

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA TOMAS FRÍAS Y SU
ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA CUENCA
DEL SALAR DE UYUNI

Dr. Ing. Jaime Claros Jiménez
Universidad Autónoma "Tomás Frías"
"Proyecto Salar de Uyuni – UATF"
Potosí – Bolivia
Miembro de CODEPANAL.

0. RESUMEN

La industrialización integral de los recursos evaporíticos y salmueras de la cuenca del Salar de Uyuni es el objetivo central del "Proyecto Salar de Uyuni-UATF" que desarrolla la Universidad Autónoma "Tomás Frías", en cumplimiento de su misión y del encargo social de su pueblo, con el apoyo académico-científico de la Universidad Técnica "Academia de Minas de Freiberg" de Alemania. Este emprendimiento, que se desarrolla con un presupuesto económico reducido, enteramente universitario, contempla en su primera fase la "Obtención de carbonato de litio", proceso científico, que implícita y sucesivamente obtiene otros productos derivados de la química básica, a partir de la salmuera del Salar de Uyuni. Las siguientes fases de este proyecto abarcan:

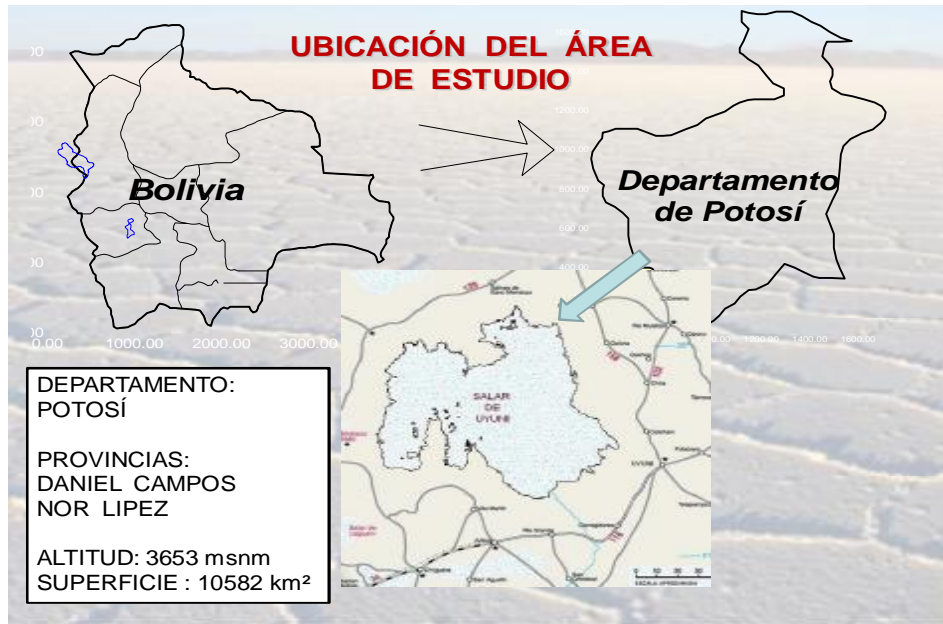
- Ø El diseño de ingeniería a nivel de factibilidad de la planta piloto de carbonato de litio, con base en los parámetros de operación, comprobados en el Technikum, una micro planta experimental de producción masiva de Li_2CO_3 .
- Ø Centro latinoamericano de formación de profesionales, especialistas y mano de obra calificada, para la explotación los recursos evaporíticos y salmueras.
- Ø Finalmente, el proyecto contempla el diseño de la planta, la fábrica de producción industrial de carbonato de litio e integralmente de los productos y subproductos de la química básica, a partir de los recursos del Salar de Uyuni, altamente competitivos en el mercado internacional.

1. ALGUNOS ANTECEDENTES

Tomando en consideración la relevante incursión y el gran aporte que hizo la Misión francesa Orston, en convenio con la UMSA, con sus estudios científicos sobre el Salar de Uyuni, la Universidad Autónoma Tomás Frías (UATF) de Potosí, desde los años 1984-86 hasta la fecha, ha orientado sus investigaciones hacia el logro de nuevos conocimientos, la confrontación de los mismos y la elaboración de aportes tecnocientíficos en la materia, la defensa, explotación racional y soberana de los recursos naturales que encierra la cuenca evaporítica del Sud Oeste del departamento de Potosí. El aprovechamiento de la salmuera contenida bajo la costra salina del Gran Salar de Uyuni implicará, además, el logro de altos beneficios económicos para Potosí y el país.

