la provisión, instalación y puesta en marcha, bajo la modalidad "Llave en mano" con transferencia de tecnología, de una Planta Piloto de Baterías de Ion-Litio.

La inversión para la provisión, instalación y puesta en marcha de la Planta Piloto, así como la capacitación de técnicos bolivianos asciende a \$us 2.995.000,00. Por otra parte la refacción, reacondicionamiento y construcción de la infraestructura de La Palca para la Planta Piloto, fue realizada por la Empresa Potosina VBC Alianza, por un monto de \$us 715.444. Siendo la inversión total de \$us 3.710.444,00.

5.1. Cadena de ensamblado de baterías de Litio

La cadena de ensamblado de baterías de Litio, está diseñada por módulos, en una superficie aproximada de 1.600 m², los principales módulos de producción son:

- 1 Sección de mezclado de materiales
- 1 Recubrimiento de Materiales
- 1 Cortado de electrodos
- 1 Ensamblado de celdas
- 1 Llenado de electrolito
- 1 Ensamblado de baterías
- 1 Hornos y la sección de laboratorio.

Con este objetivo en términos temporales, a corto plazo, la GNRE mediante la Dirección de Baterías, ha iniciado el estudio para el proyecto de la Planta de cátodos de Litio, para la producción de material catódico de Litio a partir del Carbonato de Litio obtenido del Salar de Uyuni, en esta etapa, también se instalarán las plantas industriales de Carbonato de Litio, Cloruro de Potasio.

A mediano plazo está previsto la instalación y montaje de la Planta de materiales catódicos, como ser Óxido de Manganeso Litio (LMO) y Fosfato de Hierro Litio (LFP), que serán utilizados como insumos en las baterías de Litio; a futuro se tiene previsto la producción de Litio metálico y el desarrollo de otros procesos tecnológicos para la diversificación de esta industria.

5.2. La Industrialización de los Recursos Evaporíticos en su Fase III

La Fase III, contempla la implementación del Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CIDYP), que es el ente que reúne en su seno a las unidades que despliegan tareas de investigación a nivel piloto; compuesta inicialmente por la Planta Piloto de Baterías (PPB), la Planta Piloto de Materiales Catódicos (PPMC), y al Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT MAT-REB), para lo cual, a partir de la gestión 2012, se realizó la tramitación de un nuevo contrato de financiamiento con el Banco Central de Bolivia, mismo que fue suscrito en fecha 26 de febrero del 2014 (contrato SANO 33/2014) por la COMIBOL, Ministerio de Minería y Metalurgia y el Banco Central de Bolivia, posteriormente el primer desembolso se efectivizó en mayo del 2014, y la etapa de inscripción al presupuesto y la generación de desembolsos, dando vía libre con la aprobación correspondiente al SIGMA del proyecto "Implementación Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje CIDYP- La Palca, Potosí" a la ejecución de estos recursos a partir del 24 de junio del 2014,



Módulo de sellado de baterías de Litio de la Planta Piloto de baterías de Litio en La Palca - Potosí

La Dirección de Electroquímica y Baterías, desarrolla actividades referidas a la elaboración de proyectos relacionados a la industrialización de los Recursos Evaporíticos de Bolivia, que se encarga de supervisar, gestionar y coordinar proyectos cubriendo campos de: coordinación en planificación, presupuestario, administración técnica, logística técnica; costos, finanzas y análisis de mercado; diseño de proyectos, entre otros, referidos a baterías de litio, cátodos, electrolitos de litio y otros productos avanzados, que requieren de tecnología de punta, la cual, no dispone Bolivia. Por tanto, la única alternativa para la ejecución de este proyecto contempla necesariamente; o bien la adquisición de tecnología, o bien la alianza estratégica con empresas. Es así, que bajo este marco se sostienen gestiones con diferentes países y empresas internacionales (poseedoras de la tecnología):

5.3. Acercamientos y negociación internacional

Actualmente el Litio se constituye en un recurso de mucha importancia en el contexto internacional, especialmente en su aplicación de la industria de última tecnología, en vehículos eléctricos y otras aplicaciones, por ello el interés de algunos países en aproximarse al proyecto boliviano, para explorar posibles acuerdos con el objetivo contribuir en el desarrollo de esta industria.

5.3.1. Venezuela (Desarrollo Industria del Litio)

Desde el año 2011 la GNRE firmó diferentes acuerdos y convenios con la República Bolivariana de Venezuela para el desarrollo de proyectos conjuntos relacionados con las baterías de Litio y, en general, con los proyectos de la Fase III - Industrialización.

Bajo el marco del convenio suscrito el 26 de mayo de 2013 en Cochabamba - Bolivia entre el Centro Nacional de Tecnología Química (CNTQ), de la República Bolivariana de Venezuela y la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE) de la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) del estado Plurinacional de Bolivia, donde ambas partes se comprometen a trabajar en acciones conjuntas de Integración, Desarrollo y Formación para impulsar la industrialización del Litio (separadores, ánodos de grafito, sistema de gestión de baterías BMS y films de aluminio). Se han realizado esfuerzos para concretar las siguientes actividades conjuntas:

- 1 Desarrollo de separadores para baterías de Litio.
- 1 Desarrollo de componentes electrónicos para la producción de "Battery Managment Systems" (BMS).
- 1 Desarrollo de materiales de ánodo para baterías de Litio a base de grafito.
- 1 Desarrollo de filmes de aluminio de alta pureza para colectores de corriente catódicos

Aspectos que consolidan el equipo técnico Binacional en pro de impulsar el intercambio Científico-Técnico, entre los que se destaca:

Técnico de la GNRE operando la enrolladora semiautomática de celdas de Baterías de Litio





Representantes de la delegación holandesa con personal de la Dirección de baterías de la GNRE

- 1 Contacto con la Fundación Instituto de Ingeniería para el Desarrollo Tecnológico (FIIDT)
- 1 Realización de videoconferencias con equipo técnico binacional (GNRE-COMIBOL, CNTQ y FIIDT)
- 1 Análisis y Caracterización de Foil de Aluminio, Cobre y Muestras de Grafito de la Planta Piloto de Baterías de litio de Potosí en el Instituto Venezolano de Investigaciones FIIDT.
- 1 Intercambio técnico entre profesionales del CNTQ y la FIIDT para la Planta Piloto de Baterías en La Palca Potosí.

5.3.2. Holanda (Plan Maestro)

Desde el año 2011 el Gobierno de Holanda ha mostrado interés en el proyecto de industrialización de los recursos Evaporíticos de Bolivia. Un consorcio holandés de empresas presentó una propuesta para la implementación del proyecto piloto de baterías de Litio; la cual fue descartada por exceder el precio referencial y por no contener la propuesta la información requerida en los términos de referencia; sin embargo, desde entonces la GNRE sigue manteniendo discusiones para la participación conjunta en un proyecto de baterías de Litio; así como en temas relacionados con la implementación de un centro de investigación y desarrollo. En una primera instancia, representantes de la GNRE se reunieron en la ciudad de Cochabamba con representantes de la firma GAIA; en dicho encuentro se ratificó el interés conjunto de profundizar en la definición de proyectos conjuntos. Bajo el memorándum de entendimiento entre el consorcio Holandés y la GNRE- COMIBOL, suscrito en la gestión 2012 para la industrialización del Litio, es así que el 2013 se presenta a la GNRE un "PLAN MAESTRO" propuesto por el consorcio holandés:

- 1 Planta Industrial de Baterías de ion Litio: mediante una adquisición tipo "llave en mano" o mediante asociación (sujeto a negociación) para adquirir el "know how", conjuntamente se debe establecer el mercado (Nacional, Regional y Mundial) para la comercialización de las baterías de litio obtenidas en ésta planta.
- 1 Laboratorio de Investigación sobre baterías de ion Litio: que será parte del centro de Investigación en Ciencia y Tecnología en Materiales y los Recursos Evaporíticos

de Bolivia (CICYT MAT-REB), que la GNRE ya está implementando en La Palca - Potosí.

- 1 Programa de Capacitación y Formación: que comprende Capacitación y Educación para el personal boliviano en el manejo de los equipos especializados, y la formación de profesionales bolivianos, para profundizar trabajos de tesis para estudiantes de maestría.

Durante la gestión 2014 se abordaron varias reuniones vía online para seguir coordinando y afianzando el proyecto planteado "PLAN MAESTRO" en beneficio de la GNRE-COMIBOL, actualmente se van desarrollando actividades conjuntas para:

- 1 Adquisición de equipos especializados que serán parte del CICYT MAT-REB,
- 1 Diseño del centro de investigación que albergara a todos los equipos de análisis y al plantel operativo.
- 1 Programa de capacitación a profesionales bolivianos en la Universidad de la TU DELFT (Holanda)

5.3.4. Finlandia (PLAN AURINKO)

En el mes de junio del 2014, la empresa "TESPACK" de Finlandia hace llegar a la GNRE una Propuesta Preliminar y general de desarrollo entre Tespack y el Estado Plurinacional de Bolivia" denominada "PLAN AURINKO, que comprendía lo siguiente:

- 1 Planificación y ejecución de una Planta Industrial de extracción y tratamiento de Litio (desde la materia prima hasta un producto terminado-portafolio de productos eléctricos que se basan en batería portátiles de 12Ah, 20Ah, 30Ah)
- 1 Planta de Purificación de agua Industrial para fábrica de Litio
- 1 Consultoría general en Tecnología para el Estado Plurinacional de Bolivia
- 1 Planta de Paneles Solares y Energía Fotovoltaica con 200MW de capacidad
- 1 Centro de Estudio de paneles solares y energía fotovoltaica
- 1 Plan de Educación Tecnológica (Illimani: Mochila del profesor rural- panel solar, batería, localizador GPS, Modem para internet, proyector portátil).

Parte del personal de la Planta Piloto de baterías de Litio en La Palca - Potosí





Equipo de recubrimiento para el secado de materiales catódicos y anódicos a temperatura diferenciada.

Es así que, en el mes de agosto del 2014 se tuvo la visita de una comisión de la empresa Tespack a instalaciones de la Planta Piloto de Baterías, donde se acordó que esta empresa elaboraría un proyecto que este más acorde a la realidad y las necesidades de la GNRE.

En el mes de octubre del 2014, se hace llegar a la GNRE (vía correo electrónico) una propuesta de negocios, la cual, a la fecha se encuentra en etapa de análisis y evaluación

5.3.5. Austria (Emprendimiento conjunto materiales catódicos)

Desde el 2012, la empresa Andritz de Austria tiene la intención de llevar adelante un emprendimiento conjunto con la GNRE, para la instalación de un proyecto piloto de materiales catódicos mediante el método de "Spray Roasting", para lo cual se contemplan en el nuevo contrato suscrito con el BCB:

- 1 Recursos Económicos para afrontar parte de éste emprendimiento
- 1 Existe una propuesta de un estudio a diseño final (extra oficial)
- 1 Se debe realizar un análisis técnico, legal y jurídico antes de que se negocie el costo del Estudio de Factibilidad, además, la propuesta de ANDRITZ no es oficial ni establece ningún mecanismos para garantizar el cumplimiento del mismo.

5.3.6. Francia, (Comisión para la Energía Atómica y Energía Alternativa-CEA)

A mediados de noviembre, en un espíritu de cooperación y buena voluntad, se firma una Carta de Intenciones entre el Ministerio de Hidrocarburos y Energía de Bolivia, y la Comisión para la Energía Atómica y Energía Alternativa de Francia, para definir programas que permitan el desarrollo de las capacidades técnicas y científicas, así como un sistema industrial integrado de innovación para el desarrollo industrial.

La Carta de Intenciones fue suscrita por los dos países se refiere al Litio, establece que ambas partes "identificarán el campo de común interés en el procesamiento del Litio".



De izquierda a derecha, por Francia: Florence Lambert, Directora del Laboratorio de Innovación para las Energías Nuevas y los Nanos Materiales, Frédéric Journes, Director de Estrategias y Asuntos Internacionales Comisionado para la Energía Atómica y Energía Alternativa, por Bolivia: Cesar Navarro Ministro de Minería y Metalurgia, Luis Alberto Echazú, Gerente Nacional de Recursos Evaporíticos y Hortensia Jiménez, Viceministra de Electricidad y Energías Alternativas

Los temas de cooperación contempla el desarrollo de programas en toda la cadena de valor, desde el Carbonato de Litio hasta los sistemas de baterías, entre ellos:

- 1 Programas de Investigación y Desarrollo para la innovación, principalmente enfocados en materiales activos, celdas/módulos y baterías "pack", sistemas electrónicos, incluyendo el manejo de residuos, reciclaje y gestión ambiental.
- 1 Un programa de capacitación de largo plazo, en toda la cadena de valor del Litio, con diferentes niveles de especialidad.
- 1 El desarrollo de plataformas tecnológicas que incluye etapas de pilotaje.
- 1 Desarrollo con una visión de mediano plazo para la industria del Litio en Bolivia.

El Acta de Intenciones fue suscrito por el ministro de Minería y Metalurgia, César Navarro, y la directora del Laboratorio de Innovación para las Energías Nuevas y los Nanos Materiales (Liten), Florence Lambert.

5.4. Planta Piloto Baterías de Litio

En base a la estrategia planteada por la GNRE-COMIBOL para industrializar los recursos evaporíticos de Bolivia, se determina realizar la adquisición de una Planta Piloto de Baterías de Litio, con el propósito de alcanzar los siguientes objetivos:

- 1 Recibir una Transferencia de Tecnología (Know-How) en baterías de ion-Litio
- 1 Capacitar a técnicos bolivianos
- 1 Entender la tecnología de baterías de ion-Litio
- 1 Desarrollar nueva tecnología a partir de la tecnología transferida

Las gestiones para realizar la implementación de esta Planta Piloto, comenzaron el mes de agosto del año 2011 y en fecha 21 de mayo del año 2012 la GNRE-COMIBOL y la empresa China LINYI DAKE TRADE CO. LTD firmaron un contrato para la provisión, instalación y puesta en marcha, con transferencia de tecnología de una Planta Piloto de Baterías bajo la modalidad "llave en mano".

Las tecnologías adquiridas permiten el ensamblado de los siguientes tipos de baterías:



Baterías para bicicletas (10Ah/24V)



Baterías para celulares (0.8Ah/3,7V)

A continuación de manera cronológica se presenta las actividades llevadas a cabo para alcanzar los objetivos mencionados.

5.4.1. Capacitación de técnicos bolivianos en China

Para contar con personal capacitado que dirija las operaciones de la Planta Piloto, la empresa LINYI DAKE TRADE CO. LTD realizó la capacitación de dos profesionales de la GNRE-COMIBOL en la República Popular de China en el mes de septiembre.

