

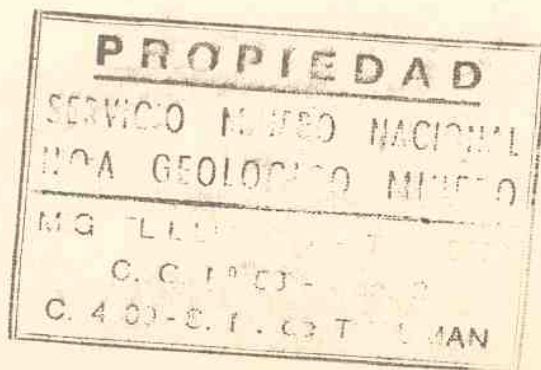
d1

SECRETARIA DE MINERIA  
DIRECCION NACIONAL DE MINERIA Y GEOLOGIA  
CENTRO DE EXPLORACION NOROESTE ARGENTINO

PROYECTO SALAR DEL HOMBRE MUERTO  
SALES DE LITIO Y POTASIO  
EVALUACION PREVIA  
PROVINCIA DE CATAMARCA

GEOLOGO DR. EDUARDO H. PERALTA  
GEOLOGA LILIANA DEL V. MARTINEZ  
S.M.DE TUCUMAN, Abril de 1986.

\*\*\*\*\*



FICHA DEL YACIMIENTO SALAR DEL HOMBRE MUERTO-CATAMARCA

Nombre del Proyecto: 632 - Salar del Hombre Muerto.

Croquis de Acceso (caminos, senderos, ríos, a partir de un punto conocido).

Propietarios del yacimiento desde su descubrimiento:

- 1. DGFM desde aprox. 1981 hasta actualidad
- 2. DPM(CATAMARCA) desde marzo 82 hasta actualidad
- 3. \_\_\_\_\_ desde \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_
- 4. \_\_\_\_\_ desde \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_
- 5. \_\_\_\_\_ desde \_\_\_\_\_ hasta \_\_\_\_\_



Escala: 4:4.000.000

REFERENCIAS

Dirección Comercial: \_\_\_\_\_

Productos Principales: Sales de Li y K

Productos Secundarios: Sales de magnesio, cesio, rubidio, etc.

Provincia: Catamarca y Salta

Coordenadas Geográficas: Latitud Sur: 25°15' y 25°30'

Departamento: Antofag. de la Sa. y Los Andes des respectivamente

Longitud Oeste: 66°54' y 67°15'

Punto Localizado por Coordenadas Geográficas: Cuenca del Salar del Hombre Muerto O.

Nro. de la carta Topográfica: 8C y 8D Escala: 1:100.000

Nro. de la carta Geológica: 8C y 8D Escala: 1:200.000

Fotos Aéreas Nros: 2567-314-19 a 22-2567-315-17

Plan: 24-2567-316-15 a 21-2567-401-1 y 2

Otras Referencias: \_\_\_\_\_

Ruta Empleada:

DE	A	MEDIO DE LOCOMOCION	TIPO DE CAMINO	DISTANCIA EN KM.
Catamarca	Belén	Terrestre	Ripio (T5)	250 (≈)
Belén	A. de la Sa.	terrestre	Ripio (T5)	260 (≈)
A. de la Sa.	M. Tincalayu	terrestre	Ripio (T5)	90
M. Tincalayu	S.H. Muerto	terrestre	Huella (TD)	

Total 600 Km.

Ciudad o Pueblo importante más cercano: Mina Tincalayu Distancia en Km. 20

Estación de FF.CC más próxima: Pocitos (Salta) a 150 Km. conectada por tierra

Aeropuerto o Pista más próxima: M. Tincalayu a 20 Km. conectada por tierra

Fuente de Agua permanente próxima: M. Tincalayu? en el sitio Km. conectada por tierra

Línea de Alta Tensión más próxima: \_\_\_\_\_ (agua dulce en falda Ciénaga a 15 km) a \_\_\_\_\_ Km. conectada por \_\_\_\_\_

Disponibilidad de Mano de Obra: Antofagasta de la Sierra-Peñón-Tincalayu y O.

Relieve Topográfico: suave 4.000 m.s.n.m. Clima: desértico.



! Fecha de descubrimiento: \_\_\_\_\_

! Estado de desarrollo: (tachar lo que no corresponda)

! Ocurrencia     Prospecto    ~~Prospecto sin valor~~    ~~en Producción~~    ~~Productor Antiguo~~

! Forma en que el actual Dueño obtuvo la mina: (tachar lo que no corresponda)

! ~~Compre~~     Denuncia    ~~Petición Directa~~    ~~Herencia~~    ~~en Opción~~

! Forma de trabajo de la mina: (tachar lo que no corresponda)

! ~~Mecanizada~~    ~~rudimentaria~~    ~~Semimecanizada~~

! Trabajos Ejecutados: 1) Unicamente de prospección.  
2) Llamado a licitación internacional.

H  
I  
S  
T  
O  
R  
I  
A  
  
A  
S  
P  
E  
C  
T  
O  
S  
  
L  
E  
G  
A  
L  
E  
S

Producción obtenida a la fecha:  
\_\_\_\_\_ t con \_\_\_\_\_ % de \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Toneladas de fino  
\_\_\_\_\_ t con \_\_\_\_\_ % de \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Toneladas de fino  
\_\_\_\_\_ t con \_\_\_\_\_ % de \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Toneladas de fino  
\_\_\_\_\_ t con \_\_\_\_\_ % de \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ Toneladas de fino

Tiempo total trabajado: \_\_\_\_\_ años  
Promedio Anual de producción: \_\_\_\_\_ toneladas  
Promedio Actual de producción: \_\_\_\_\_ toneladas  
Ultimo año de trabajo: \_\_\_\_\_ Razón de la Paralización: \_\_\_\_\_

Concesiones de propiedad:    Dirección Gral. de Fabricaciones Militares  
  Dirección de Minería de Catamarca

Nombre de la Concesión	Nro Has	Estado del Trámite	Nombre de la Concesión	Nro Has	Estado del Trámite
Norma, María, etc.	24000	vigente			
Salar H. Muerto	93000	vigente			

TOTAL 93.000 Has.  
(Hay superposición total)

Geología Regional: Puna

Estructura Regional: Sistema de fosas y pilares, bloques inclinados.