Durante su vida académica, la Universidad Autónoma "Tomás Frías" (UATF) ha liderizado permanentemente la defensa intransigente de los recursos minerales de su región y particularmente los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni en los años 60, 80 y finales del 90 del pasado siglo. Es así que, en apego a la LEY 719 (1985), la UATF contribuyó con el fortalecimiento del Complejo industrial de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni (CIRESU), para defender esta riqueza nacional de la voracidad de las transnacionales.

En los años 90, cuando la UATF junto a su pueblo se opuso a la imposición del gobierno del momento, que pretendía que el Estado boliviano firmara un contrato favorable a la transnacional Lithium Corporation para una explotación monopólica por 40 años de los recursos evaporíticos y salmueras del Salar de Uyuni, este pleito histórico le dio a la UATF la opción de redactar científicamente los Términos de referencia para la licitación internacional de los recursos naturales del Salar de Uyuni (1990), para luego negociar un nuevo contrato con mejores condiciones para el país, con el mismo consorcio ganador, la FMC- Lithco. El parlamento, como desenlace de este episodio, dio muerte a este posible contrato, por el enfrentamiento entre dos partidos políticos, que en ese entonces no habían cruzado aún el río de sangre.



La Universidad potosina ya había fundamentado en aquel entonces, entre otros conceptos, la versión científica de que todos los combustibles fósiles de la tierra llegarían a su fin en los años 2030 y 2050 y que, por su gran importancia energética, el Litio -así como los otros elementos contenidos en el Gran Salar de Uyuni- se constituirían en base fundamental del desarrollo socio-económico del departamento de Potosí y Bolivia, convirtiendo al Salar en el tesoro del futuro, codiciado por las transnacionales. Pese a no ser muy comprendida, la UATF continuó su lucha presentando propuestas a su pueblo, tendentes a la preservación concreta para el pueblo boliviano de esa riqueza salina extendida frente al Gran Tunupa.

Es así que la UATF asumió este reto conjuntamente la UMSA de La Paz, llevando adelante, hasta su conclusión, la elaboración a nivel de factibilidad, del Proyecto de planta piloto para obtención de carbonato de litio (1992). El montaje y operación de esta planta, diseñada para el terreno firme de la planicie de Alcka Orcko y la Serranía de Llipi Llipi al Sur del Delta del Río Grande, fue entregada solemnemente al Vicepresidente de la República del momento, Luis Ossio Sanjinés, quien con discursos demagógicos, prometió la consecución inmediata del capital de inversión requerido: 2,3 millones de dólares hasta la puesta en marcha del proyecto. A esta promesa se sumaron otras de los gobiernos neoliberales, que nunca estuvieron respaldadas por seriedad alguna.

En resumen, todos los estudios emprendidos desde los años 80 por la UATF han estado impregnados de una tendencia clara, de satisfacer los requerimiento mínimos de vida aspirados por los

pobladores de la región y el país a través de un objetivo medular: *“Aprovechar en forma integral los recursos evaporíticos y salmueras contenidos en la cuenca del Salar de Uyuni, para que con su valor agregado, puesto en el mercado, se pueda elevar, con sostenibilidad, el estándar de vida del pueblo boliviano y especialmente de los habitantes de la región”.*

2. ESTRATEGIA PARA UN APROVECHAMIENTO INTEGRAL.

En todo caso se ha mantenido siempre en vigencia la consecuente decisión de la UATF, de llevar adelante, un estudio que permita establecer un camino científico, técnico con alta viabilidad económica para el aprovechamiento de las salmueras contenidas en el Salar de Uyuni, a través de una explotación integral. Para este efecto, nuestra Universidad, convencida del avance vertiginoso de la ciencia y la tecnología y de la necesidad de ubicarnos con nuestros estudios a nivel internacional, ha encontrado un eslabón de apoyo científico de primer nivel mundial, en la Universidad técnica “Academia de minas de Freiberg” (TU-BAF).