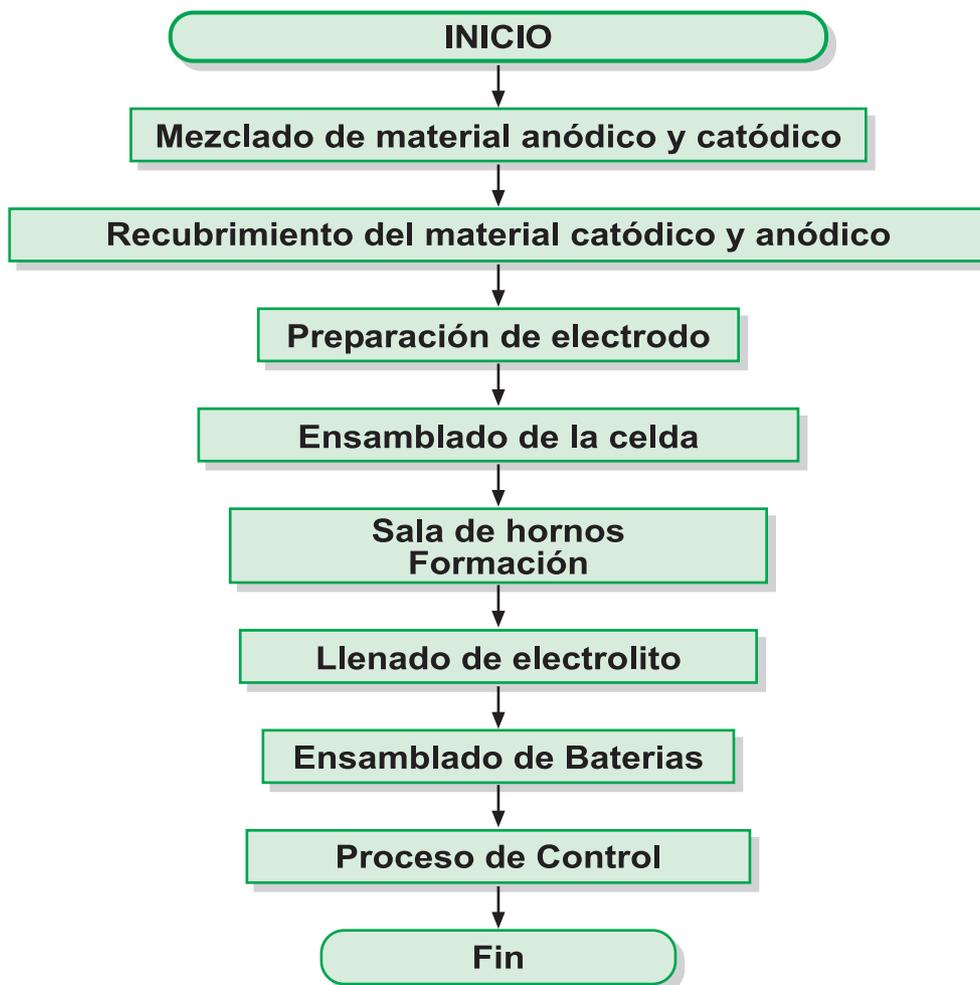
La capacitación recibida por los dos profesionales bolivianos, marcó un primer hito histórico para Bolivia, debido a que por primera vez, profesionales bolivianos accedieron a las tecnologías utilizadas para la manufactura de baterías de ion-Litio a escala industrial en unos de los países pioneros en esta área.

5.4.2. Instalación, calibración de equipos y transferencia de tecnología

Tras un periodo de recepción de equipos e insumos y tras la llegada a Bolivia de 10 técnicos chinos de la empresa LINYI DAKE TRADE CO. LTD, en el mes de diciembre del año 2013 se procedió con la instalación y montaje de los equipos de la Planta Piloto de baterías de Litio, en la Palca-Potosí.

Posteriormente en el mes de enero del año 2014 se realizó la calibración para la línea de producción de baterías para celulares modelo NOKIA BL-4U de 800 mAh, y en el mes de febrero se realizó la calibración de equipos de la línea de producción de las baterías de alta capacidad, modelo e-bike de 10 Ah.

El flujograma general para el ensamblado de las baterías de celular y de e-bike se presenta a continuación:



Realizado el proceso de calibración, los técnicos de la GNRE-COMIBOL, ensamblaron las primeras baterías de ion-Litio a escala piloto. Este hecho marcó un segundo hito histórico para Bolivia

5.4.3. Inauguración de Planta Piloto por el Presidente Morales

Tras la finalización de las actividades referidas a la instalación, calibración y puesta en marcha, en fecha 17 de Febrero, el Presidente Evo Morales realizó la inauguración oficial de la Planta Piloto.

5.4.4. Capacitación y entendimiento de la tecnología

Teniendo a disposición la Planta Piloto y con presencia de dos técnicos especialistas de la empresa LINYI DAKE TRADE, desde el mes de febrero hasta el mes de junio se recibió la capacitación en aspectos tales como proceso de producción, variables, parámetros y manejo de equipos, de tal manera que el personal técnico boliviano entiende todos los aspectos referidos al ensamblado de baterías de ion-Litio para ser autosuficientes.

El tiempo de entrenamiento culminó el día 18 de Junio de 2014, habiendo realizado manufactura de baterías de 800 mAh, packs de baterías para bicicletas eléctricas, además de las siguientes configuraciones:

CONFIGURACIONES

N°	PACK	CONFIGURACION	CAPACIDAD (Ah)	VOLTAJE (V)	ENERGIA (Wh)	CANTIDAD BATERIAS/PACK	TOTAL BATERIAS	
1	1	6s2p	20	19,2	384	12	12	
2	1	14s2p	20	44,8	896	28	28	
3	1	2(8s2p)	40	51,2	2048	64	64	
4	1	24s	10	76,9	769	24	24	
5	1	2(16s2p)	40	102,4	2048	64	64	
6	1	6s	10	18	180	6	6	

5.4.5. Generación de nueva tecnología

En función a los intereses mostrados por empresas nacionales, a la fecha la planta piloto de baterías viene realizando trabajos para la aplicación de las baterías ensambladas en otras áreas de interés (sistemas de almacenamiento y en otro tipo de vehículos) y su evaluación para una posterior producción.

Por otra parte, gracias al laboratorio con el que cuenta la Planta Piloto, un equipo de investigadores bolivianos especializados (profesionales capacitados por la empresa china LINYI DAKE, profesionales especializados en Japón y en Brasil) viene realizando trabajos de investigación sobre los diferentes componentes de las baterías de ion-litio, de tal manera que estos puedan ser obtenidos con materia prima boliviana.

5.5. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Recursos Evaporíticos de Bolivia

Con el objetivo de impulsar el desarrollo científico en el ensamblado de baterías en nuestro país, se implementa el Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de los Recursos Evaporíticos de Bolivia (CICYT MAT-REB) en La Palca-Potosí, con el apoyo y uso de equipos de análisis y caracterización de materiales de última tecnología, para el desarrollo y promoción de investigaciones en beneficio del progreso científico y tecnológico del país.

5.6. Equipamiento de laboratorios

El Centro de Investigación, inicialmente comenzó sus actividades con los equipos adquiridos en gestiones anteriores:

- 1 Microscopio electrónico de barrido (SEM)
- 1 Potenciostato
- 1 Glove Box
- 1 Equipamiento - Equipo Menor: (balanzas, pH metros, destiladores de agua).

Instalación del equipo al vacío Globebox en Planta Piloto de baterías





Ensamblado experimental de baterías de Litio en Planta Piloto de La Palca - Potosí.



Por la necesidad de avanzar, conocer a profundidad el proceso tecnológico de la industria de baterías de Litio, en la gestión 2014 se equipó con otros instrumentos especializados, para llevar adelante tareas de investigación y soporte a las actividades de la GNRE como:

- 1 Difractómetro de Rayos-X (DR-X) D8 Advance A25 de la marca Bruker fue adquirido a la empresa Bruker Division Brasil, por la suma de Bs. 1.496,400. El equipo es empleado para el análisis químico, mineralógico y estructural de fases solidas cristalinas en muestras en forma de polvo, películas, cristales de una amplia gama de materiales, de forma cualitativa y cuantitativa.



- 1 Espectroscopia de Emisión Óptica por Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-OES) iCAP 7200 Duo de la marca Thermo Scientific fue adquirido a la empresa Icorp S.R.L., por la suma de Bs. 760.032,00. El equipo ICP-OES permite detectar y determinar cuantitativamente la mayoría de los elementos químicos de una amplia variedad de tipos de muestras a niveles traza y ultratrazo cuantitativa.



- 1 Espectrómetro de Absorción Atómica con Horno de Grafito (GFAAS) PinAAcle 900H de la marca Perkin Elmer fue adquirido a la empresa Beco Internacional Ltda., por la suma de Bs.- 658.500,00. El equipo permite trabajar con muestras de volumen muy reducido (inferior a 100 μ L) o directamente sobre muestras orgánicas liquidas. Las técnicas empleadas pueden llegar en su determinación a niveles de ppb por su elevada sensibilidad.

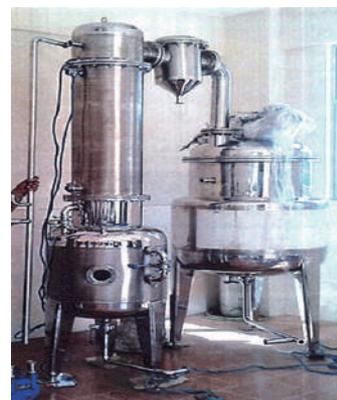
- 1 Molino de Bola Planetaria Pulverisette 6 de la marca alemana Fritsch fue adquirido a la empresa Leso Industrial S.R.L., por la suma de Bs.- 214.410,00 Bs. El equipo es empleado para la mezcla, homogeneización y recubrimiento de diferentes precursores mediante procesos en seco y húmedo para la obtención de materiales de interés en baterías de ion-litio, materiales de interés energético y otros.



Todos los equipos adquiridos fueron instalados, calibrados, además de la capacitación del personal científico-técnico en las distintas áreas de aplicación, por personal técnico altamente calificado por la empresa proveedora, en los laboratorios del CICYT MAT-REB, en La Palca - Potosí. Así mismo, se adquirió equipamiento para la etapa de la síntesis de materiales catódicos de $\text{LiM}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ y $\text{LiM}_x\text{Mn}_{2-x}\text{O}_4$, materiales de interés para baterías de ion-litio, y otros proyectos futuros.

Por último, se encuentra en etapa de envío un sistema de cristalización, sistema de secado y sistema de filtrado para apoyar a la purificación y cristalización del carbonato de litio:

- 1 El sistema de cristalización fue adquirido de la empresa HANGZHOU SEMYA MACHINERY, por medio de la empresa Industry Solutions que tiene un costo de Bs. 191.385,00 Bs.



- 1 El sistema de secado modelo FLS, adquirido de la marca JIANGYIN KAIYUE por medio de la empresa Industry Solutions, que tiene un costo de Bs.285.500,00.



- 1 El sistema de Filtrado modelo F, que fue adquirido de la marca LIAOYANG TIANXING por medio de la empresa Industry Solutions, que tiene un costo de Bs. 130.000,00.



5.7. Resultados obtenidos en investigación

5.7.1. Producción de Carbonato de Litio grado batería

El trabajo que desarrollo la Dirección de Electroquímica y Baterías, GNRE-COMIBOL para la obtención de Carbonato de Litio grado batería, se inicia con el producto de la actual Planta Piloto que está produciendo Carbonato de Litio "grado comercial" 90.5% de pureza.

1 Acomplejamiento de Salmueras

En esta etapa se prepara una salmuera saturada mediante la adición de agua des ionizada, la cual es sometida a un acomplejante "Y", el cual permite la reducción de las impurezas "M⁺⁺" presente el carbonato de litio grado comercial.

Estabilidad del complejo con las impurezas



1 Re-cristalización

La re-cristalización es la etapa donde se realiza la obtención de carbonato de litio donde el tamaño de cristal es controlado y se obtiene un producto de grado batería 99.5 % de pureza con una humedad aproximada de 0.4 %.