Relación de la Zona Mineralizada con esta Estructura: (tachar lo que no corresponda) ~~Concordante~~ ~~Discordante~~

Litología, Estratigrafía, Edad Geológica:

- CUARTARIO { Depósitos evaporíticos.  
depósitos aluviales y eluviales.  
andesitas y f.basaltos (fenobasaltos.)
- TERCIARIO { Fm. Sijes: limolitas y tobas de color gris a pardo claro,  
niveles evaporíticos.  
Fm. Pozuelos: areniscas rojas a rosadas con intercalaciones de bancos conglomerádicos.
- ORDOVICICO F. Acoite { lutitas pardo amarillentas con intercalaciones de bancos de grauvacas y metagrauvacas.

Metamorfismo: De bajo grado en las unidades ordovícicas (basamento)

a) Tipo de Plegamiento: diverso Descripción: a) Corta longitud de onda, "supratenué" en basamento. b) Larga longitud de onda, con diapirismo en el Terciario (Ej. Tincalayu)

Relación con la zona mineralizada: (tachar lo que no corresponda) ~~Longitudinal~~ ~~Transversal~~  
Ninguna.

b) Tipo de Fallamiento: directo Descripción: Fallas N-S levantan bloques elongados del basamento.

Relación con la Mineralización: (tachar lo que no corresponda) ~~Longitudinal~~ ~~Transversal~~



Roca 1: Nombre: Evaporitas I Descripción:

Edad Geológica Máxima: Cuartario Medio Edad Geológica Mínima: Actual

Relación con la zona mineralizada: (tachar lo que no corresponda)

~~Constituyente~~ ~~Incluida~~ ~~Suprayacente~~ ~~Infrayacente~~ ~~Discordante~~ ~~No en contacto~~ ~~Indeterminada~~

Nombre de la Unidad Estratigráfica: Costra salina seca.

Descripción: Cloruros y sulfatos (en menor grado) de sodio por precipitación superficial (evaporación) de las salmueras originales. En la salmuera residual están los elementos de interés. La "costra" del salar está exenta de ellos.

Nro. de referencia de análisis químico, petrográfico y/o calcográfico: -

Roca 2: Nombre: Evaporitas II Descripción:

Edad Geológica Máxima: Cuartario medio Edad Geológica Mínima: actual

Relación con la zona mineralizada: (tachar lo que no corresponda)

~~Constituyente~~ ~~Incluida~~ ~~Suprayacente~~ ~~Infrayacente~~ ~~Discordante~~ ~~No en contacto~~ ~~Indeterminada~~

Nombre de la Unidad Estratigráfica: Costra húmeda

Descripción: Depósito químico de sales (cloruros y sulfatos) precipitados por sobresaturación de la solución madre. Es porosa (= 60%) moderadamente permeable. Se estima por comparación con casos similares, que el 18% de los poros están interconectados y llenos de salmuera residual.

Nro. de referencia de análisis químico, petrográfico y/o calcográfico: -

Roca 3: Nombre: Limos y arcillas Descripción:

Edad Geológica Máxima: Cuartario medio Edad Geológica Mínima: actual

Relación con la zona mineralizada: (tachar lo que no corresponda)

~~Constituyente~~ ~~Incluida~~ ~~Suprayacente~~ ~~Infrayacente~~ ~~Discordante~~ ~~No en contacto~~ ~~Indeterminada~~

Nombre de la Unidad Estratigráfica: Playa marginal.

Descripción: Sedimentos finos saturados en sodio, recientes o en formación, laminación horizontal, muy impermeables en sentido vertical. Son comparables a los depósitos de "barreales".

Nro. de referencia de análisis químico, petrográfico y/o calcográfico:



Forma del Yacimiento: (tachar lo que no corresponda)  
 Veta Dique Stockwork Lenticular Chimenea Masa Irregular  Estratiforme Indeterminado  
 Número de estructuras mineralizadas: \_\_\_\_\_  
 Dimensiones: \_\_\_\_\_ Peso Especifico: \_\_\_\_\_ t/m<sup>3</sup>

Nombre	Rumbo	Buzamiento	Extensión		Profundidad Estimada	Rendimiento
			Largo	Ancho		
Salar H. Muerto		horizontal	800	km <sup>2</sup>	20 m	-

Recursos:

Categoría	Volumen m <sup>3</sup>	Ley. Li g/m <sup>3</sup>	Ton. de fino	Ley. K <sub>2</sub> O kg/m <sup>3</sup>	Ton. de fino	Ley. ...	Ton. de fino	Ley. ...	Ton. de fino
Medidas									
Indicadas									
Subtotal									
Ocultas									
Total	648 mill	750	486.000	7	4.536.000				

Zonas de Alteración: Tipo: \_\_\_\_\_ Dimensiones: \_\_\_\_\_  
 Relaciones con la Mineralización: \_\_\_\_\_

Edad Geológica del yacimiento: Máxima: Cuaternario Minima: actual

Relación mineralización-Orogénesis: (tachar lo que no corresponda) ~~Epizocónica~~ ~~Sinorogénica~~ ~~Post-orogénica~~

Edad Absoluta: \_\_\_\_\_ m.a. Método: \_\_\_\_\_ Elemento Datado: \_\_\_\_\_

Control Principal: Grado de permeabilidad

Control en función de:

a) Propiedades físicas de la Rocas: sí

b) Propiedades químicas de las Rocas: sí

Clasificación Genética de Acuerdo a:

a) Modo de Depositación: (tachar lo que no corresponda) ~~Reemplazamiento~~ ~~Sustitución~~ ~~Segregación Magnética~~  
~~Sedimentación~~ ~~Concentración residual y/o supergénica~~ ~~Exhalación volcánica~~ ~~Repleno de fisura~~

b) Otros Criterios: Impregnación de poros.