Para el logro de este anhelo del pueblo potosino, estas universidades se trazaron (2006-2007), un plan estratégico de trabajo conjunto de investigaciones, a través de su Proyecto Salar de Uyuni UATF-UT Freiberg, que se resume en las siguientes fases de trabajo:

- Ø Relevamiento de las teorías de formación de la cuenca evaporítica y caracterización de la composición de las sales complejas que contiene el Salar de Uyuni.
- Ø Desarrollo de trabajos específicos de exploración, a través de la ejecución de perforaciones, estudios hidrogeológicos, pruebas de bombeo y análisis físico-químicos de la salmuera,
- Ø Diseño de un esquema de estudio analítico de la composición química de la salmuera del Salar de Uyuni y de un flujograma apropiado y moderno para obtención de carbonato de litio.
- Ø Aspecto troncal, asumido desde 1984, como una meta indeclinable: La implantación y funcionamiento de una Planta piloto para la industrialización integral de los recursos evaporíticos y salmueras del Salar de Uyuni, consecuentemente definición concreta de las bases científicas y tecnológicas para la producción industrial.
- Ø Implantación de una nueva tecnología nacional, propia, para la obtención masiva de carbonato de litio y demás componentes químicos comercializables, estrechamente ajustada a las condiciones, físico-químicas, geológicas, hidrogeológicas y climáticas del altiplano sur y cuenca evaporítica del Salar de Uyuni,

- Ø Integrar todos los objetivos del proyecto al mejoramiento de las condiciones socio económicas y de vida en general de la población de las comunidades de la región.
- Ø Formación de profesionales de alto nivel y mano de obra calificada para el aprovechamiento racional y científico de los recursos naturales de la Cuenca del Salar de Uyuni.

Por principio y convicción, el marco general de nuestra actividad fue y es el respeto y conservación de la bella arquitectura natural, medio ambiental del Salar Uyuni,



3. EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Con la experiencia ganada hasta fines del Siglo XX y aprovechando los avances científicos desarrollados a nivel internacional en el ámbito de los salares y nuestros propios resultados, la UATF sacó una conclusión inicial: El "Proyecto de obtención de carbonato de litio" elaborado en 1992 en forma conjunta entre la Universidad Autónoma "Tomás Frías" (UATF) y la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), adolecía para esta época, de un conjunto de debilidades conceptuales, las cuales debieran ser objeto de una severa revisión científica y en lo posible de una reformulación metódica del núcleo del proyecto, a través de una tecnología renovada y realmente apropiada para las condiciones del Salar de Uyuni.

Entre esas debilidades podemos anotar:

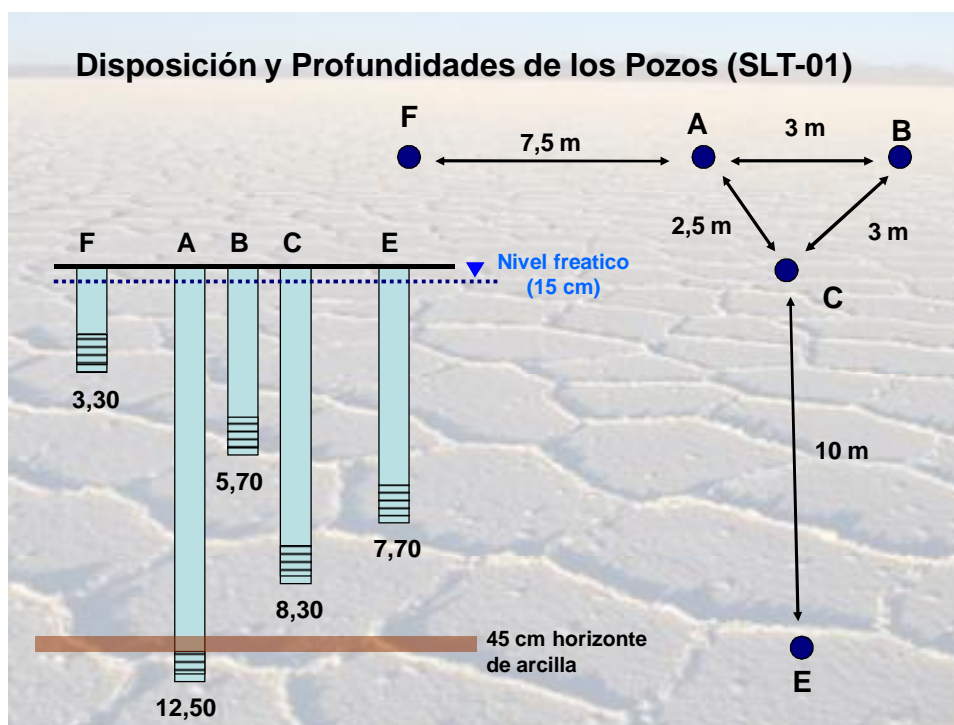
- La toma exclusiva de salmuera de alta concentración en Litio, extraída sólo del área del Delta del Río grande, y no de toda la extensión del Salar de Uyuni
- El método de bombeo de salmuera a través de un salmueroducto a suelo sólido de Alka Orcko – Llipi Llipi,
- La concepción, con alto riesgo ambiental y económico, del empleo de piscinas de evaporación con el empleo de geomembranas, en el Salar, en suelo de Alka Orcko y Llipi Llipi,
- La poca o ninguna observancia del largo periodo de lluvias e inundación del Salar de Uyuni, nada similar a lo que ocurre, por ejemplo, en Atacama – Chile.
- El empleo de la marcha química denominada "Método Foote", para la obtención de carbonato de litio, trasladada de otros países, p.e. Chile, Argentina, USA, readecuada a condiciones bastante diferentes de las reinantes en el Salar de Uyuni y de las características de sus salmueras.
- La poca o ninguna observancia de la preservación de la belleza y del medio ambiente de la región y el Salar de Uyuni,
- La definición de un cuadro poco sostenible de resultados económicos y otros aspectos.

Este análisis condujo a una drástica toma de decisiones para la planificación del presente proyecto, las mismas que se orientaron a enfocar de diferente manera la concepción metódica de la investigación de la salmuera y de la obtención de carbonato de litio y sus productos derivados. Ante todo, darle sostenibilidad al objetivo principal del proyecto: lograr un aprovechamiento integral del contenido de la salmuera. En consecuencia, el proceso de investigación debía empezar casi de cero; con el siguiente esquema que resume el desarrollo estratégico del proyecto.

FASE I	PERFORACIONES. PRUEBAS DE BOMBEO.
FASE II	PRUEBAS DE EVAPORACION SOLAR. CONOS DINAMICOS DE EVAPORACION INTENSIVA.
FASE III	TRATAMIENTO QUIMICO.

4. OPERACIONES EXPLORATORIAS DE CAMPO.

Existe buena información sobre las características básicas de la costra y gran parte de las profundidades de la misma, gracias a los estudios realizados por investigadores nacionales y extranjeros. Sin embargo, muchas de las características globales sobre el Salar presentan todavía muchas interrogantes que requieren aún mayor conocimiento para poder diseñar, con seguridad, una tecnología adecuada que permita el aprovechamiento integral de sus recursos evaporíticos.



Para llenar algunos de esos vacíos se diseñó y ejecutó un esquema de perforaciones de pequeña profundidad (3 a 15 m) en el Salar de Uyuni, con el fin conocer las características geológico-estructurales del macizo salino, las formas de existencia y el comportamiento dinámico de la salmuera en los diferentes estratos próximos a la costra salina y sentar las bases de un estudio hidrogeológico en todo el territorio que comprende este mar de sal.

En algunos casos, las profundidades de perforación han sido menores a las planificadas (p. e. 12,50 m), porque esa altura se consideró suficiente para el objetivo buscado. Como producto de estas operaciones de perforación se ha obtenido un paquete suficiente de pruebas-testigo (cores), que permitirán estudiar y conocer las características estratigráficas, inicialmente de 2 de 4 zonas del territorio del Salar de Uyuni, allá donde las concentraciones de litio son diferentes y ofertan un potencial bajo de aprovechamiento, en comparación al existente en Río Grande. El objetivo principal de esta operación radica en la identificación de un promedio de concentración de litio en la salmuera tal que permita generalizar parámetros críticos, de bajo contenido de litio en las reservas del Salar, para una explotación apropiada, a través de una tecnología adecuada e integral.