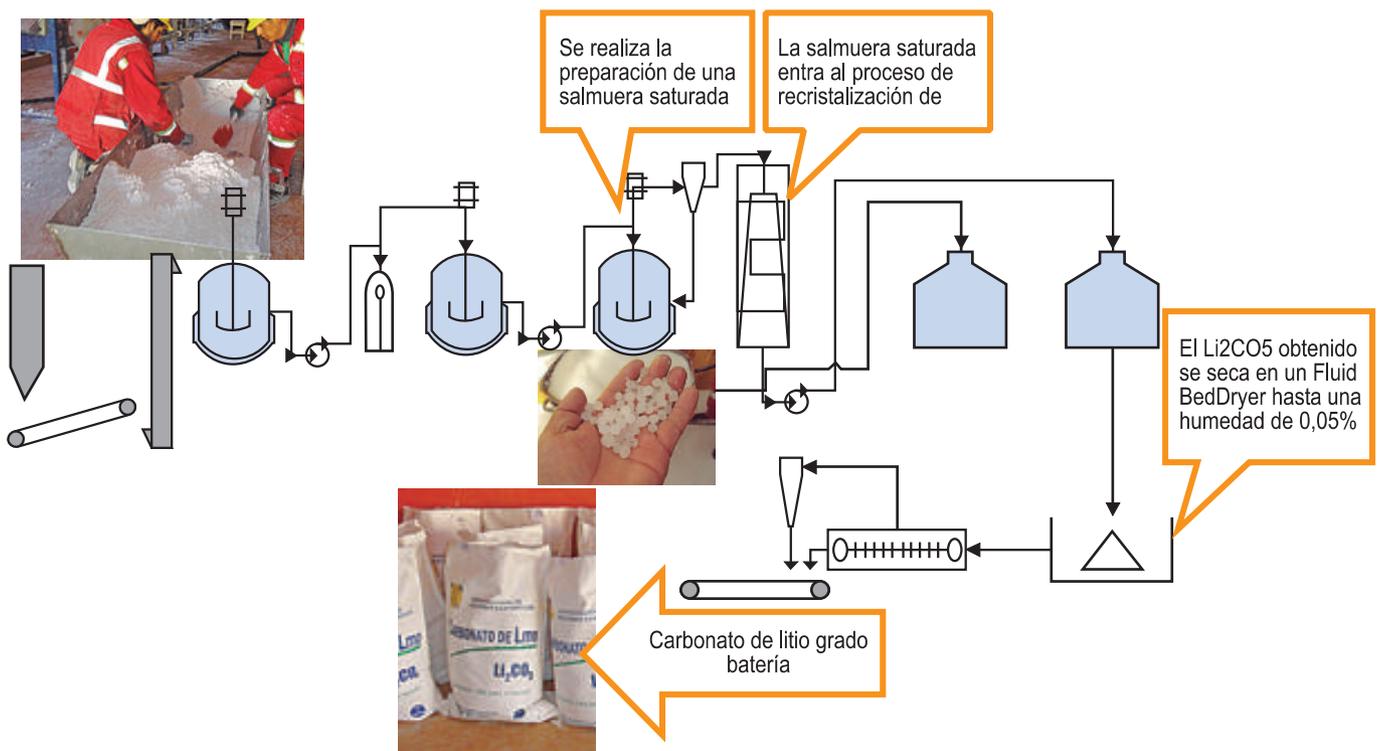


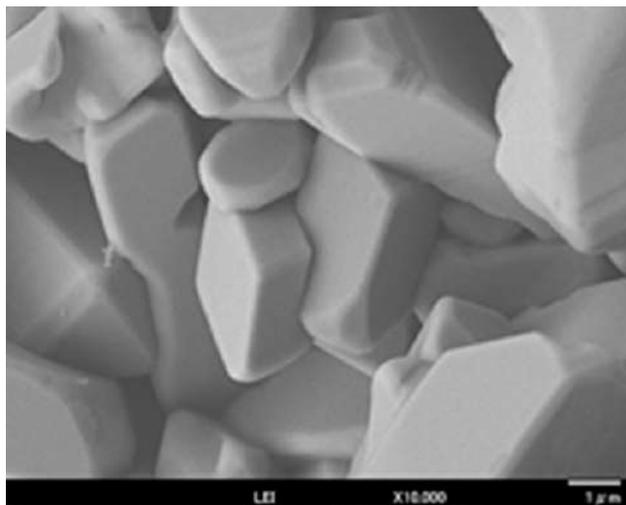
Diagrama del proceso para la purificación del Li_2CO_3 comercial a grado Batería 99.5%

Análisis de la composición del producto:

	Li	Mg	K	Na	Ca	SO ₄	Cl	CO ₃	H ₂ O
(%)	18,68	0,0011	0,0007	0,001	0,0006	<0,037	<0,02	80,5	0,4

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la GNRE-LLipi

Micrografías del producto obtenido realizadas con el Microscopio Electrónico (SEM) son partículas que no sobrepasan los 10 micrómetros de tamaño.



Fuente: Laboratorio de Análisis de la GNRE-LA PALCA

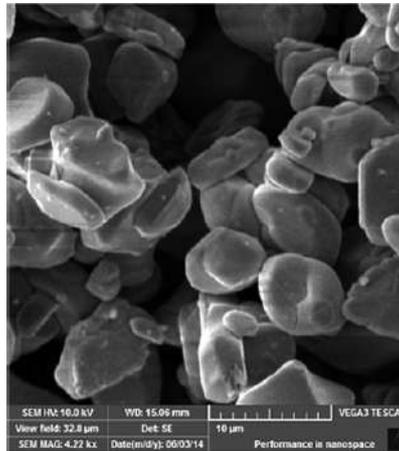
Trabajo desarrollado e implementado por los investigadores de la Dirección de Electroquímica y Baterías. GNRE-COMIBOL, que actualmente está trabajando de manera conjunta y dando soporte a la dirección de operaciones.

5.7.2. Investigación en baterías

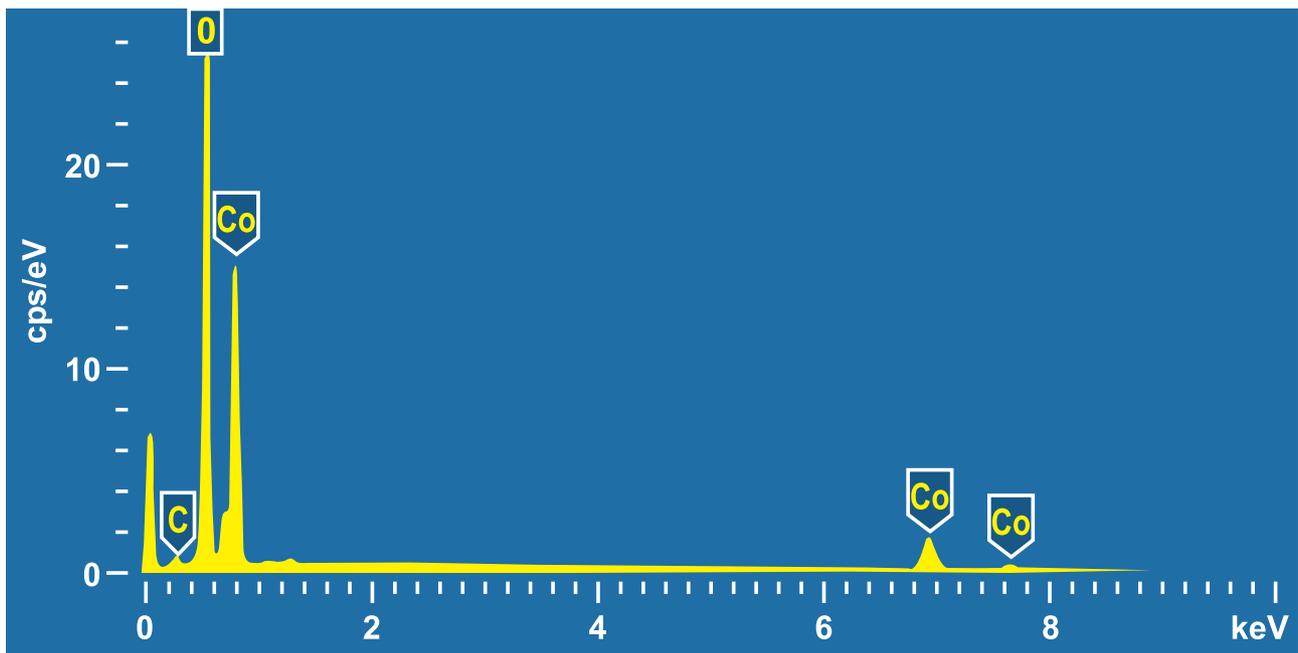
Para dar inicio a los estudios de investigación en el campo de las Baterías de ion Litio, inicialmente se realiza la caracterización de todos los materiales que actualmente se utilizan en la Planta Piloto de Baterías:

- 1 Fosfato de Hierro Litio LFP
- 1 Oxido de Cobalto Litio LCO
- 1 Grafito artificial en polvo AGP
- 1 Grafito BTR
- 1 Carbón KS6
- 1 Negro de carbón Super-P
- 1 Carboximetil celulosa CMC
- 1 Polifluoruro de vinilideno PVDF
- 1 Colector de Cobre Cu
- 1 Colector de Aluminio Al
- 1 Separador

Se realizó el análisis en un equipo de microscopia electrónica de barrido (SEM) y por microscopia de energía dispersiva (EDS), como se pueden apreciar en las figuras:



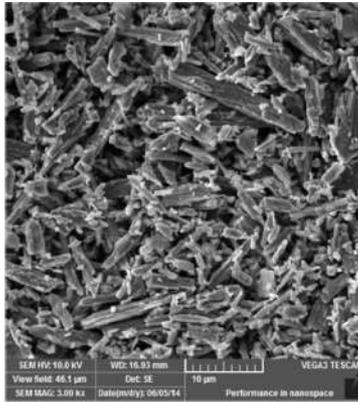
Micrografía LCO a 10 KV, magnificación a 858.



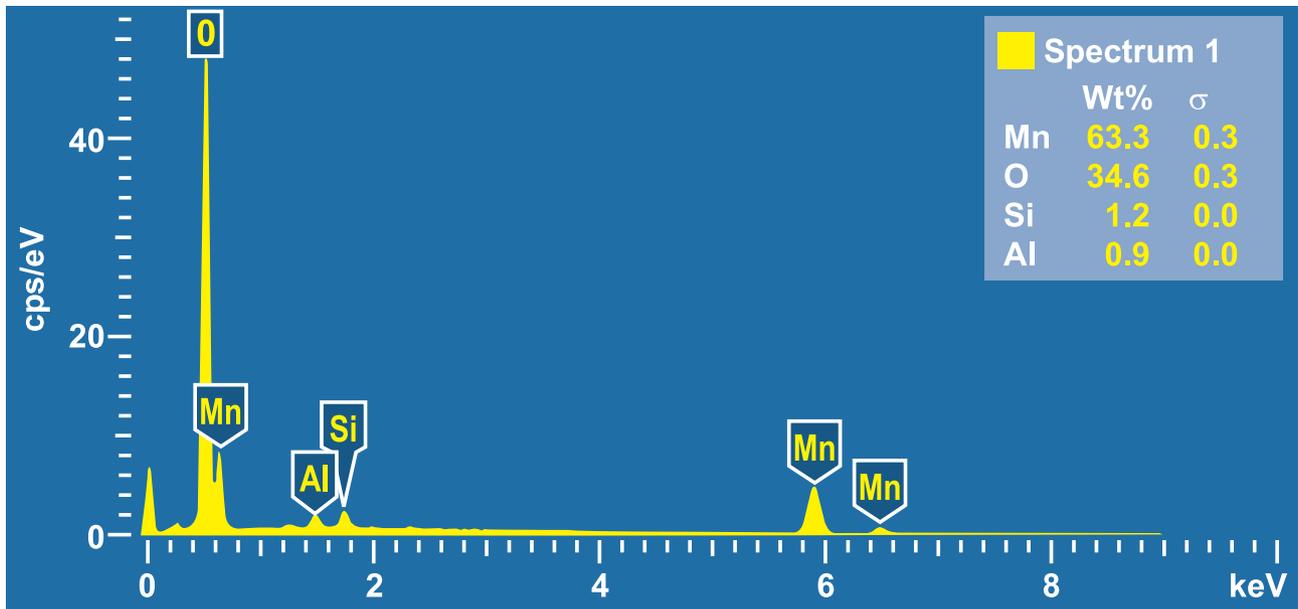
Espectro EDS del material catódico LCO

Realizándose el respectivo análisis de cada uno de los materiales, para dar inicio a la síntesis de nuevos materiales para la elaboración de baterías con materia prima boliviana.

Posteriormente se realiza la síntesis del material catódico LMO por medio de reacción en estado sólido a partir del Li_2CO_3 de la Planta de Llipi, como uno de los precursores, caracterización por los métodos de: microscopía electrónica de Barrido (SEM), espectroscopia de energía dispersiva (EDS) y Difracción de Rayos X, ensamblar una celda de ion litio con el cátodo obtenido LMO como electrodo de trabajo y finalmente la caracterizar electroquímicamente las propiedades de la celda por medio de un Potenciostato/Gavanostato/ZRA, obteniéndose los siguientes resultados:

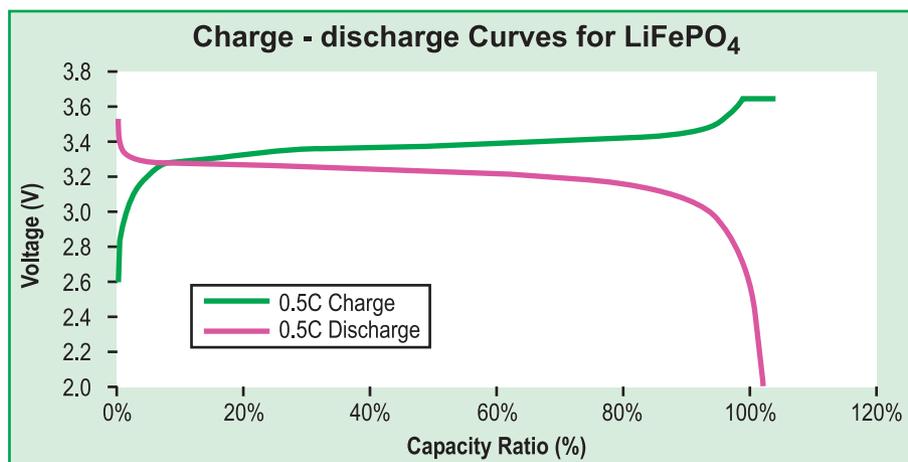


Micrografía a 10 kV, magnificación a 3 Kx del LiMn₂O₄

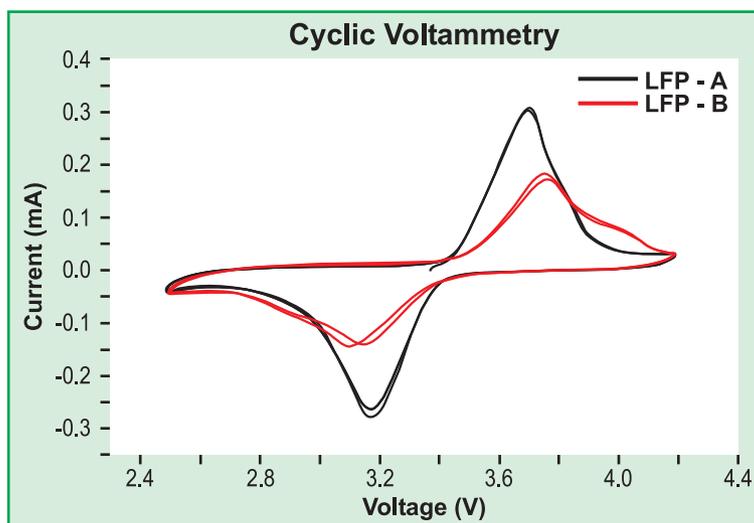


Espectro EDS LiMn₂O₄

Una vez sintetizado el material catódico con el Carbonato de Litio purificado por el CICYT MAR-REB, se realiza el ensamblaje de las baterías en una celda botón de la serie CR2032, a la cual se realiza las pruebas electroquímicas; carga y descarga, ciclo voltametría.



Carga y descarga de una batería de ion Litio



Ciclovoltametría a 0.1 mV/s

Estas fueron las pruebas que se necesitaron para la caracterización del material catódico y de las baterías que tiene como precursor el Carbonato de Litio boliviano, dando resultados de mayor capacidad al desarrollado por la planta Piloto de Baterías.

Finalmente, además de las actividades de gestión, operatividad e investigación, se tienen algunos otros aspectos de relevancia.