Resumen de la hipótesis genética propuesta: Desecación de salmueras y precipitación de sales por sobresaturación en una cuenca cerrada con clima desértico. La salmuera residual queda enriquecida en sales de elementos menores, que no se acumulan en la costra seca del salar, porque no alcanzan el punto de saturación. Bajo la costra seca, está la costra "húmeda", similar a la anterior pero con sus vacuolas saturadas de salmuera. Tiene alta porosidad (≈ 60%) pero escasa permeabilidad pues solo el 18% de los poros están interconectados. En consecuencia solo el 10,8 % de la salmuera resulta bombeable. Esta cifra puede variar pero la experiencia mundial tiende a confirmarla con oscilaciones menores, según sea la abundancia de arcilla.



Minerales: a) Minerales económicos b) Ganga (% si es posible)

a) Cloruros y sulfatos de Li y K,

b) Cloruros y sulfatos de Mg, Idem de K, Idem de Cs, Rb y Especialmente yeso y sal común.

Textura: (Granulometría, grado de cristalización, fábrica) Ninguno pues son Salmueras subsaturadas.

Distribución: (Zonación, estratificación, zonas de enriquecimiento, etc)

El sector NE tiene leyes más bajas, por aportes de agua dulce permanente en esa zona. Los contenidos de Li y en parte K, Cs y Rb parecen aumentar hacia el sector oeste y sur del salar.

La salmuera contiene cierta cantidad de anhídrido bórico y se conoce por referencias que la perforación N°1 atravesó bancos de bórax en sus (\*sigue)

Paragénesis:

Concentración residual por evaporación.

M Tipo: (tachar lo que no corresponda) ~~Masiva~~ Diseminada

I Datos de Muestreo: (Adjuntar planilla con formato similar a la siguiente acompañada de mapas y perfiles)

N (Procedencia informes de la DGEM y la CNIE)

Número	Ubicación	Ancho m	Ley Li. %	Ley K. g/t	Ley...	Número	Ubicación	Ancho	Ley Li. %	Ley K. g/t	Ley...
R	Perfil en	-	0,448	3,96			Perfil		0,786	7,16	
A	sentido	-	0,714	7,44			transver		0,768	7,32	
L	N-S en la		0,750	7,64			sal W-E		0,710	7,40	
I	vieja ruta		0,752	7,26			Zona cep		0,714	7,38	
Z											
A	Perf. N°1						tral del		0,750	7,00	
C							Salar		0,734	7,14	
I	1,1 m- 1,6 m	0,5	0,758	7,33					0,772	7,40	
O	4,1 m- 4,6 m	0,5	0,746	7,26							
N	7,1 m- 7,6 m	0,5	0,747	7,00			(ver pág.9)		0,776	7,26	
	10,1 m- 10,6 m	0,5	0,740	7,23					0,654	6,44	
	13,6 m- 14,1 m	0,5	0,752	7,05					0,528	5,32	

Conclusiones emergentes del análisis e interpretación de los datos geofísicos y geoquímicos, si existen, en caso contrario especificar. (Acompañar con los mapas respectivos):

(\*) últimos metros (al parecer lenticulares). La proporción de Mg es relativamente baja, comparada con otros salares, lo cual favorece la recuperación final y consume menos OCa para la refinación.



(Propuesto)

Sistema de Explotación: Bombeo de salmueras contenidas en los poros

Sistema de Extracción: Cristalización fraccionada y controlada por precipitación en piletones artificiales.

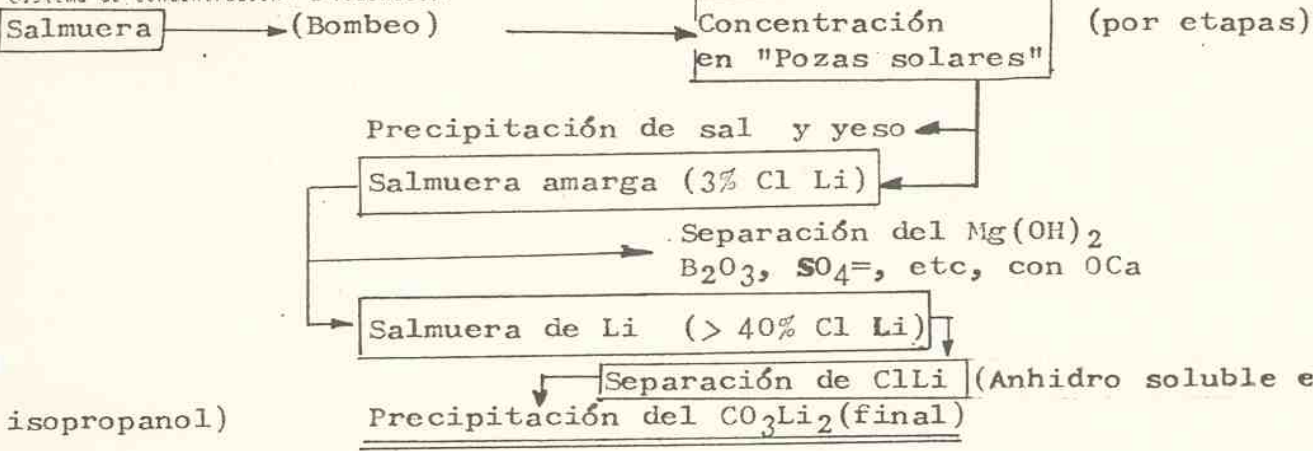
Maquinaria Existente y Estado: -

Fuentes de abastecimiento de energía y agua en mina:

Campanero y otras instalaciones en mina:

Transporte Mina-Planta:

Sistema de concentración: (Flowsheet):



Fuente de abastecimiento de energía y agua en planta:

Campanero, talleres y otras instalaciones en planta:



Para los materiales de construcción, minerales industriales: (calidad de la sustancia para su uso comercial)

Es esencial contar con abundancia de limos finos para construcción de las "pozas solares". Estos abundan en el sector NE del salar, en la esquina al sur de la región de Tincalayu-C°Ratones. Peron no se investigaron sus volúmenes reales (según la DGFM).

Bibliografía: (mapas y textos utilizados en esta evaluación especificando autores, fecha, título, institución y número: Resumen de lo más importante) CFI (1982).- Diagnóstico minero de la Prov.de Catamarca.