Estas perforaciones han dado la posibilidad de realizar pruebas de bombeo, con el objeto de conocer las características piezométricas que permitan establecer las velocidades de recuperación de niveles acuíferos y sentar las bases reales del comportamiento de la salmuera en las profundidades de la costra salina. Luego, en diferentes profundidades se realizaron y se pueden realizar posteriormente mediciones de las características físicas y químicas de la salmuera y un muestreo periódico y sistemático de la misma, también a diferentes profundidades. Todas estas muestras obtenidas serán objeto de estudios analíticos físico-químicos, geológicos e hidrogeológicos, en

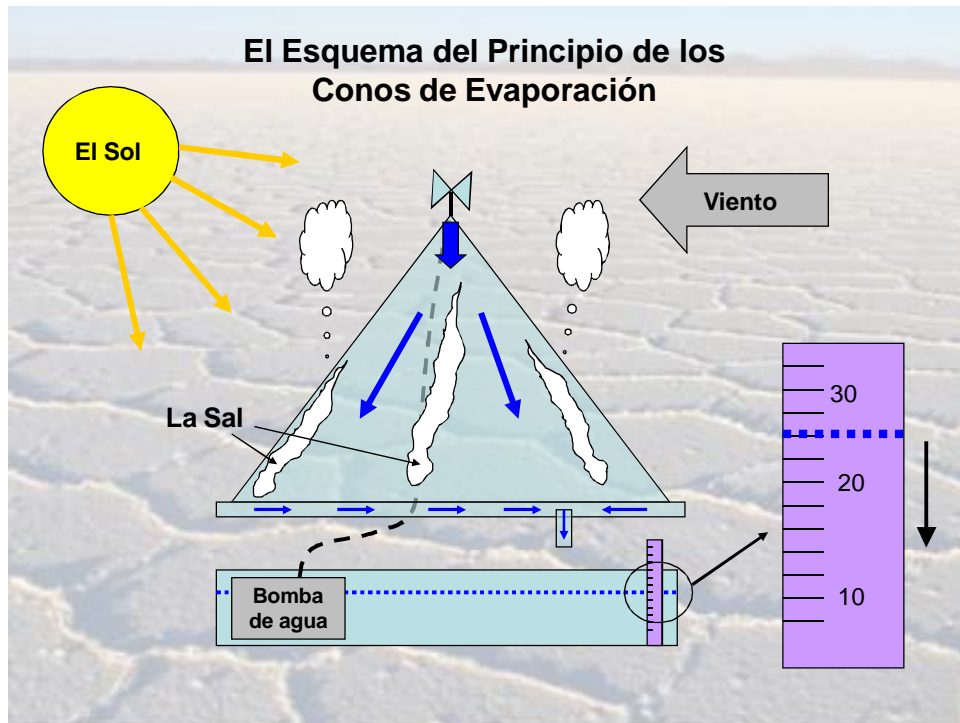
laboratorios de la Universidad Autónoma Tomás Frías y corroboradas por los de la Universidad Técnica Academia de Minas de Freiberg de Alemania.

5. LA EXPLOTACIÓN, EVAPORACION Y CONCENTRACION.

Por una operación sencilla de arranque de un potencial mínimo y suficiente de 0,15 a 0,30 y hasta de 0,50 m. de costra salina o por un bombeo breve a través de los pozos logrados y controlados por el proceso de perforación, descritos líneas arriba, se obtiene salmuera natural de las profundidades del Salar de Uyuni. Este líquido denso es expuesto a la influencia también natural del viento y el sol de la zona, sobre "CONOS DE EVAPORACIÓN INTENSIVA", con el objetivo básico de concentrar el litio, a velocidades superiores a las naturales, de una determinada cantidad de salmuera. El empleo de estos conos constituye una nueva concepción tecnológica a nivel mundial para la concentración de litio en la salmuera, con el objeto de lograr una mayor velocidad de evaporación e incluso una separación paralela de sus componentes químicos puros o casi puros y por consiguiente, enriqueciendo el contenido de litio en la salmuera.