5.8. Cursos de Capacitación Especializada en Baterías de ion Litio, en la Palca - Potosí

La GNRE fue beneficiaria del "Programa de Desarrollo del Litio en Bolivia BO-T1132", donde el BID cofinanció mediante el Convenio de Cooperación Técnica no Reembolsable ATN/SF-12152-B, en ese marco la GNRE y dentro de sus políticas de capacitación permanente de su personal técnico, desarrolló Cursos De Capacitación Especializada en Baterías de ion Litio, para la Capacitación teórica-práctica de los investigadores del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y Recursos Evaporíticos CICYT MAT-REB, Operadores de la Planta Piloto de Baterías PPB y personal técnico de la GNRE.

Se contrataron a tres expertos internacionales altamente calificados en el ámbito de la investigación referente a las baterías de ion Litio, que impartieron los siguientes cursos especializados en Baterías de Ion Litio:

5.8.1. Diseño y desarrollo de baterías de ion Litio, PHD. HEIDY VISBAL, Universidad de Kyoto - Japón

En este curso se abordó desde los elementos básicos de las baterías, diseño y desarrollo de baterías de ion Litio, procesos industriales, tecnologías actuales y diferentes sugerencias de know-how en la industria, así como la seguridad industrial, y en la parte práctica se sintetizaron materiales catódicos y electrolitos sólidos.



Inauguración curso teórico - práctico Expositor PhD. Visbal (Universidad de Kioto)

5.8.2. Síntesis y caracterización de materiales anódicos y/o catódicos Msc. Juan Pablo Padilla, Universidad de Maryland-EE.UU.

En este curso se abordó sobre técnicas de síntesis y caracterización de materiales catódicos y anódicos para baterías de Ion-Litio, fundamentalmente en el manejo e interpretación de las micrografías del microscopio electrónico de barrido (SEM) y espectroscopia de dispersión de energía (EDS).



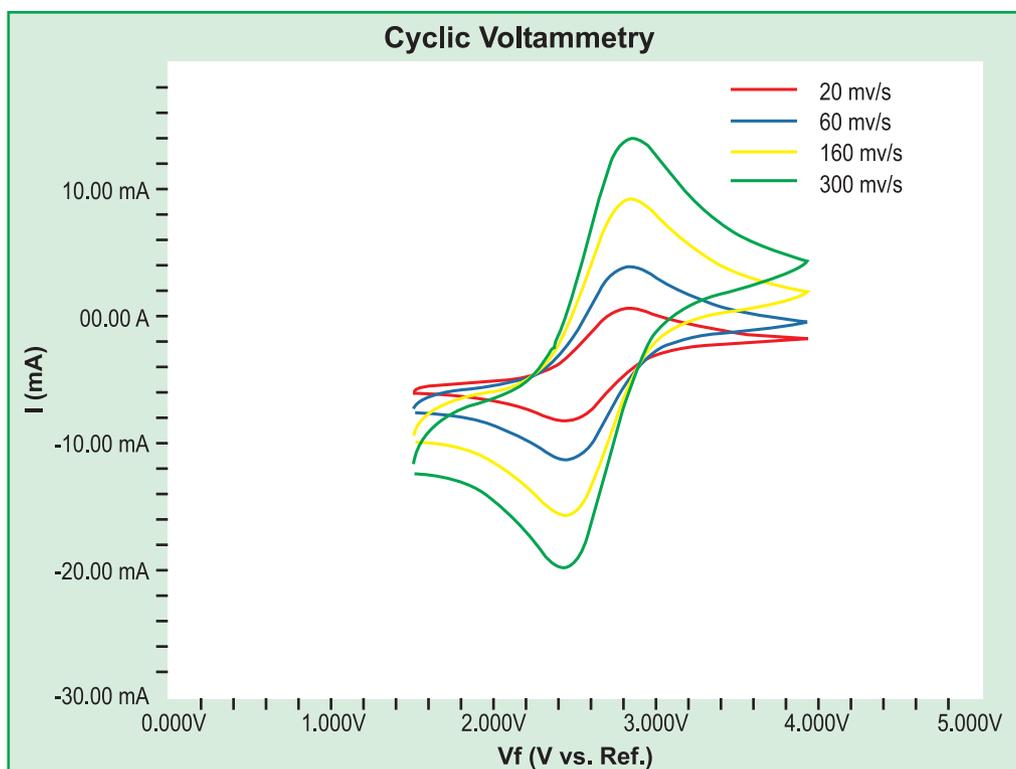
Taller experimental de síntesis de material catódico LFP/C y electrolito del tipo LiBOB

5.8.3. Electroquímica de baterías de ion Litio, Phd. Marcelo Videa Vargas, Tecnológico de Monterrey-México

Se abordó temas relacionado a la electroquímica de las baterías de ion Litio, entre estos la termodinámica, cinética, y fundamentalmente sobre las técnicas electro analíticas (cronoamperometría, cronopotenciometría, voltamperometría cíclica y análisis de impedancia), haciendo uso particular del potenciostato/galvanostato.



Inauguración curso teórico - práctico Expositor PhD. Marcelo Videa, Tecnológico de Monterrey-México



Estudio experimental, mediciones electroquímicas (pruebas de desempeño)



Técnicos de la Planta Piloto de baterías de Litio mostrando su producción experimental de baterías

5.9. Pruebas piloto de aplicabilidad baterías de alta capacidad 10 Ah ensambladas en La Palca

A partir del mes de febrero del 2014, la GNRE recibió diversas solicitudes para reuniones con diferentes entidades, para tener "acercamientos" con el fin de probar el desempeño y aplicabilidad de las baterías de Litio de alta capacidad (10 Ah y 3,2 V) obtenidas en la Planta Piloto de Baterías, además de la aplicación inicial en bicicletas eléctricas, donde los más relevantes son:

5.9.1. Empresa PHOCOS - Bolivia

Se realizaron reuniones de coordinación e intercambio de información con la Empresa PHOCOS, en primera instancia, se pudo adquirir información respecto a:

- 1 En Bolivia existen:
 - o 500.000 familias sin acceso a Energía Eléctrica - 15.000 comunidades
 - o 35.000 sistemas solares (fotovoltaicos instalados) - más de la mitad no se encuentran en funcionamiento
 - o 15.000 comunidades
- 1 En el área de educación:
 - o Existe demanda por "Acumuladores de Energía - Power Banks" por la Federación de Maestros

Por lo que se tomó la decisión de llevar adelante un emprendimiento conjunto que comprende: 1) Pruebas Piloto de baterías de ion-Litio aplicados en sistemas fotovoltaicos, y 2) Aspecto Social con la provisión de Energías alternativas en Educación el cual consta de:

- o En primera instancia se tiene prevista la instalación de 10 sistemas para ser evaluados en los siguientes 6 meses
- o Se pretende instalar entre 15 - 20 sistemas en diferentes unidades educativas del país para apoyar la iniciativa del Gobierno de mejorar el trabajo docente; para lo cual, se instalaron sistemas denominados "Litio Solar" en:

- Unidad Educativa Ibarecito - Comunidad Yuracaré,
- Unidad Educativa "Nataniel Verduguez" - Localidad de Pasorapa.

En los que, se utilizó herramientas tecnológicas (uso de laptop y señal antenna satelital, con la ayuda de una proyectora), soportadas por el sistema de energía alternativa a base de Litio (panel solar fotovoltaico, "proporcionado por la empresa PHOCOS" y batería de Litio proporcionada por la GNRE).

Por otra parte, los representantes de la empresa PHOCOS mostraron mucho interés y optimismo en llevar adelante el emprendimiento de afrontar la necesidad de uso de herramientas tecnológicas en el área de la educación en regiones rurales, con el uso de paneles solares fotovoltaicos complementados con pack de baterías de Litio obtenidos en la Planta Piloto de Baterías.



5.9.2. Proyecto LiTO40 - Argentina

A partir del mes de mayo, el representante del Proyecto denominado "TRAVESÍA SUSTENTABLE LITIO 40" - Martin Dalponte, toma contacto con la GNRE para intercambiar criterios y conocer la factibilidad de emplear baterías de alta capacidad (10 Ah y 3,2 V) ensambladas en la PPB en este proyecto; en el cual se pretende difundir el uso de vehículos con energía alternativa y demostrar que es posible recorrer grandes distancias, utilizando medios de transporte sustentables desarrollados en la región (basados en la línea de desarrollar productos sustentables, con énfasis en la innovación tecnológica, la inclusión, el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas). El mismo, incluye la realización de acciones promocionales a lo largo de todo el recorrido y la producción de un documental de alta calidad que será difundido a nivel internacional. Adicionalmente, se realizarán pruebas y controles de funcionamiento de la batería a lo largo de todo el recorrido.

Por lo que, la colaboración entre la GNRE-COMIBOL y el PROYECTO LiTO40 es la ocasión para hacer una exigente prueba de campo en diversidad de situaciones de uso reales. En este caso, se cuenta con la tecnología que permitirá facilitar el acceso

a toda la información de monitoreo de la batería de litio y sensores de uso específico que se deseen instalar; esto es posible hacerlo en forma remota y en tiempo real a través de un circuito privado basado en internet (travesía inédita), que desafía a recorrer la mítica Ruta 40 de Argentina utilizando el vehículo eléctrico LiTO. Es una prueba de confiabilidad técnica que recorre 5.000 Km, atravesando increíbles paisajes y desafiando todos los climas. En la actualidad se encuentra en etapa de intercambio de información técnica para el diseño y ensamblaje de 1 sistema de baterías de alta capacidad - Pack de baterías fosfato de hierro litiado (LFP) que comprenderían 900 Unidades de baterías de 3,2 V y 10 Ah - (30 packs de 30 celdas - capacidad de 192 V y 150 Ah).

5.9.3. Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - Bolivia

En el mes de agosto del 2014, la GNRE toma conocimiento (por parte del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - VEEA) de la "Demanda de Baterías de Litio en Proyectos de Energías Alternativas en el Área Rural", con el propósito de universalizar el servicio eléctrico en áreas rurales, para atender a más de 175.000 viviendas y 1.700 establecimientos de infraestructura social (educación y salud) a través de sistemas fotovoltaicos, entre las gestiones 2014 - 2020.

La Planta Piloto de baterías instalada en la Palca - Potosí, no tiene dentro de sus objetivos la comercialización de la producción de baterías a obtenerse en la misma, al afrontar conjuntamente la GNRE y el Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, el emprendimiento de Baterías de Litio en Proyectos de Energías Alternativas en el Área Rural, es una opción muy interesante tanto para la GNRE-COMIBOL para apoyar la estrategia que hoy por hoy se lleva adelante por el gobierno como mandato presidencial.

Concentración en acto de inauguración de la Planta Piloto de Baterías de Litio (febrero 2014).



5.10. Formación de recursos humanos especializados en industrialización de los recursos evaporíticos

Este emprendimiento junto con otros (requerimiento de baterías de Litio), hace considerar muy seriamente la pronta implementación (antes de lo previsto) de una Planta Industrial de: Ensamblado de Baterías y Síntesis de Materiales Catódicos (principalmente y en una primera etapa), para lo cual se tienen el siguiente detalle:

- 1 Se suscribe la Carta de Intenciones entre los siguientes institutos de investigación de la Universidad Mayor de San Andrés - UMSA (de la Facultad de Ciencias Puras y Naturales: el Instituto de Investigaciones Químicas- IIQ y el Instituto de Investigaciones Físicas - IIF, de la Facultad de Ingeniería: el Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos- IIDEPROQ, el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y de Materiales- IIMETMAT, el Instituto de Investigaciones Mecánicas y Electromecánicas- IIME, de la Facultad de Tecnología, el Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas - IIAT, de la Facultad de Geología: el Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente - IGEMA, y el Instituto del Gas Natural interfacultades - IGN); y la Facultad de Ciencias Aplicadas de la Universidad Tecnológica de Delft - TUDelft
- 1 Se presentó a 5 postulantes (funcionarios de la GNRE) para optar a las becas ofertadas por el estado (100 Becas de Estudio para la Soberanía Científica y Tecnológica, para diferentes áreas: Maestrías en petroquímica, geología y petróleo, mantenimiento y procesos de gas y petróleo, producción e industria siderúrgica, tecnologías de la información y comunicación (TIC'S); y Doctorados en, energía, sistemas de producción e industrialización agrícola, aeronáutica y aviónica, energías, alimentos, minería, biodiversidad y TIC 'S).



Trabajadores de la GNRE de Llipi en un curso de capacitación desarrollado por el Ministerio de Trabajo (noviembre 2014)



6. Gestión Administrativa

La gestión 2014 ha representado para la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos, un moderado crecimiento de su personal técnico, a partir de la puesta en marcha de la Planta Piloto de Baterías en La Palca (Potosí).

En diciembre de 2013, la GNRE publicó en los principales medios de prensa escrita, la convocatoria pública para la contratación de 50 profesionales relacionados a la industria de las baterías de Litio, de los postulantes que se presentaron, 25 profesionales calificaron para su incorporación al centro de operaciones de La Palca, quienes a partir de enero de 2014, participaron desde el inicio en la instalación y montaje de la Planta Piloto de baterías de Litio

Para la GNRE significa la materialización de un proyecto, un paso muy importante que permite la capacitación objetiva de los recursos humanos en el ensamblaje de baterías de Litio de diverso formato.

Por lo que respecta a los demás centros de experimentación y de producción a pequeña escala, la movilidad del personal y primordialmente la capacitación técnica ha sido permanente, asimilando nuevas experiencias y con aportes importantes al Proyecto Integral de Desarrollo Industrial de la Salmuera del Salar de Uyuni.

Recursos Humanos da cursos a los requerimientos de actualización del personal, viabilizando su capacitación en el Centro Nacional de Capacitación (CENCAP), también

se ha enviado personal a cursos de Seguridad Industrial, ISOS-IBNORCA, cursos de legislación laboral entre otros.

Salud ocupacional en su parte preventiva, ha ocupado un lugar importante, habiendo disminuido las incidencias de accidentes.

La composición del personal en los centros mineros de Llipi, Tauca y La Palca a septiembre 2014, se ha presentado de la siguiente manera:

- " Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Uyuni Piloto
Los márgenes de crecimiento del personal se mantienen estables, debido a que ha cumplido un ciclo para dar paso a la fase semi-industrial, similar al comportamiento de la gestión 2013.