AMENGUAL, R. y DAROCA, R., Mayo de 1980.- Mapa Geológico del Salar del Hombre Muerto a escala aproximada 1:50.000- DGFM-SDM.

AMENGUAL, R. y MATE, O., 1979.- Prospección preliminar del Salar de Arizaro (Dpto.Los Andes-Prov.de Salta). Informe inédito de la DGFM-Subdirección Desarrollo Minero. N°786.

AMENGUAL, R., 1979.- Prospección preliminar de los salares de Jama, Olaroz y Pocitos (Dpto.Susques y Los Andes- Provs. de Jujuy y Salta). Informe inédito de DGFM. Subdirección Desarrollo Minero N°785.

BISTETNIK, H. y FERNANDEZ, A., 1980.- Asesoramiento hidrogeológico para el aprovechamiento de salmueras en el Salar del Hombre Muerto. Provs.de Catamarca y Salta. I.N.C. y T.H.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES. 1979.- Prospección de litio en la Puna argentina.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES, 1982.- Planillas de Análisis de diez muestras liofilizadas, por activación neutrónica correspondiente al Salar del Hombre Muerto (Catamarca).

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES. 1980.- Salmueras ricas en metales alcalinos del Salar del Hombre Muerto, Catamarca.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES.- Planillas de Análisis de salmueras del Salar del Rincón (Salta).

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES.- Planillas de Análisis correspondientes a varios salares de la Puna.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES, 1980.- Características geoquímicas generales de aguas y salmueras de la Puna Argentina.

CRESPO, M. y RAMALLO, E., 1980.- Informe preliminar sobre exploración geológico-geoquímica en los Salares de Pastos Grandes, Pozuelos, Centenario y Ratones. DGFM. Subdirección Desarrollo Minero.

CRESPO, M. y RAMALLO, E., 1980.- Resultado del contenido en potasio de muestras de los salares de Pastos Grandes, Centenario, Pozuelos, Ratones DGFM-Subdirección Desarrollo Minero.

DAROCA, J., 1979.- Ubicación de muestras de distintos salares de la Puna de Salta y Jujuy, enviados para control al Servicio Geológico de USA.

DAROCA, J. 1980.- Costos fletes mineral entre Hombre Muerto-Buenos Aires y Antofagasta -DGFM-Subdirección Desarrollo Minero.

LURGO, C., 1982.- Informe sobre visita del Dr. Kunasz de Poote Co. al Salar del Hombre Muerto. Detección de arcillas. DGFM-Subdirección Desarrollo minero.

LURGO, C., 1982.- Programa general para la Exploración de Salmueras del Salar del Hombre Muerto (litio-potasio), Prov.de Catamarca. DGFM.-Subdirección Desarrollo Minero.

LURGO, C., 1983.- Informe visita al Salar del Hombre Muerto con representantes de la empresa Metallgesellschaft (Alemania Federal). Detección de arcillas. DGFM-Subdirección Desarrollo Minero.

MATE, O. y RAMALLO, E., 1979.- Plan Salares-Prospección Preliminar 1° semestre año 1979. Informe inédito. Archivo DGFM. Subdirección Desarrollo Minero N°784.