El logro tecnológico de este trabajo de investigación, ya inscrito en Órganos de registro de patentes de Alemania, radica en el aprovechamiento de la energía solar y eólica, para la concentración del litio en la salmuera, a través de "Conos de evaporación intensiva". Se trata de un concepto científico muy diferente a lo aplicado en otros países del mundo; pues, permite altas velocidades de evaporación que superan a las logradas por piscinas tradicionales.

Esta salmuera concentrada debe ser procesada en el TECHNIKUM de la UATF, una micro planta experimental, que producirá mayores volúmenes de carbonato de litio (de kg a t), cuyo proceso tiene la ventaja de producir paralelamente ácido bórico, cloruro de potasio, cloruro de sodio, compuestos de magnesio y luego otros productos químicos inmediatamente comercializables.



6. EL TRATAMIENTO QUÍMICO.

En los años precedentes, la UATF y la UMSA, ya lograron obtener carbonato de litio y otros diversos compuestos químicos en sus laboratorios, empleando el método tradicional y conocido hasta ahora. Esta vez, con el

concurso científico invaluable de la Universidad técnica "Academia de minas de Freiberg" se diseñó la ejecución de un esquema químico que permita alcanzar el objetivo anotado: Aprovechar integralmente todos los compuestos químicos que engloba la salmuera del Salar de Uyuni. El desarrollo de este flujograma esclarece, en su primera fase, la estructura química compleja de la solución de salmuera, logrando una separación apropiada de sus principales componentes: Cl, Na, B, Ca, sulfatos, especialmente de Mg y otros. La característica de este método radica en la ejecución de una marcha química y un concepto tecnológico moderno y no conocido a nivel internacional, para la obtención de carbonato de litio, como producto principal, y la producción secundaria en el proceso de otros compuestos importantes de la química básica, económicamente aprovechables en el mercado. Este proceso químico nuevo será también registrado como una patente de la UATF en instancias nacionales e internacionales.

El trabajo de laboratorio de la UATF, para el tratamiento de salmueras del proyecto actual, se inició un par de años atrás y, luego de varios intentos, en febrero del año 2009 se logró la obtención de carbonato de litio con valores alentadores. Por la relación desventajosa de 1/14-1/18 de Li y Mg y del litio con otros compuestos químicos en la solución de salmuera, como los sulfatos, el flujograma referido apunta específicamente a vencer esa dificultad. Estos resultados son ahora objeto de fijación y afinamiento, para el logro de resultados cualitativos y cuantitativos más avanzados que le den al producto valores altamente competitivos, en cuanto a niveles de recuperación y alta pureza del carbonato de litio para el mercado internacional.

7. EL TECHNIKUM.

Los valores de los resultados científicos logrados a nivel de laboratorio deberán ser objeto de optimización en el TECHNIKUM, la mencionada micro planta industrial de obtención de carbonato de litio. La construcción y montaje de la misma se encuentra en una etapa bastante avanzada en instalaciones de la UATF en Potosí. La función que debe desempeñar el Technikum-UATF está estructurada en dos fases importantes:

- a) Obtener carbonato de litio en grandes volúmenes y grado de pureza mayores, a partir de la salmuera concentrada y
- b) La implementación y operación de un Centro latinoamericano de formación profesional, científico y de mano de obra calificada en sales y salmueras.

Durante el proceso operativo, tanto a nivel de laboratorio y especialmente en el Technikum, la marcha de procesamiento químico diseñado -hasta hoy con bastante avance y aún en proceso de optimización- permite la obtención directa e indirecta de otros productos químicos con bastante demanda en el mercado nacional e internacional, como el ácido bórico, cloruro de sodio, cloruro de potasio, sulfatos y otros de importancia comercial.

Los profesionales, estudiantes y trabajadores, especialmente los comunarios de la región circundante al Salar de Uyuni, recibirán en el Technikum el entrenamiento, especialización y la formación a nivel de Pos Grado en la UATF y la UT. de Freiberg, de tal manera, que el proyecto cuente siempre con el personal preparado para el manejo independiente de todas las operaciones y trabajos de investigación.