Parte del personal administrativo de la oficina central La Paz

- 1 Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Coipasa, Oficina Oruro
Que funciona básicamente como oficina de enlace entre La Paz y el centro experimental de Tauca, cuyo personal es mínimo, se mantiene en con el mismo número de personal de la anterior gestión.
- 1 Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Coipasa - Centro minero-Tauca
De acuerdo a cuadro se observa una gran incidencia del personal técnico, explicable porque es un proyecto esencialmente de investigación.
- 1 Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Uyuni fase industrial-oficina central
La administración central comprende al personal Administrativo de las direcciones de Operaciones, Investigación y Desarrollo, la Dirección Administrativa Financiera, la Asesoría en Planificación, Legal y el Proyecto Implementación del Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje.

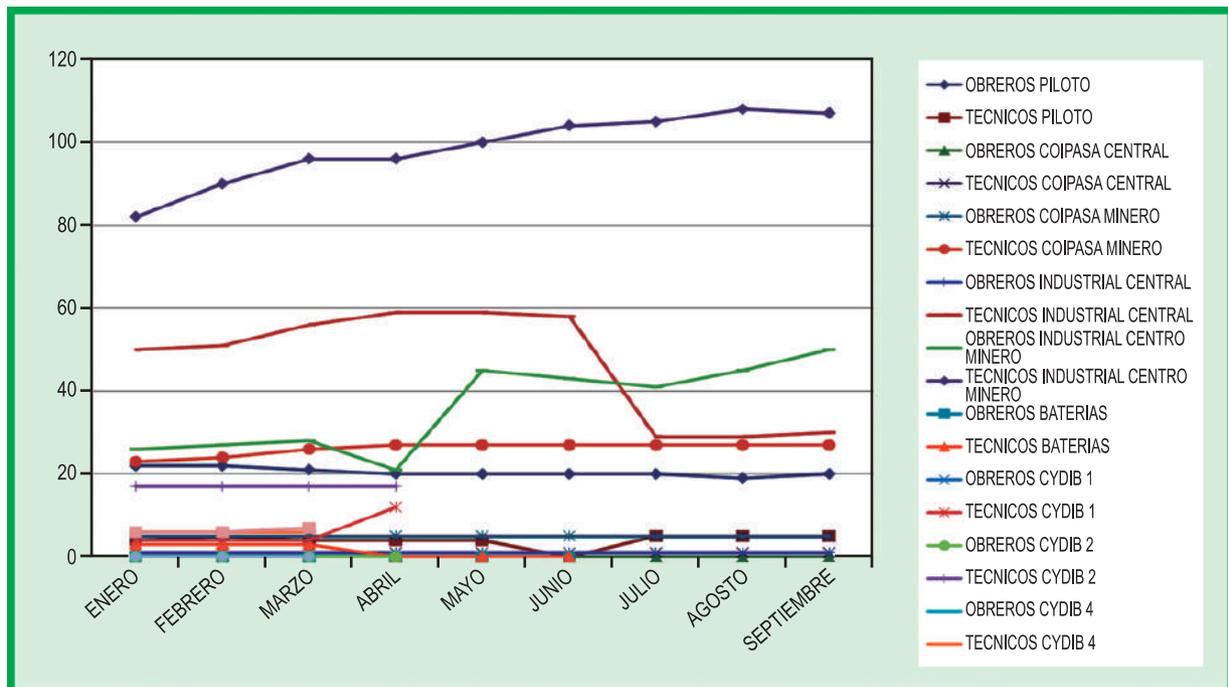
Cabe destacar que de los 80 funcionarios, 30% corresponden al área técnica. Se tiene la determinación de reubicar a parte de la administración y parte técnica en los Centros Mineros.

- 1 Desarrollo integral de la salmuera del Salar de Uyuni- centro minero Llipi La gestión 2014 se ha caracterizado por continuar con el incremento de personal técnico habiendo crecido un 31% de enero a septiembre. El área administrativa ha mantenido un personal sin crecimiento. Es importante destacar que este crecimiento, se refiere a la importancia que da la GNRE, a desarrollar el proyecto en base a los centros de producción.
- 1 Implementación de Centro de Investigación, Desarrollo y Pilotaje (CYDIB 1, CYDIB2, CYDIB 4, Y CIDIYB 5)

Habiendo concluido el ciclo del Proyecto "Implementación Planta Piloto de Baterías de Litio en Bolivia", ha surgido este nuevo emprendimiento con sus diversos componentes que ha incursionado en la experimentación para el ensamblado de baterías ion Litio.

Para lograr ello, el personal contratado por la GNRE para este proyecto, ha recibido la respectiva capacitación de la empresa contratada para la planta Piloto de baterías. La gráfica nos muestra la pronunciada incidencia de este personal técnico capacitado. Es importante destacar que los avances en investigación, desarrollo de nuevos procesos, mejora en los porcentajes de obtención de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio.

MOVIMIENTO DE PERSONAL DE LA GNRE

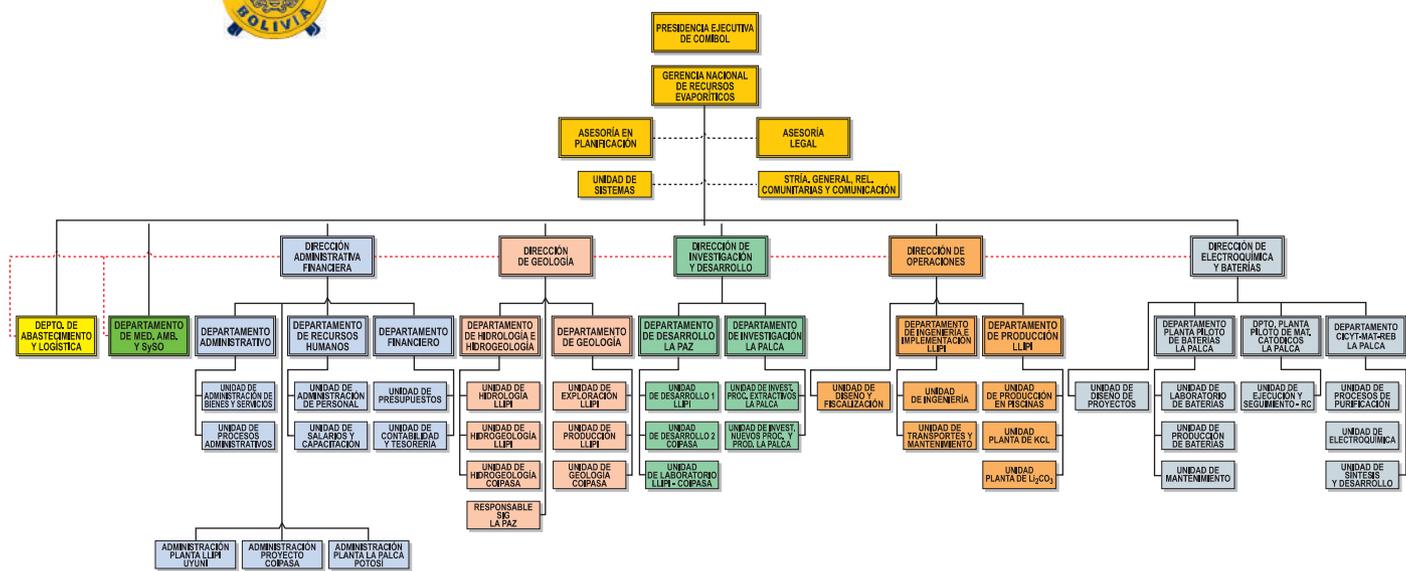


La coordinación, logística e implementación para la producción con carácter experimental y finalmente las ventas de Cloruro de Potasio al mercado interno; ha sido mérito de nuestros técnicos y trabajadores con el sostenido apoyo del personal administrativo.

El desafío es grande y permanente, por ello la necesidad de capacitar al personal generando becas de compromiso, enviando al personal al exterior, mejorar las condiciones laborales de permanencia, dotando lo necesario para un buen desempeño y consolidar este proyecto con tecnología de punta, debe ser el objetivo a lograr. Todo ello sólo será posible entendiendo que el recurso humano es parte fundamental de todo proceso.



ORGANIGRAMA GENERAL GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORÍTICOS



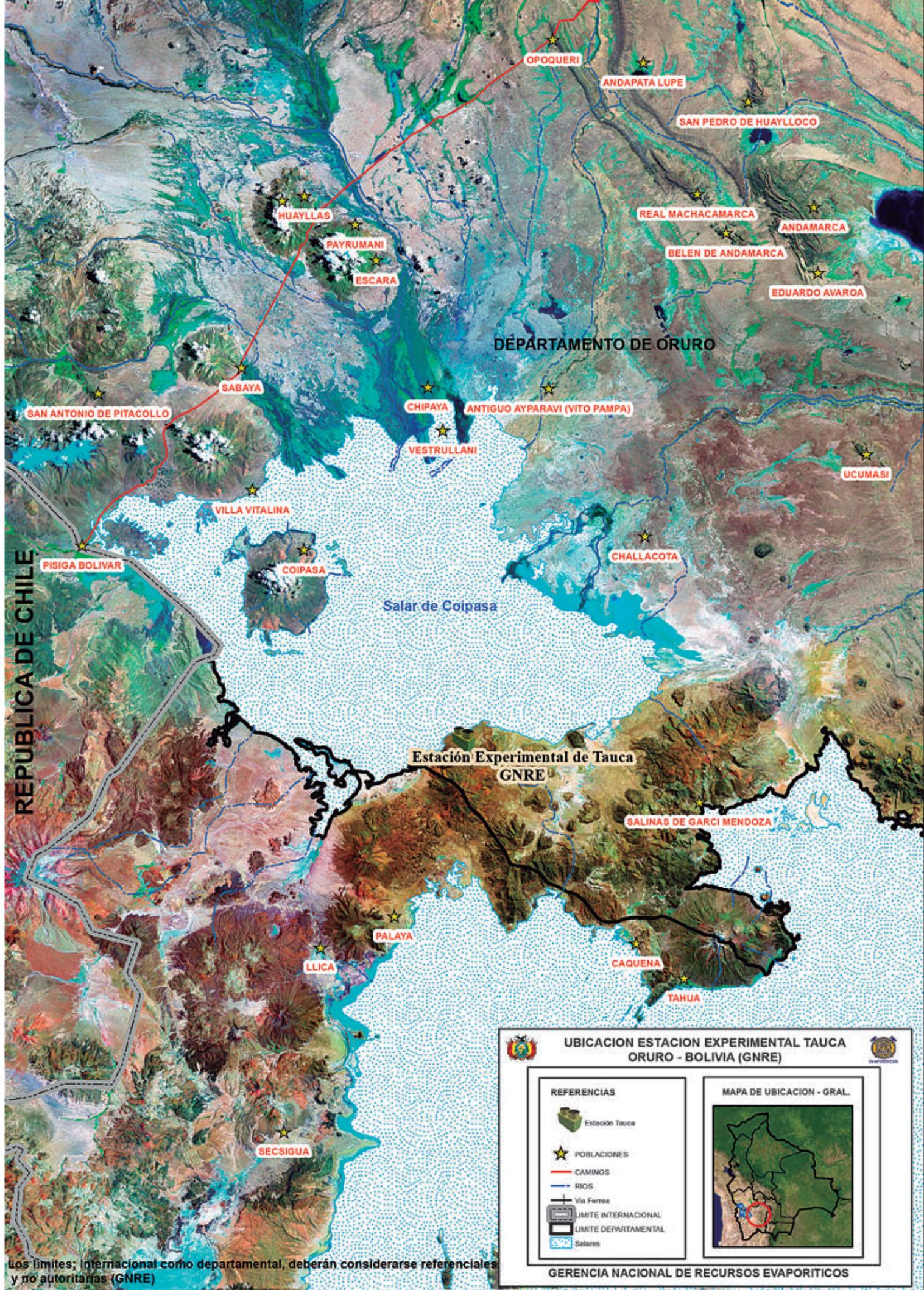
6.1. Presupuesto 2014

La industrialización de los recursos evaporíticos, al ser un proyecto 100% estatal, cuenta con recurso del Estado boliviano, provenientes de un crédito del Banco Central de Bolivia (BCB), y un presupuesto de la Corporación Minera de Bolivia, con asignación específica a cinco proyectos, como se resume en el siguiente cuadro:

PROYECTO	FUENTE DE FINANCIAMIENTO	PRESUPUESTO VIGENTE 2014 EN BOLIVIANOS	EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA 2014 Bs. (diciembre)	% DE EJECUCIÓN
DESARROLLO INTEGRAL DE LA SALMUERA DEL SALAR UYUNI FASE I	Recursos COMIBOL	5.800.607	2.069.326	35,67%
DESARROLLO INTEGRAL DE LA SALMUERA DEL SALAR UYUNI - PLANTA INDUSTRIAL FASE II	Préstamo BCB	126.631.543	111.901.510	88,37%
IMPLEMENTACIÓN PLANTA PILOTO DE BATERIAS DE LITIO EN BOLIVIA FASE III	Préstamo BCB	5.199.560	5.199.538	100,00%
IMPLEMENTACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN DESARROLLO Y PILOTAJE LA PALCA - POTOSÍ	Préstamo BCB*	45.489.668	6.025.214	13,25%
DESARROLLO INTEGRAL DE LA SALMUERA DEL SALAR DE COIPASA	Recursos COMIBOL	11.528.566	9.362.762	81,21%
TOTALES		194.649.944	134.558.350	69,13%

* Presupuesto inscrito el 24 de junio de 2014.

Fuente: Dirección de Planificación - GNRE



REPUBLICA DE CHILE

DÉPARTAMENTO DE ÓRURO

Salar de Coipasa

**Estación Experimental de Tauca
GNRE**

Los límites; internacional como departamental, deberán considerarse referenciales y no autoritarias (GNRE)

**UBICACION ESTACION EXPERIMENTAL TAUCA
ORURO - BOLIVIA (GNRE)**

REFERENCIAS	MAPA DE UBICACION - GRAL.
Estación Tauca	
POBLACIONES	
CAMINOS	
RIOS	
Via Ferrea	
LIMITE INTERNACIONAL	
LIMITE DEPARTAMENTAL	
Salares	

GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORITICOS



Estudiantes de la Comunidad de San Juan del Rosario, en visita a trabajos de la GNRE en el Salar de Uyuni



7. Gestión Horizontal con las Comunidades y Público Externo

El inicio de la industrialización de los recursos evaporíticos, significó un importante impulso en la generación de fuentes de trabajo en el Sud Oeste boliviano, beneficiando de manera directa con la contratación de trabajadores del entorno del Salar de Uyuni.

Las organizaciones sociales del Sud Oeste potosino, participan como vigilantes y fiscalizadores permanentes de este importante emprendimiento estatal, es por ello que la GNRE mediante la Unidad de Gestión Comunitaria, trabaja de manera coordinada con las comunidades del Sud Oeste potosino.