///



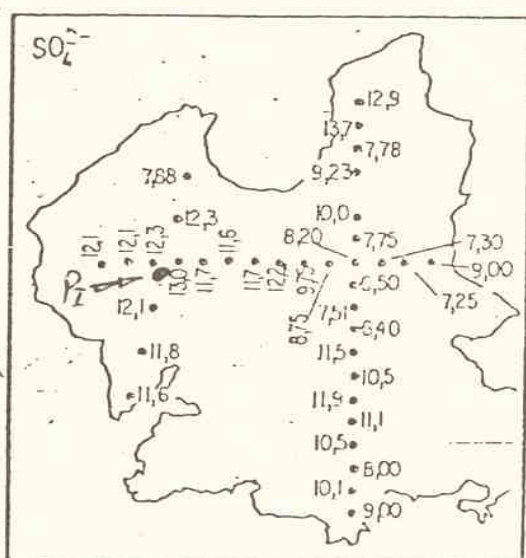
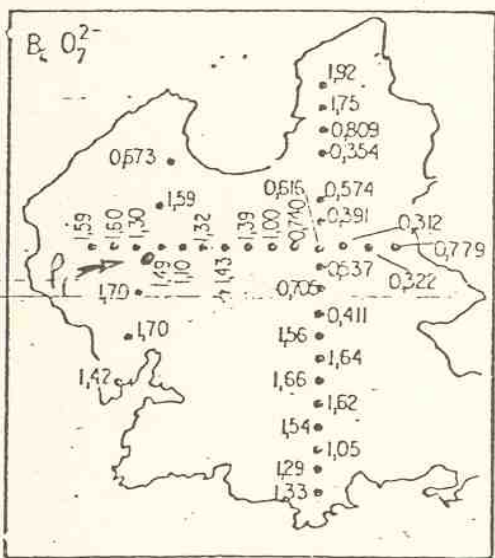
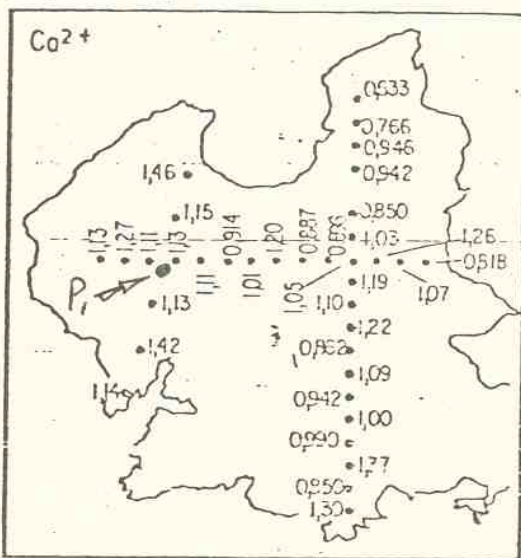
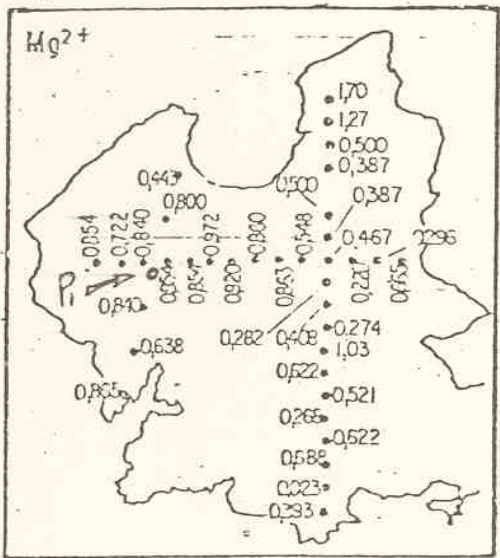
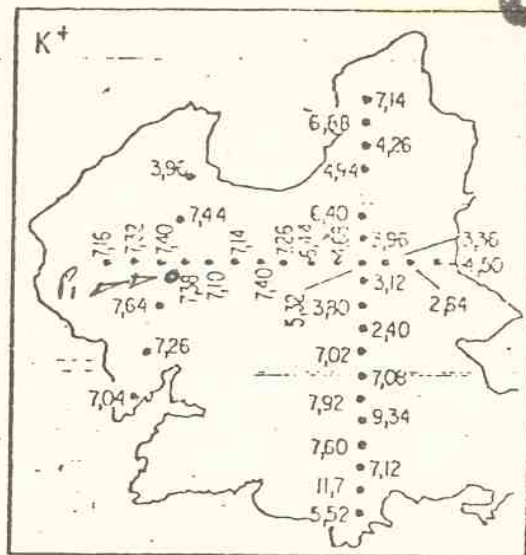
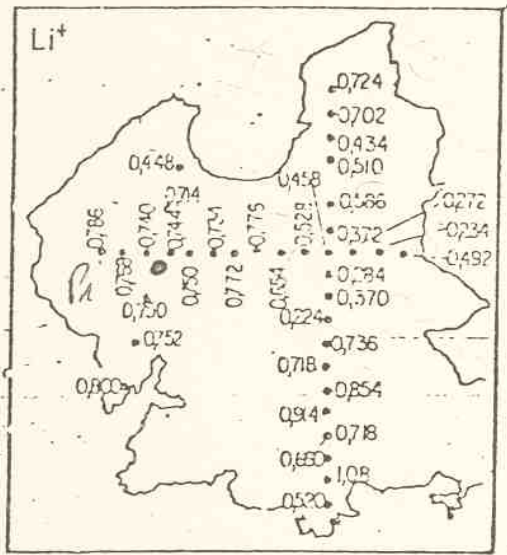
- MENDEZ, V., et al, 1982.- Salmueras ricas en metales alcalinos del Salar del Hombre Muerto, Prov.de Catamarca, Rep.Argentina. V Congreso Latinoamericano de geología.
- NICOLLI, H., 1979.- Guía para el muestreo geoquímico de Aguas y Salmueras. Comisión Nac.de Investigaciones Espaciales.
- PROGRAMA PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL DEL NOROESTE ARGENTINO, 1978.- Usos, producción, mercado internacional y precios a los principales productos a obtener de los Salares de la Puna.
- RAMALLO, E., 1979.- Informe sobre la prospección detallada del Salar del Rincón. DGFM. Subdirección Desarrollo Minero. Informe de progreso. Inédito.
- RAMALLO, E., 1980.- Informe preliminar de la perforación N°1 en Salar del Hombre Muerto. DGFM (Asesoramiento de INCYT).
- RAMALLO, E., 1980.- Informe sobre la perforación N°1 con datos de avance y descripción del perfil - DGFM - Subdirección Desarrollo Minero.
- RAMALLO, E., 1980.- Informe complementario del Salar del Rincón con el análisis por litio y otros en 50 muestras. DGFM. Subdirección Desarrollo Minero.
- RAMALLO, E., 1980.- Informe sobre ensayo preliminar de bombeo en el pozo N°1 del Salar del Hombre Muerto -DGFM-Subdirección Desarrollo Minero.
- RAMALLO, E., 1981.- Informe sobre prospección de niveles arcillosos en el Salar del Hombre Muerto y del Rincón - DGFM - Subdirección Desarrollo Minero.
- SERVICIO GEOLOGICO DE U.S.A., 1980.- Planilla de análisis realizados en el laboratorio del Servicio Geológico de U.S.A. Colorado.





FIG. 4: SECTOR OCCIDENTAL DEL SALAR DEL HOMBRE MUERTO.  
Distribución de aniones y cationes