8. LA PLANTA PILOTO E INDUSTRIAL.

El objetivo central del proyecto universitario conjunto de Potosí y Freiberg, tal como la UATF ya lo había expuesto en sus estudios de los años 90, comprende la elaboración de proyectos a diseño final, con sus componentes de ingeniería y factibilidad económica, de una Planta piloto de obtención de carbonato de litio y sus productos derivados, a partir de los parámetros científicos y técnicos, fehacientemente comprobados en el Technikum. Es decir, esta micro planta industrial, nos permitirá establecer los parámetros básicos, con absoluta seguridad, para el diseño de una Planta piloto para carbonato de litio, sin la necesidad de hacer pruebas mayores que impliquen altos riesgos de inversión.

De la misma manera, surge de los resultados positivos de la planta piloto, la inmediata perspectiva de asumir la responsabilidad de elaborar el correspondiente proyecto, también a diseño final, de una Planta industrial de producción de carbonato de litio y sus productos derivados, con el objetivo fundamental, de Aprovechamiento Integral de los Recursos Evaporíticos y Salmueras del Salar de Uyuni, para orientar de esta manera un rumbo diferente a la explotación minera para un fortalecimiento efectivo de la economía nacional.

9. ASPECTO SOCIAL .

Reiteramos, el objetivo central de este trabajo de investigación conjunto entre las Universidades de Potosí y Freiberg radica en la explotación soberana de los recursos naturales del Salar de Uyuni para lograr, principalmente, el desarrollo socio-económico de la región, con generación de fuentes de trabajo, que permitan mejores condiciones de vida de sus pobladores. Por tanto, este proyecto incluye implícitamente la participación directa de los pobladores, de los jóvenes comunarios, de las provincias circundantes al Salar de Uyuni, en el desarrollo del proyecto de investigación, el proceso operativo y la toma de decisiones en la explotación de sales y salmueras para la obtención de carbonato de litio y sus productos derivados.

Para el efecto, la población lugareña tendrá la prioridad efectiva de tener una fuente de trabajo emergente de este proyecto y la UATF, junto a la UT de Freiberg, tendrán la obligación de preparar, formar mano de obra calificada, técnicos especialistas, profesionales e investigadores científicos en todas las ramas afines de la ingeniería y la economía. Esta labor académica se realizará en ambientes del Technikum de la UATF y en el terreno

operativo del Salar, de tal manera que, en un futuro próximo asuman los pueblos de la región la responsabilidad de llevar adelante y superar todo lo hasta aquí alcanzado, en el campo operativo como en el investigativo, avanzando hacia una explotación racional de los recursos naturales del Salar de Uyuni acorde al avance de la ciencia y la tecnología. Como prueba del cumplimiento de este objetivo importante del proyecto, las comunidades aledañas al Salar ya se han organizado en equipos de trabajo para implementar la marcha de los conos de evaporación Intensiva, instalados y a instalarse en el Salar de Uyuni.

10. APOYO DEL GOBIERNO NACIONAL.

La UATF, en su afán de cumplir con el encargo social que le asigna su pueblo, se ha permitido brindar al pueblo boliviano los instrumentos básicos de desarrollo socio- económico a través de este proyecto de aprovechamiento científico de la riqueza natural que le oferta su suelo patrio. En esta perspectiva y, con la amplitud de lograr un encuentro necesario entre Universidad y Gobierno que contribuya efectivamente el desarrollo del país, sin duplicar esfuerzos aislados de trabajo científico, ni recursos económicos (tal como nos expresó el Presidente constitucional de Bolivia en octubre de 2006), las universidades de Potosí y de Freiberg, en forma reiterada, le han propuesto al Gobierno boliviano, a través de su Ministerio de minería y metalurgia, COMIBOL y Dirección nacional de recursos evaporíticos, su concurso, para que en forma mancomunada puedan enfrentar y vencer este desafío científico. Es decir, se solicitó al Poder Ejecutivo fortalecer este proyecto con luces propias de una nueva concepción científica y tecnológica para el aprovechar mejor nuestra riqueza salina. Lamentablemente, las instancias señaladas del Gobierno no han dado muestras de emprender esta oferta científica, que ambas universidades habían puesto a su disposición.