Para el público externo que nos visita a la Planta Piloto y el Salar, la GNRE siempre ha brindado el apoyo necesario, con la asignación del personal de la Unidad de Gestión Comunitaria, encargada de realizar las visitas guiadas y explicación del proyecto a los visitantes.

7.1. Una relación sostenida con las comunidades

En esta tarea, la GNRE brinda información relacionada a la industrialización de los recursos evaporíticos, dando a conocer los objetivos y el impacto socio-económico que el proyecto significa para la región y el país.

En este propósito, se realizan tareas de interacción con las comunidades, planteada principalmente para desarrollar un trabajo armónico en la zona, velando por el bienestar y mejora de las condiciones de vida de la población.

Las actividades desarrolladas en las comunidades, instituciones y otros sectores sociales, tiene como propósito:

- a) Motivar el interés a los destinatarios para que conozcan todas las etapas de ejecución del Proyecto de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos y asuman el mismo, como una oportunidad para convertirse en agentes replicadores de información
- b) Informar adecuadamente a los destinatarios sobre los objetivos y la estrategia de trabajo, de tal manera que las expectativas sobre la Estrategia Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, se consoliden en la Región del Sud Oeste potosino



Periodistas del exterior en el Salar de Uyuni.

- c) Evitar los riesgos de tergiversación del Proyecto, mismas que pueden derivarse en la falta de información oportuna y adecuada sobre su concepción, sus objetivos y estrategia de intervención
- d) Generar confianza en la sociedad con la presencia del proyecto, brindando apoyo para elevar la calidad de vida de sus habitantes.

7.2. Un proyecto de puertas abiertas al mundo

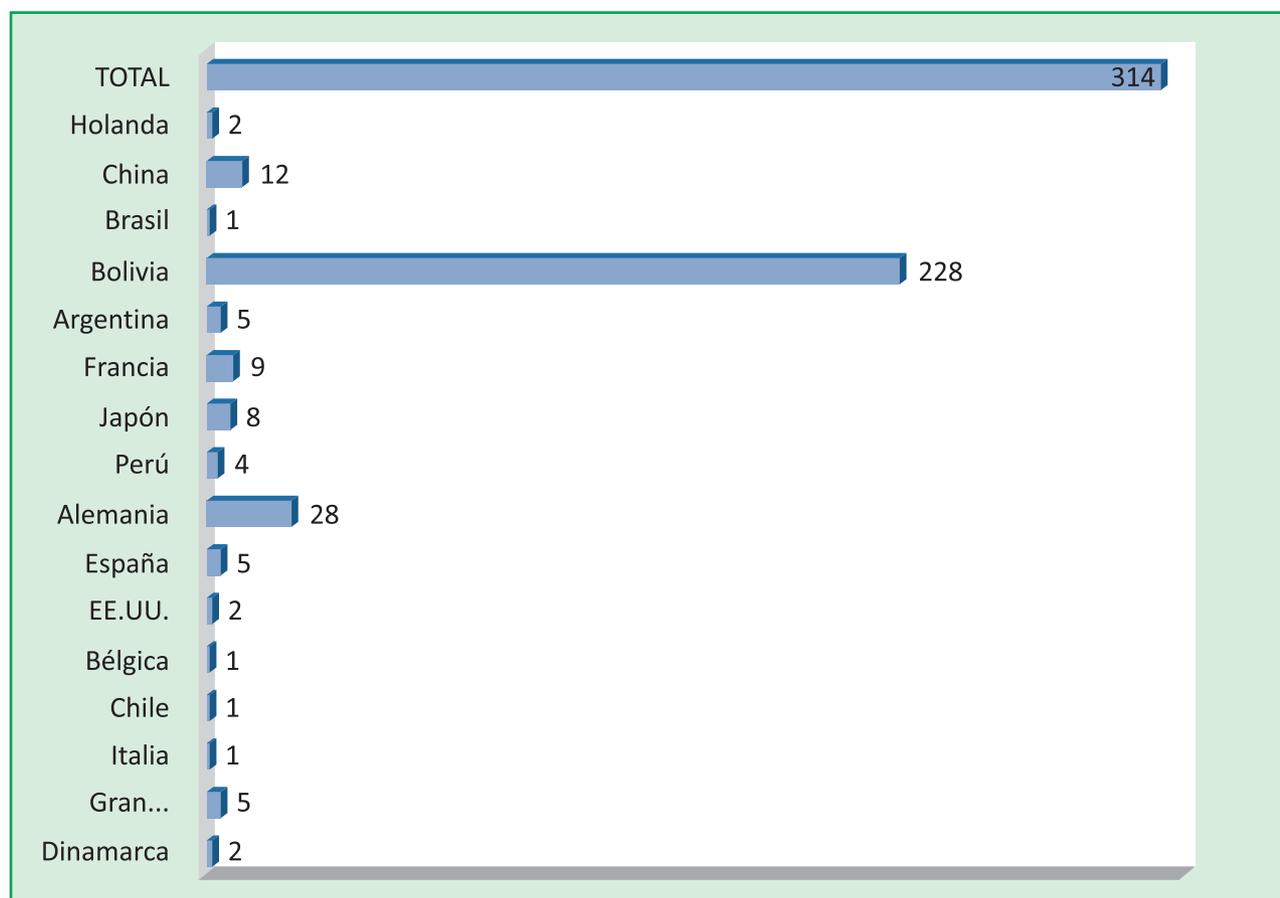
Cuando el Presidente Evo Morales anunció la industrialización de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni (2008), esta noticia ha despertado mucho interés en el contexto internacional, porque Bolivia es la poseedora de la mayor reserva de Litio del planeta.

Es por esta razón que desde el inicio de operaciones, la GNRE ha recibido la visita de representantes de otros gobiernos y empresas, que querían conocer de primera fuente, sobre este emprendimiento asumido por el Estado boliviano.

La instalación y puesta en marcha de las plantas piloto de Carbonato de Litio y Cloruro de Potasio en el Salar de Uyuni, la producción experimental de baterías de Litio, además de la venta de sales de Potasio, ha despertado un inusitado interés del público nacional y del extranjero, por conocer y ver de manera objetiva el trabajo que desarrolla el proyecto, por ello la GNRE recibe de manera permanente, solicitudes de visita a nuestros centros de operación, que son viabilizados en coordinación con la Unidad de Gestión Comunitaria de Llipi.

En la gestión 2014 a septiembre, se han registrado un total de 314 visitas, como se resume en el siguiente cuadro:

VISITAS A BASE DE OPERACIONES DE LLIPY Y AL SALAR DE UYUNI POR PAÍSES

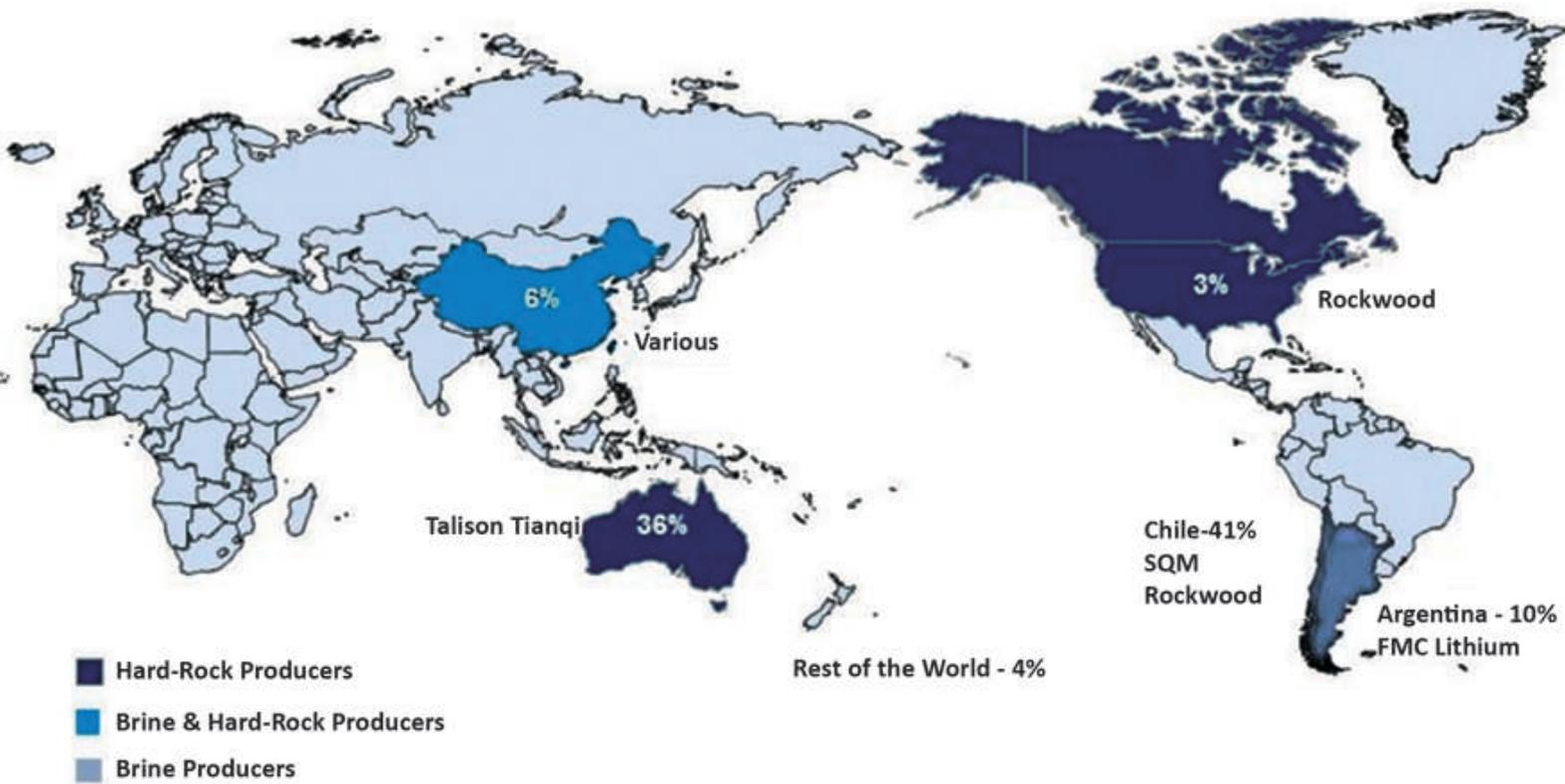


Fuente: Unidad de Gestión Comunitaria - GNRE - Llipi.



Diplomáticos de la República Popular de China junto a trabajadores de la GNRE en la Planta Piloto de Cloruro de Potasio.

PRODUCCIÓN GLOBAL DE LITIO EN 2012

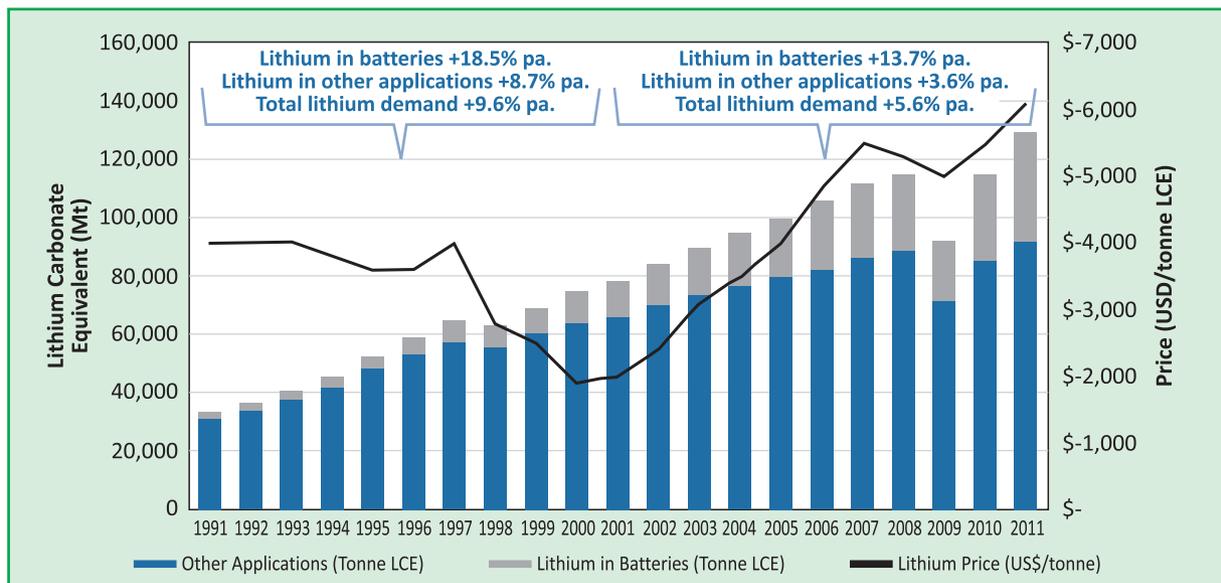


Fuente: Li3ENERGY

8. Panorama internacional

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

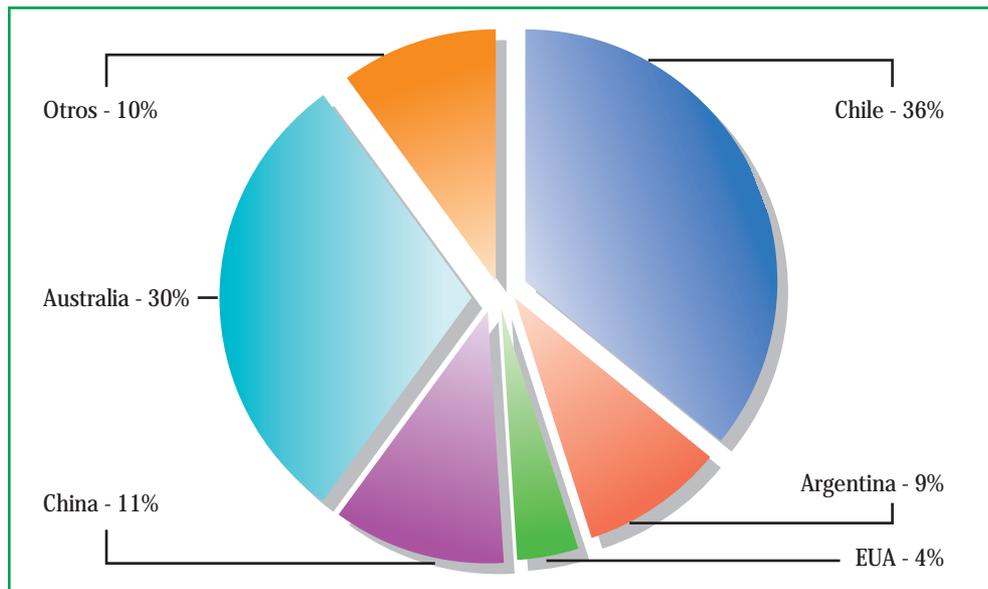
HISTORIA DE LA DEMANDA Y PRECIO DEL LITIO



Fuente: Li3ENERGY

La explotación del Litio se encuentra concentrada en pocos países, la producción de materia prima (Carbonato de Litio) o en forma de concentrados de Litio, a partir de salmueras y de minerales, se encuentra encabezada por Chile y Australia, siguiéndole China, Argentina y EE.UU.