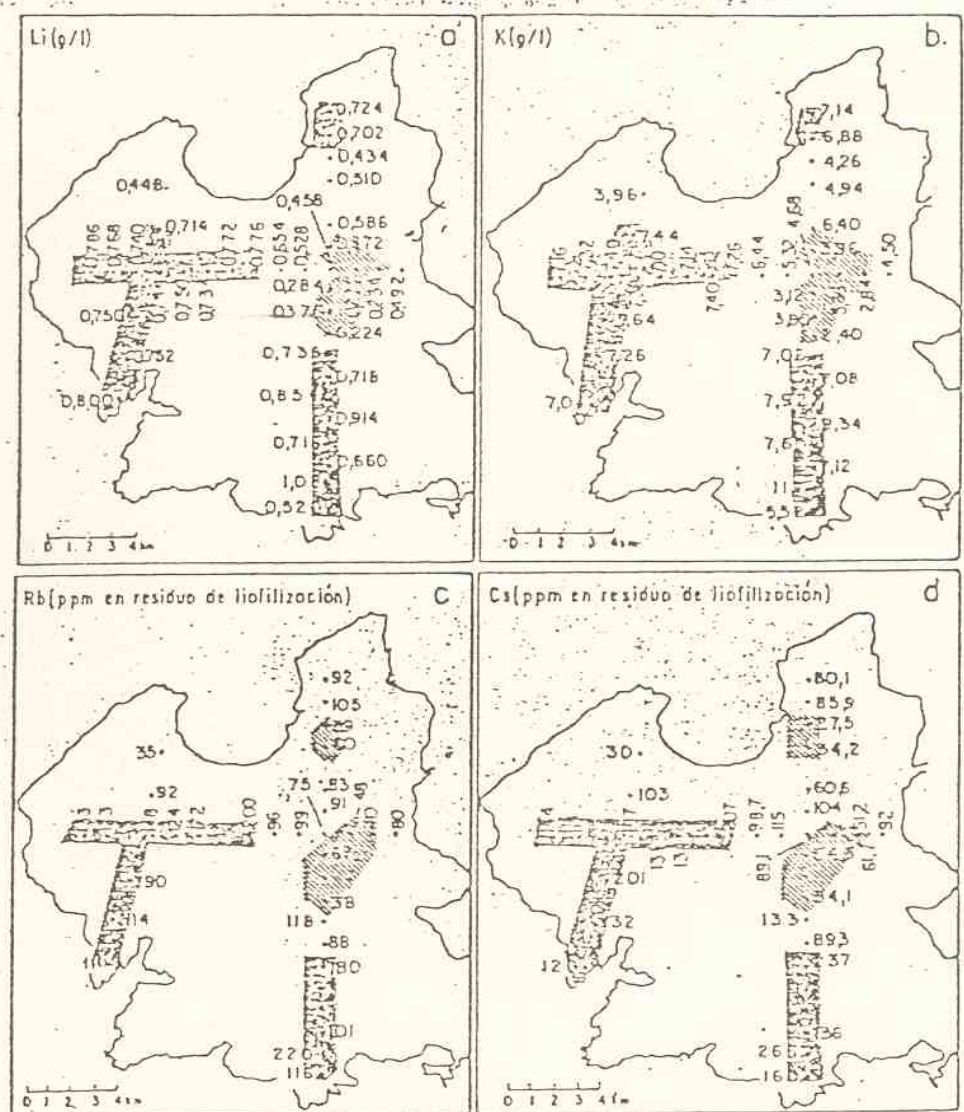
cd 1



Pi → ● (PERFORACIÓN N° 1)

d1

SECTOR OCCIDENTAL DEL  
 SALAR DEL HOMBRE MUERTO  
 Distribución de metales alcalinos



Referencias: Areas con valores altos  
 Areas con valores bajos

PEM III C10 - d1/2



Cróquis del yacimiento: ( Solo planos para prospectos y ocurrencias y planos y perfiles para yacimientos desarrollados ).  
Ajustar los mapas y perfiles que ilustren lo descrito en las paginas anteriores respecto de la Geología Regional y Local

d1

Escala:

Puntaje Asignado:

	Valor estimado o concepto	Puntaje
1. Tamaño del yacimiento	> 1.000.000 m <sup>3</sup>	4
2. Valor Bruto Recuperable por tonelada	< 30 U\$S/t	1
3. Productividad	< 30%	1
4. Condiciones de Explotación	normales	2
5. Condiciones locales	Normales	2
Total del puntaje.....		10

Coefficiente: Ingreso neto Actualizado/Inversión Estimada Ley media: 750 g/m<sup>3</sup> Li<sup>+</sup>  
7 kg/m<sup>3</sup> K<sup>+</sup>

Valor de la Mina:

Mineral o Elemento	Precio en el Mercado Nacional	Precio por tonelada de fino	Regalías Prov.; Impuestos Nac. y Prov.; Costos de Comercialización	Precio Neto por tonelada de fino	Ley promedio	Recuperación	Valor del Elemento
(1)	(2) U\$S/kg	(3)	(4)	(5)=(3)-(4)	(6) kg/m <sup>3</sup>	(7)	(5)x(6)x(7)
CO <sub>3</sub> Li <sub>2</sub>	3,000	-	-	-	3,9	0,8	0,36
K	0,090	-	-	-	13,4	0,8	0,96
Total (VM)							10,32

Factor de dilución Y: Desconocido o incluido en P (expresado en tanto por uno o fracción decimal)

Valor Neto Recuperable (Vn) =  $\frac{1-Y}{100} \times VM = -$

(= 1,8666 millones m<sup>3</sup>/año)

Reservas (R) Totales: ≈ 6.000 mill.m<sup>3</sup> Toneladas por día: 6,222 m<sup>3</sup>/día Vida de la Mina (L): 30 años

Bombeables: (10,3%) 648 mill.m<sup>3</sup> Inversión Estimada (C): 20.000.000 U\$S Factor de Actualización: 0,26851

Ingreso Neto (IN): R(Vn-P) = 1,44 x 56.000.000 = 80.640.000 U\$S

Ingreso Neto Actualizado (INA): IN x Factor de Actualización = 21.652.646 U\$S

Coefficiente INA/C =  $\frac{21.652.646}{20.000.000} = 1,08$

Factor C x L / IN = T.I.R. =

Conclusiones y Recomendaciones: 1) Efectuar una comisión de veinte días a la zona para efectuar dos perfiles complementarios, con análisis de salmueras y verificación de la distribución de Li y K, así como una nueva perforación. Ubicar según sean los resultados.

2) Ofrecer al propietario (DGFM-Prov.de Catamarca) ayuda en la ejecución de perforaciones para evaluar el recurso y avanzar hacia la prefactibilidad.

3) Efectuar comisión, estudio y evaluación de arcillas, así como de sus características mecánicas.

Estas tareas pueden estar sincronizadas con (o siguiendo) el proyecto. COPEDESMEI.

Informe ejecutado por:

Fecha:

Actualizado por:

Fecha:

OBSERVACIONES: (ver hoja adjunta).



OBSERVACIONES

L: Vida del yacimiento estimada por empresas oferentes de la licitación (no agota el recurso).

C: Inversión total máxima estimada por una empresa (oferta máxima).

Y: La precipitación final es eficaz en un 80% (experiencia de Lago Searles, según la CNIE).

Reservas: Geológicas: 6.000 millones de m<sup>3</sup>  
Bombeables: 648 millones de m<sup>3</sup> (10,8 % del total).  
A consumir en 30 años: 56 millones de m<sup>3</sup>.