11. LOS RESULTADOS - CONCLUSIONES

Los resultados de los estudios realizados en forma conjunta por ambas universidades son altamente positivos. Estos se encuentran en un permanente proceso de escalamiento de valores, hasta lograr, posiblemente en par de meses más, cifras que se parangonen con los exigidos por la competitividad del mercado internacional del Litio.

PRODUCTO Y SUBPRODUCTOS OBTENIDOS CON EL PROCESO INVESTIGATIVO

KCl	95% pureza	}	Resultados a nivel de laboratorio
MgCl ₂	98% pureza		
H ₃ BO ₃	95% pureza		

Li₂CO₃ ±90% de pureza
 ±50% de rendimiento

Estos valores, se encuentran aun en una fase de afianzamiento, a través del empleo de variantes metodológicas y parámetros de pruebas de investigación. Algunas de las conclusiones relevantes serían:

- Se ha comprobado preliminarmente en el terreno, que las concentraciones oscilan entre 0,5 a 1,5 g de Litio por litro de salmuera, posibles de explotar con alta rentabilidad.
- Se han confirmado las conclusiones nuestras y de otros estudios realizados en el pasado, que la más alta concentración de Litio en la salmuera, se encuentra en el Delta del Río Grande.
- Se ha establecido, aún preliminarmente, la existencia de corrientes internas de salmuera constantes y variables, que pueden caracterizar su calidad dentro de una misma zona de yacencia.
- Empleando conos de evaporación Intensiva, se ha logrado en condiciones normales del Salar de Uyuni y laboratorios de la UATF en Potosí, una velocidad de evaporación de 80 a 120 litros de agua/día-cono.
- Los conos de evaporación Intensiva logran, tomando resultados preliminares, elevar de 0,5 a 8 y 12 gramos de litio por litro de salmuera concentrada, obteniéndose además cristales con alto grado de pureza de cloruro de sodio y cloruro de potasio.
- Empleando una misma superficie de exposición al aire y un mismo volumen de salmuera bruta, el cono de evaporación intensiva necesita solo una décima parte del periodo que emplea una piscina de evaporación tradicional, para lograr una cosecha de salmuera concentrada.
- En laboratorio, aún con variantes de marcha química y venciendo toda resistencia de separación del magnesio y sulfatos complejos, se ha obtenido carbonato de litio en un porcentaje variable de más y menos 90 % y una recuperación que ya redondea el 50 %.
- Como productos adicionales, que se obtienen en la marcha del proceso, están, el ácido bórico, cloruro de potasio, cloruro de sodio y otros productos comercializables.
- Con el actual proceso de optimización cualitativa y cuantitativa en vía de implementación a través del nuevo esquema de laboratorio, se tiene ya una clara perspectiva de elevar estos valores para ser tratados con solvencia en el Technikum, cuya instalación se encuentra en su fase final en la UATF.
- Los resultados de laboratorio y del Technikum serán la base del diseño de la planta piloto y la planta industrial de carbonato de litio y sus productos adicionales, en un proceso científicamente diseñado, para el aprovechamiento integral de los recursos evaporíticos del Salar de Uyuni.
- El proyecto garantiza la preservación ambiental y la integridad física del Salar de Uyuni y cuenta con planes de incentivación del flujo turístico en la región.

- El Technikum cuenta con las bases académicas modernas para la implementación del Instituto Latinoamericano de formación de profesionales y mano de obra calificada, para fines de explotación e investigación del Salar de Uyuni.

REFERENCIAS:

1. UATF – UMSA. “Proyecto de obtención de carbonato de litio”; Comisión nacional minero metalúrgica de la universidad boliviana – 1992; Bibliotecas de la UATF y la UMSA.
2. ORSTOM. “Los salares del altiplano boliviano-Estudio económico”; Risacher F., Ballivian O. -1981; Publicaciones en Francia, Bolivia, otros.
3. VOIGT, WOLFGANG. Estudios Varios sobre sales y salmueras; TU. Bergakademie Freiberg-Alemania; 2005-2008
4. UATF – POTOSI. Tesis, ensayos, proyectos sobre el Salar de Uyuni; varias publicaciones de docentes y estudiantes; 1984-2009 .

Potosí, diciembre de 2009.