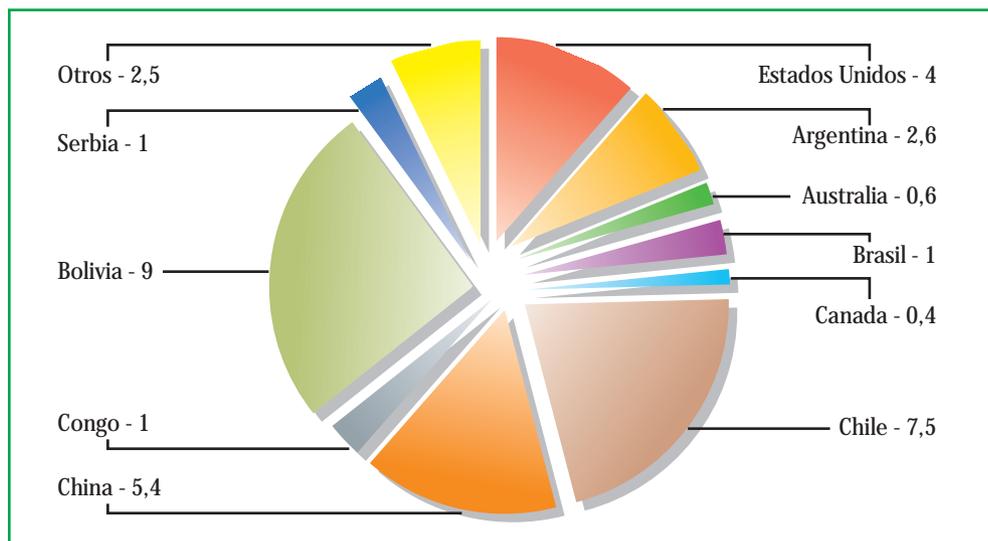
OFERTA DE LITIO POR PAÍS - 2013



Fuente: *signumBOX Inteligencia de Mercados.*

Las figuras muestran la distribución de la oferta en el mercado del Litio por país en 2013.

RESERVAS (millones / toneladas)

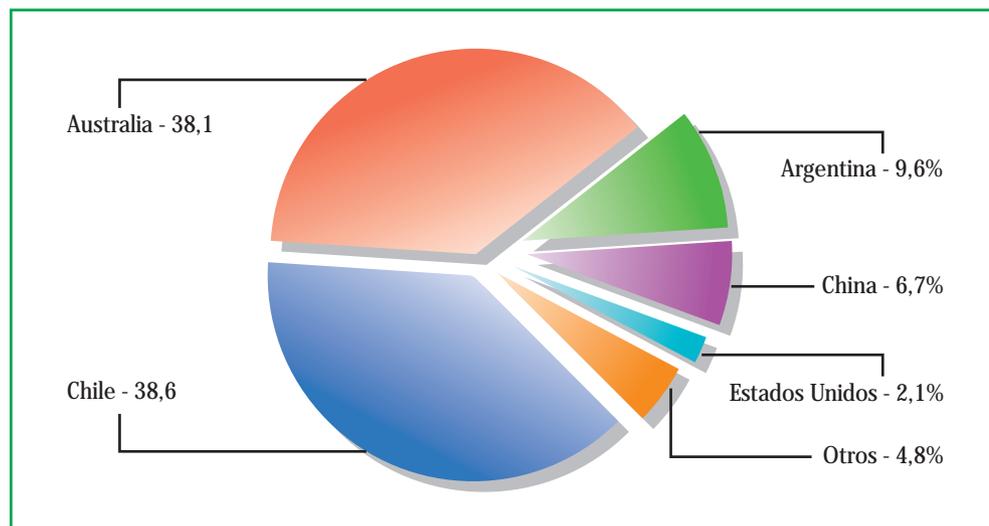


Fuente: *Claudio Medrano, publicado en septiembre 2014, en "diarioUchile"*

De acuerdo al reporte del Servicio Geológico de Estados Unidos de 2013, se hace referencia al aumento del consumo de Litio mundial por la expansión que vive el mercado de las baterías, tanto para equipos de comunicación como de vehículos de transporte. La entidad situó tras de Chile a Australia, China, Argentina, Zimbabwe, Portugal, Brasil y Estados Unidos aunque el país del norte no reporta cifras.

China también produce compuestos químicos de Litio mediante conversión de concentrados de yacimientos locales y procedentes de Australia. La mayor parte de la ofertamundial de Litio proviene de cuatro "grandes" empresas: Talison en Australia, SQM en Chile, Rockwood Lithium en Chile y los EE.UU. y FMC Lithium en Argentina, que alcanzaron una producción de alrededor del 80% de la oferta global de Litio en 2012.

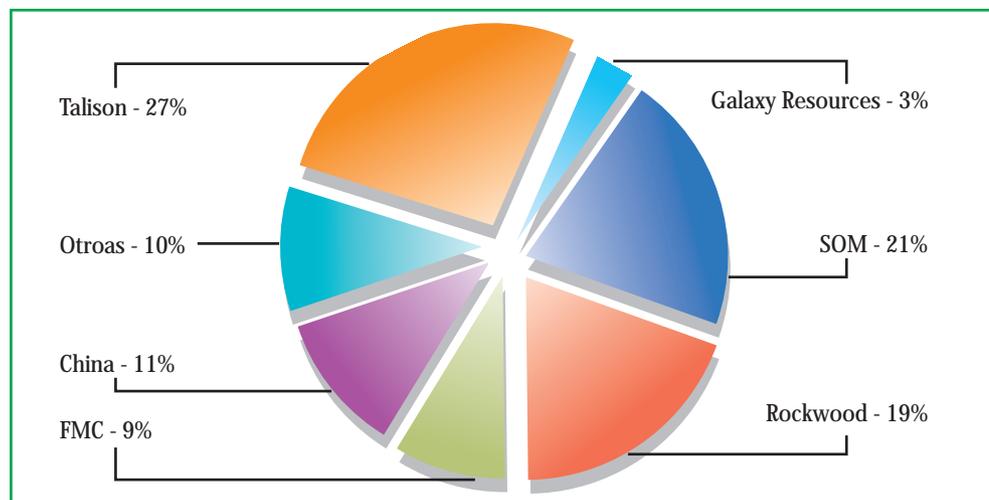
Según la Comisión Chilena del Cobre, la producción mundial de Litio por país está liderada por Chile, seguida muy cerca de Australia como se observa en el siguiente gráfico:



Fuente: Comisión Chilena del Cobre, MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO (DE/08/2012)

De la producción global del Litio, la australiana Talison es la que se ubica como principal productor de este recurso que extrae de yacimientos mineralógicos, a diferencia de los países que explotan de los salares.

OFERTA DE LITIO POR PRODUCTOR - 2013



Fuente: signumBOX Inteligencia de Mercados.

De acuerdo a estimaciones de Cochilco (Corporación Chilena del Cobre), la capacidad instalada global para la producción de Litio fue de 290.000 toneladas LCE en 2012. Un 60% de dicha capacidad global corresponde a operaciones a partir de minerales y el 40% restante a salmueras.

La aparición de nuevos productores en China y la próxima puesta en marcha del proyecto de Canada Lithium en Quebec (20.000 t/a de Carbonato de Litio a partir de espodumeno) han diversificado la oferta de Litio, tendencia que se acentuará en la próxima década con el ingreso de nuevos operadores en esta industria.

Existen otros proyectos con estudios avanzados, entre los que destacan Orocobre, 17.500 t/a LCE (Argentina) se encuentra en etapa de construcción, proyecto Olaroz, en la provincia de Jujuy para alcanzar una producción anual de 16.000 toneladas de Litio, proyecto Sal de Vida Carbonato de Litio con una capacidad de 25.000 toneladas (Argentina). En consecuencia, hay potencial para que la oferta de Litio proveniente de nuevos actores, y la expansión de la capacidad productiva de los actuales, continúe aumentando; lo que por una sobre oferta, podría desestabilizar los actuales precios.



Cloruro de Potasio embolsado para su embarque.

8.2. Proyecciones de la demanda

Por las propiedades y características únicas de Litio (alto potencial electroquímico, el más liviano de todos los elementos sólidos, bajo peso equivalente, entre otras), su aplicación se ha diversificado en un creciente mercado, que ha crecido sostenidamente en los últimos años.

Por ello en nuestro país, el Litio se considera como un recurso natural de carácter estratégico, ya que su producción, no solo tiene uso para la industria química, sino que además tiene un sin número de posibilidades para desarrollar tecnologías de última generación, lo que hace del Litio un recurso sostenible de largo aliento.

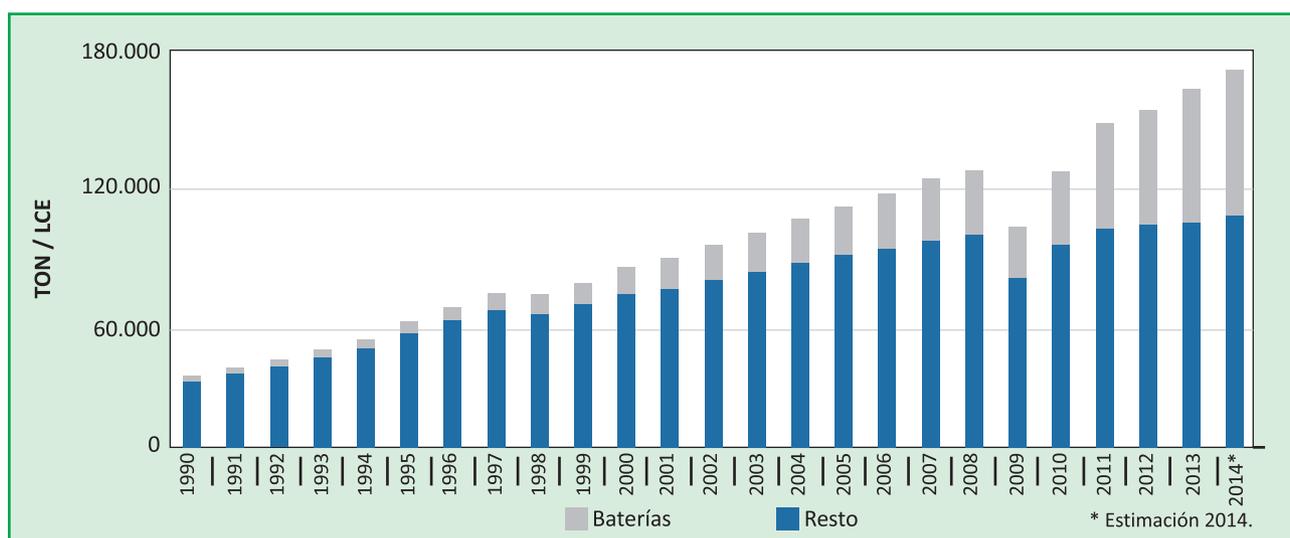
Según reciente publicación de "Qué Pasa-Minería", la demanda mundial el 2014 se aproximaría a los 160.000 toneladas de Litio LCE y se espera un crecimiento del 7% a 10% en las siguientes gestiones; por su parte la Comisión Chilena del Cobre, proyecta cifras en torno a 250.000 y 300.000 toneladas de LCE para el 2020.

El Litio se consolida en dos mercados potenciales: las baterías de eléctricas de alta capacidad para vehículos de propulsión eléctrica y aleaciones livianas de aluminio-Litio que permiten obtener materiales 10% más livianos que las aleaciones convencionales; a largo plazo, lo que se avizora son los reactores de fusión nuclear para la generación de energía.

De acuerdo a una reciente publicación de "Qué Pasa-Minería", la demanda mundial de Litio LCE alcanzaría este el 2014, aproximadamente 160.000 toneladas y se esperan crecimientos de 7% a 10% en las siguientes gestiones, la expansión de este mercado dependerá del desarrollo de las principales industrias relacionadas con el Litio, como la de los autos eléctricos, el uso principal de este recurso está en la fabricación de baterías.

Para este año, solamente unas 62.000 toneladas de Carbonato de Litio serán utilizadas en la fabricación de baterías, principalmente del tipo recargables para dispositivos móviles.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA DEMANDA MUNDIAL DE LITIO 1990-2014 (TONELADAS LCE)



Fuente: Signumbox, Litio y Autos Eléctricos.

El Litio se consolida en dos mercados potenciales: las baterías eléctricas de alta capacidad para vehículos de propulsión eléctrica y aleaciones que permiten obtener materiales 10% más livianos que las aleaciones convencionales; a largo plazo, lo que se avizora, son los reactores de fusión nuclear para la generación de energía.

La industria de baterías, cuya demanda ha aumentado fuertemente en los últimos años debido a su diversificación y rápida expansión en artículos electrónicos portátiles (computadores, celulares, herramientas, electrodomésticos, etc.). En orden de

importancia, le siguen las industrias de cerámicas, vitrocerámicos, vidrio, grasas lubricantes, la medicina), aire acondicionado, polímeros entre otros usos (productos orgánicos de Litio y aplicaciones en la medicina).

Por lo expuesto, existen grandes perspectivas respecto de lo que pueda pasar con el mercado futuro del Litio, considerando que es usado para la elaboración de diversos productos de tecnología de última generación.

8.3. El precio de Carbonato de Litio

Según estudios sobre el comportamiento del mercado del Litio, las proyecciones son alentadoras, se pronostica que el precio estará por los US\$ 5.000 por tonelada, considerando la creciente demanda mundial de este mineral.

De acuerdo a una publicación de Pedro Pavlovic Zuvic (La Industria del Litio en Chile, 20-03-2014), la demanda por parte de China, se ha triplicado durante los últimos diez años, desde cerca de 18.000 toneladas LCE en 2002 a más de 50.000 toneladas LCE en 2012. Asimismo, Corea del Sur aumentó su consumo en más de un 30% debido al rápido crecimiento de su industria de baterías recargables de Litio.