Producción:  $\cong$  8.000 t/año ( $\cong$  31-32% del Consumo mundial, del orden de 25.000 t/año). (CO<sub>2</sub>Li<sub>2</sub>Anhidro).

Se ignora estructura de costos (P) pero:

- 1) Para entrar en tabla 2 con TIR: 60%, a 30 años que parece ser el límite aceptable para inversiones a largo plazo, de los 10,32 U\$S contenidos, 6,19 U\$S/m<sup>3</sup> se destinarían a amortizar la inversión.
- 2) Las empresas esperan una ganancia neta del 14%, o sea 1,44 U\$S/m<sup>3</sup>.
- 3) En el caso más sencillo (COMINCO-CAPRONA) ofrecen a la Provincia una regalía del 10% del ingreso bruto, o sea 1,03 U\$S/m<sup>3</sup>. Esto nos dejaría una estructura aproximada de:

Amortización (retorno)	→	6,19 U\$S
Ganancia Neta	→	1,44
Regalías	→	1,03
Subtotal	→	<u>8,66 U\$S</u>

El remanente (1,66 U\$S) se debe desdoblarse en:

Costo operación = 1,4 U\$S  
Otros impuestos = 0,26 U\$S

El coeficiente INA/C = 1,08

NOTA: La ganancia "bruta" sería de 10,32 - (6,19+1,4) = 2,73 U\$S, a desdoblarse en:

~ { Impuestos: 1,29 U\$S (47,3 %)  
Ingreso Neto: 1,44 U\$S (52,7 %).

Sin embargo, al calcular el factor  $\frac{C \cdot L}{IN} = \frac{20.000.000 \times 30}{80.640.000} = 0,74404$

con el cual no entramos en tabla, es decir el negocio "no cierra" a 30 años sino a alrededor de 42 años. Es obvio entonces, que o bien este negocio está "sobreinvertido" o no pueden aplicarse los parámetros comunes a estos yacimientos, sin alguna adaptación. Ej: para hacerlo "cerrar" reduciendo la inversión, tendríamos que:

Factor  $\frac{C \cdot L}{IN} = 1,666$  (que corresponde a una amortización a 30 años con TIR = 60 %)

En este caso despejando "C", tendríamos:

$$C = \frac{1,666 \times IN}{L} = \frac{1,666 \times 80.640.000}{30} = \underline{\underline{4.478.208 \text{ U$S}}}$$

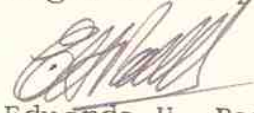
Conclusiones y Recomendaciones

d1 16

Para cumplir con los parámetros del P.E.M. la inversión total no debería pasar de 4,5 millones de U\$S. Sin embargo una de las empresas está dispuesta a invertir 7,5 millones sólo en exploración y hasta "podría" llegar a 20.000.000 la inversión total y la segunda está en un caso comparable.

Por lo tanto este proyecto de gran magnitud, baja ley y muy bajos costos de producción debe analizarse según otros parámetros.

  
Liliana del V. Martínez  
Geóloga

  
Dr. Eduardo H. Peralta  
Geólogo



## PROYECTO SALAR DE HOMBRE MUERTO

### RBEVALUACION POR METODO STZ (INFORME COMPLEMENTARIO)

#### 1. INTRODUCCION

Este proyecto es el otro probable yacimiento "grande" de la Provincia de Catamarca, además del célebre "Bajo de la Alumbroera". Fue propuesto en la tercera selección de "Evaluaciones previas" por la superioridad y procesado según la modalidad FOYEM en abril de 1986. Posteriormente con la adopción de la forma G.T.Z., se hace necesario el reprocesamiento por dos motivos:

- a. Uniformar los parámetros de evaluación.
- b. La posibilidad de adaptarse mejor, a los yacimientos de gran tamaño y baja ley, que mostraban comportamiento anómalos con el método anterior.

#### 2. GENERALIDADES DEL DEPOSITO

El Salar del Hombre Muerto es una de las típicas cuencas endorréico-evaporíticas de la Puna. La costra salina superficial muestra una zonación de Este a Oeste con aumento paulatino de la proporción de cloruros y disminución de los sulfatos y limos salinos.

El espesor de sales acumulado, según datos geofísicos sería mayor de 200 m (información verbal), aunque la única perforación existente es de solo 20 m.

Por analogía con las cuencas chilenas similares (Ej. Salar de Atacama, se sabe que en estos depósitos se pueden distinguir dos grandes unidades salinas: sal "compacta" (\*) y sal "porosa". Esta última a su vez puede subdividirse en "seca" (costra de superficie dura y delgada) que raramente tiene más de 1 m de espesor, y "húmeda" (embebida en la salmuera mineralizada) por debajo de la anterior.

Raramente la sal porosa "húmeda" alcanza más de 60 m de profundidad. Tiene alta porosidad ( $\approx 60\%$ ) pero sólo el 16-20% (18% en promedio) de las vacuolas están interconectada<sup>s</sup> lo cual nos deja sólo el 10,8% de permeabilidad para la salmuera utilizable.

De allí que existe una reserva "geológica" (porosidad total) y una "bombeable" (dependiente de la permeabilidad).

En la salmuera saturada, predominan los cloruros y sulfatos de Na, pero por ser un "residuo", del cual se ha eliminado por sobresaturación la mayor parte de la sal y peso ha quedado "enriquecido"

(\*) profunda.

en términos relativos en los elementos alcalinos más escasos que el Na (o sea Li, K, Cs, Rb) y parcialmente en algunos aniones entre los que se destacan el  $B_2O_3$ , radicando en ellos su valor económico. En la perforación de 20m mencionada, se habrían atravesado varios niveles lenticulares de Bórax lo cual indica, al menos sobresaturación local, pero en general estos compuestos aunque "concentrados" en la salmuera no llegan al punto de saturación, por lo cual no existen en la costra dura aflorante, lo cual explica que haya pasado desapercibidos durante tanto tiempo. La salmuera embebida en los poros de la sal húmeda, constituye el recurso principal y de ella poco más de 1/10 resultaría aprovechable.