El mercado mundial de Litio está controlado por cuatro consorcios que concentran casi el 70% de la capacidad de producción de derivados con alto valor agregado: Talison (Australia), SQM (Chile), Chemetall (Alemania) y FMC (Estados Unidos).

Según la analista Daniela Desormeaux, el precio del carbonato de litio oscila entre \$5.500 y \$7.000 por tonelada (\$5,500-7,000/ton), dependiendo del grado. Hay Carbonato de Litio de calidad técnica para el vidrio y la cerámica, y también hay Carbonato de Litio de la batería de grado, que tiene una mayor pureza y tamaño de partícula más pequeño. El Carbonato de Litio grado de la batería, por supuesto, es más caro, en el rango de \$6,500-7,000\$/ ton.

Como referencia general tenemos la siguiente relación de precios, mencionada en la conferencia internacional sobre el Litio realizada en Argentina a principios del 2014, se destaca la participación del investigador Arnaldo Visintin, quien indicó que, "una tonelada de Litio cuesta un promedio de \$us 6.000, pero una batería que contiene sólo 35 kgs de Litio, cuesta \$us 16.000"; por lo que una tonelada de Carbonato de Litio transformado en cátodos y ensamblado en baterías, reportaría aproximadamente \$us 457.142.

8.4. Sulfato de Litio

La producción de Sulfato de Litio (LiSO_4) en el Salar de Uyuni, se obtiene en la última etapa de un proceso de evaporación de salmueras, como materia prima es procesada para la obtención de Carbonato de Litio.

En su aplicación industrial, el Sulfato de Litio se emplea en la fabricación de vidrios especiales que destacan por su gran resistencia, un menor coeficiente de dilatación y una mayor transparencia a la luz ultravioleta, también es utilizada en la cerámica para la producción de esmaltes y vidriados.

La industria farmacéutica también ha desarrollado amplias aplicaciones benéficas para tratamientos médicos.

8.5. Precio de Cloruro de Potasio se recupera tras tormenta de Uralkali

Los efectos del "terremoto de Uralkali", afectó seriamente a algunos productores pequeños de Cloruro de Potasio, como consecuencia de la ruptura con su socia Belaruskali (Belarusian Potash Company-BCP), cuyo efecto inmediato fue la baja brusca de los precios internacionales de este fertilizante.

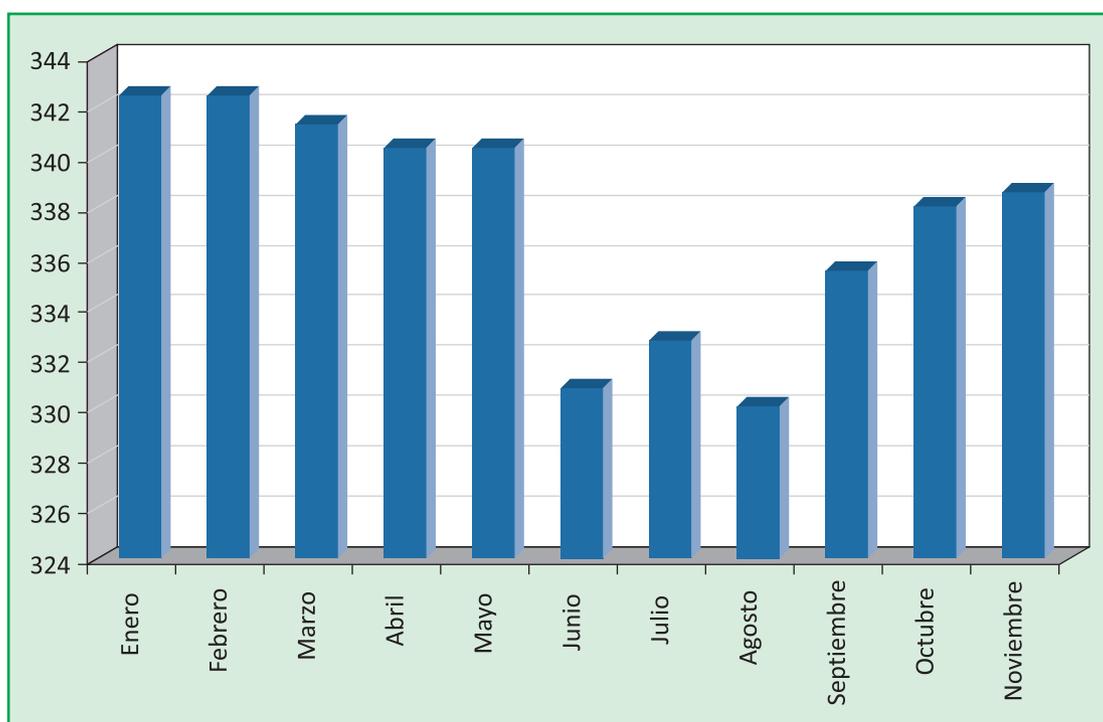
De acuerdo a la analista D. Desormeaux, el mercado del Potasio funciona de manera distinta a otros commodities: no se transa en bolsa y los precios son determinados en gran parte por los acuerdos entre los dos grandes grupos y sus distribuidores.

8.5.1. Precios de Cloruro de Potasio promedio por mes - 2014

Tras la tormenta a partir del primer trimestre de 2014, el precio de KCl comienza recuperar y estabilizarse superando la línea crítica de \$us 331,96, según estimaciones de SunSirs-Grupo de Dato de Mercancía de China, hasta llegar a \$us 340,46, al parecer esta tendencia va a continuar y es de esperar que ha futuro nuevamente se normalice el mercado internacional del Cloruro de Potasio.

La baja del precio de Cloruro de Potasio como consecuencia del conflicto de Uralkali, parece haber llegado a su fin, ya que en occidente, según reportes del Banco Mundial, la cotización internacional de este fertilizante se ha estabilizado desde abril, manteniéndose sin modificaciones hasta la fecha, mientras que en Asia, los precios han comenzado a mejorar sostenidamente en los tres últimos meses.

COMPORTAMIENTO PRECIO KCl - 2014



Fuente: Elaboración propia de promedios mensuales, en base a reportes de SunSirs-Grupo de Datos de Mercancía de China

8.5.2. Sulfato de Potasio

El Sulfato de Potasio, es otro de los fertilizantes muy importante en la agricultura, se emplea para mejorar el rendimiento y la calidad de las plantas creciendo en suelos sin una adecuada nutrición.

El Sulfato de Potasio (K_2SO_4) es una excelente fuente para la nutrición de las plantas. La porción potásica del K_2SO_4 no es diferente a la de otras fuentes de fertilizantes potásicos.

El índice de precios de los fertilizantes y abonos en el contexto internacional, refleja una ligera subida anual en el precio del Sulfato de Potasio por tonelada sin IVA, según reporte de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura de Chile, en enero de 2014, el precio del Sulfato de Potasio se cotizaba en \$us 942,22 por tonelada, al finalizar la gestión al mes de octubre llega a cotizar en \$us 1.344,11.

PRECIO DE SULFATO DE POTASIO, USD/TONELADA SIN IVA									
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiem.	Octubre
942,22	946,95	930,01	946,56	985,10	1.159,23	1.148,53	1.107,20	S/I	1.344,11

Fuente: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) del Ministerio de Agricultura, Chile, Boletín octubre 1014.

En comparación al Cloruro de Potasio, se podría decir que el Sulfato de Potasio encuentra en mejores condiciones competitivas en cuanto a precio y costos de producción, y Bolivia cuenta con una amplia reserva este recurso en los salares de Uyuni y de Coipasa.

8.6. Perspectivas de la GNRE a corto y mediano plazo

El inicio de la industrialización de los recursos evaporíticos, posiciona a Bolivia en una situación muy favorable para nuestro país, los logros alcanzados hasta la fecha, permiten encarar el proyecto con información objetiva y resultados certificados con la producción y venta de este fertilizante en su fase de pilotaje.

A partir de la producción regular de KCl a escala piloto, la GNRE consolida el proceso de industrialización de sales de Potasio, con la venta regular de este fertilizante al mercado interno.

VENTAS	FECHA	TONELADAS	PRECIO \$US	SUB TOTAL \$US
1ra.	Mayo 2013	250	480	120.000
2da.	Febrero 2014	250	610	152.500
3ra.	Septiembre 2014	300	560	168.000
4ta.	Noviembre 2014	259	580	150.220

El precio no contempla impuestos de Ley y transporte

Los beneficios a futuro son muy prometedores para el Estado boliviano, considerando que es un proyecto 100% estatal, los beneficios serán en su integridad para los bolivianos, a diferencia de otros países, donde las transnacionales se llevan la mayor



Culminación cosecha de Sulfato de Litio

parte, el proyecto boliviano se ejecuta con recursos propios de la COMIBOL y un crédito del Banco Central de Bolivia, la tecnología es boliviana y son profesionales de nuestras universidades que están a cargo de la investigación y conducción científica de esta industria.

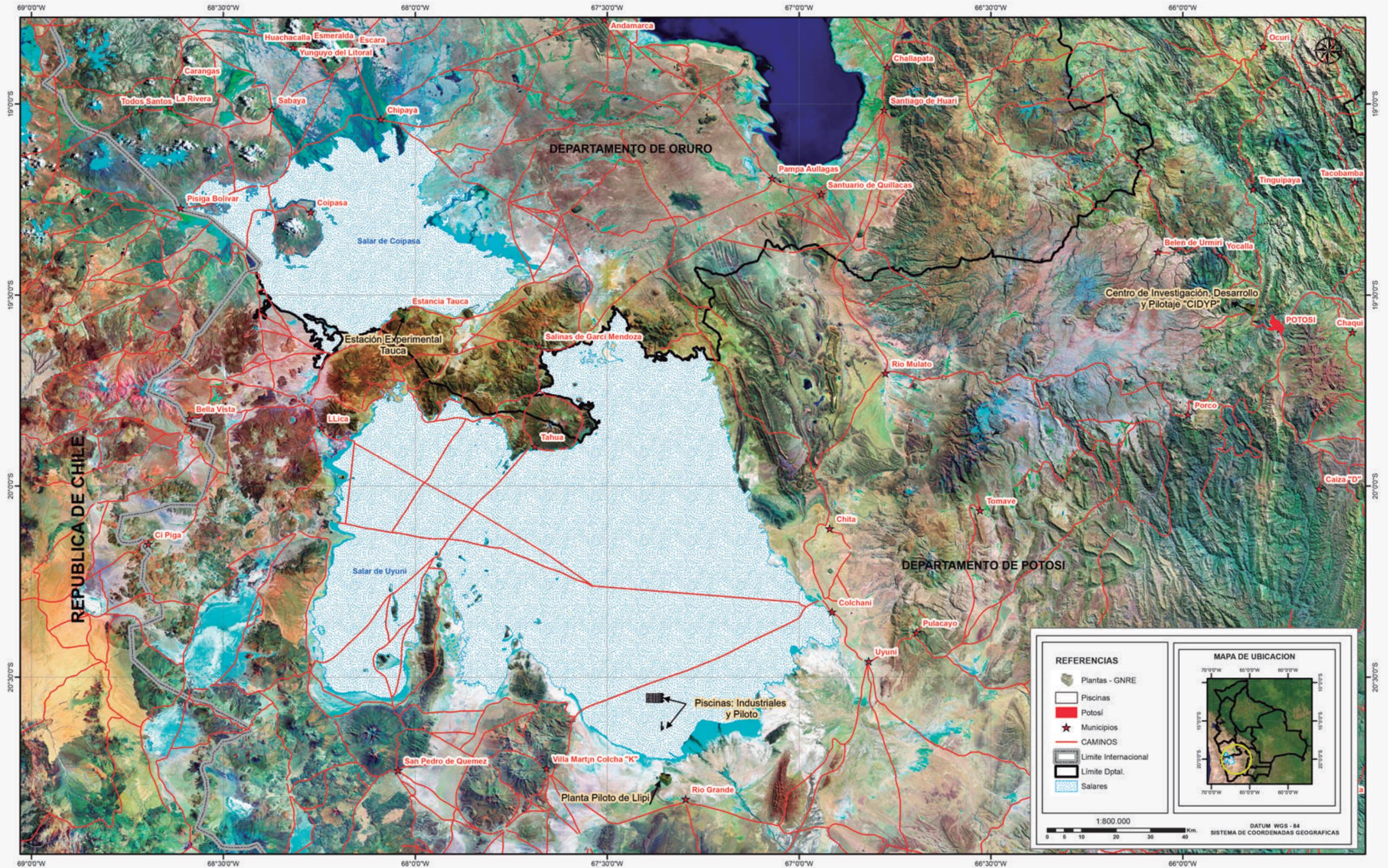
La industrialización de los recursos evaporíticos es de carácter integral, por lo que el trabajo de la GNRE comprende desde la investigación, explotación, industrialización, obtención de productos finales y su comercialización, por ello, la tarea asumida es de mucha responsabilidad.

Ante este compromiso asumido, en cada paso que vamos avanzando, se encara tareas de mayor responsabilidad, con metas y objetivos determinados desde el inicio del proyecto, con este propósito a corto y mediano plazo se tiene las siguientes metas a cumplir:

- 1 Conclusión en la construcción de piscinas industriales.
- 1 Instalación y montaje de la Planta Industrial de sales de Potasio.
- 1 Instalación y montaje de la Planta Industrial de Carbonato de Litio.
- 1 Instalación de una Planta de materiales catódicos.
- 1 Instalación de una Planta Industrial de Baterías de Ion Litio.
- 1 Generar valor agregado a los insumos producidos en Bolivia para la fabricación de baterías de ion Litio.
- 1 Investigación y desarrollo en:
 - Síntesis de materiales anódicos en base a estaño.
 - Síntesis de electrolitos.
 - Obtención de Litio metálico.
 - Manufactura de colectores de corriente de cobre.



PROYECTO DE INDUSTRIALIZACION DE LOS RECURSOS EVAPORITICOS
 MAPA DE UBICACION DE PLANTA, ESTACION Y CENTRO DE INVESTIGACION
 GERENCIA NACIONAL DE RECURSOS EVAPORITICOS "GNRE"



Los límites; Internacional como departamental, deben considerarse referenciales y no autoritarias (GNRE)



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

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

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

Oficina Uyuni
 Calle Loa, entre Foerrovial
 y Tomás Frías, Zona Vivienda No. 2
 (591-2) 6933922

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

www.evaporiticos.gob.bo