Teniendo en cuenta que las evaporitas propiamente dichas cubren  $800 \text{ km}^2$  y si consideramos sólo los primeros 20m (hasta donde llegó la perforación) tendríamos 16.000 millones de  $\text{m}^3$ , de los cuales el 10,8% sería "bombeable" (unos 1750 millones de  $\text{m}^3$ ) con ley media  $0,750 \text{ kg Li/m}^3$  y  $7 \text{ kg K/m}^3$ .

### 3. LIMITACIONES COMERCIALES DEL RECURSO

Las empresas oferentes (Cominco-Caprone y Litium Corporation) indican una demanda mundial de unas 25-28.000 t/año de  $\text{CO}_3\text{Li}_2$ , dentro de la cual quedaría disponible un cupo de 8.000 t/año, que se piensa cubrir con Salar del Hombre Muerto.

Como el proyecto está pensado para 30 años (Factor actualización 0,2695) se requieren unos 86.000.000  $\text{m}^3$  de salmuera, que ni en las peores condiciones llegaría siquiera al 10% de las reservas del Salar. De modo que no es éste un problema de "falta de reservas" sino de "falta de salida", para el producto terminado.

### 4. REPROCESAMIENTO POR NOBALIDAD GTZ

Siendo éste un tipo tan especial de "Minería", es necesario traducir a sus equivalentes, los parámetros de GTZ.

#### 4.1. Recursos geológicos (Cuadro 2)

##### 4.1.1. Categoría de reservas (columna 2)

Aunque se la conoce en superficie y existe sólo una perforación, sorprende la uniforme distribución del mineral. En consideración a la regularidad pueden considerarse "Probables".



4.1.2. Volumen (columna 3)

86.000.000 m<sup>3</sup> a explotar en 30 años (vida útil estimada de la Planta) lo cual significa 2.800.000 m<sup>3</sup>/año, o sea 8.500 m<sup>3</sup>/día.

4.1.3. Leyes contenidas (columna 4a y b)

Se traducen los promedios (0,75 kg/m<sup>3</sup> Li y 7 kg/m<sup>3</sup> K) a sus equivalentes comerciales: CO<sub>3</sub>Li<sub>2</sub> (3,9 kg/m<sup>3</sup>).  
Cl K (13,4 kg/m<sup>3</sup>).

4.2. Factores de ajuste (Cuadro 2)

4.2.1. Relación de anchos (explotable/muestreado) (columna 5)

Una vez estabilizado el régimen de bombeo, se produciría un ajuste automático de salida/llegada, de la solución a la toma del pozo, por lo cual sería equivalente a 1.

4.2.2. Pérdida por explotación (columna 6)

Si bien aquí no habría "puentes" ni "pilares" y la distribución de Li y K es bastante homogénea, seguramente habrá sectores más "diluidos" y/o enriquecidos en arcillas (ávidas de K y Li). Estos sin duda tendrán menos perforaciones por km<sup>2</sup> y/o un régimen de bombeo menos intenso, probablemente un 10% inferior al promedio. Por lo tanto el factor equivalente sería 0,9 (tentativo).

4.2.3. Dilución por minado (columna 7)

Es posible que la "depresión relativa" de la salmuera, acelere la llegada de aguas no saturadas a la zona de bombeo, produciendo cierta dilución. Esta podría ser equivalente al volumen extraído (10% de las reservas del salar) por lo cual el factor sería 1.1.

4.2.4. Relación de densidades (salmuera a extraer/salmuera muestreada)  
Columna 8.

Si a lo largo de los 30 años se produce una dilución del 10%, significa que los 7,75 k/litro de metales útiles (Li y K) contenidos, disminuirán a 6.975 g/litro (7,75 x 0,9). La participación de estos elementos en la densidad del agua original (descartando Na y otros sin valor) también descenderá proporcionalmente. La densidad "equivalente útil" sería de 1.0775 (salmuera original) y de 1.06975.

Factor =  $\frac{1.06975}{1.0775} = 0,992$

Es probable que sea menor puesto que la dilución sería

paulatina y no repentina como se la calcula aquí.

#### 4.3. Recursos considerados en la evaluación previa

Aplicando estas correcciones se obtienen 83,5 millones de m<sup>3</sup> conteniendo el equivalente de 3,5 kg CO<sub>3</sub>Li<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> y 12,18 kg Cl K/ m<sup>3</sup>.

#### 5. CALCULO DEL VALOR NETO RECUPERABLE (Cuadro 3)

Se supone una recuperación tentativa en planta del 80%, que en su mayor parte está condicionada a la abundancia de coloides arcillos o silíceos suspendidos en la salmuera. Otro condicionante es el 0 Mg pero afortunadamente éste es muy bajo en el caso de Salar del Hombre Muerto.

Los precios estimados por la empresa preadjudicada, serían 3 U\$S/kg CO<sub>3</sub>Li<sub>2</sub>(anhidro) y 90 U\$S/t de Cl K.

La regalía ofrecida por la empresa es de alrededor del 10% de la facturación total.

Para gastos de transporte se consideran 250 km en camión (hasta Pocitos) y unos 2.000 km en ferrocarril (hasta puerto Buenos Aires) por un total 37 U\$S/t.

Se obtienen así 6,99 U\$S/m<sup>3</sup>.

#### 6. OTROS PARAMETROS

##### 6.1. Costos operativos

Las empresas, como es lógico, no aclaran su estructura de costos, pero partiendo de la evidencia de que el depósito resulta rentable, se puede deducir aproximadamente el siguiente:

a. En Mina	1 U\$S/m <sup>3</sup>
b. En Planta	2.5 " "
c. En Servicios	<u>1.5 " "</u>
	5 " " (estimación).

##### 6.2. Inversiones

Según LITCO esto ascendería a unos 20.000.000 U\$S. Manteniendo una proporción aproximada a la de SPZ, salvo en lo referente a "Mina", por el tipo tan "especial" de yacimiento, sería:



Preinversión : 5.000.000  
a. En Mina : 1.000.000  
b. En Planta : 10.000.000  
c. En Servicios : 4.000.000

Según referencias verbales más recientes, la empresa preadjudicataria estaría dispuesta a cuadruplicar la inversión (?). Se ignora si se piensa ampliar también la producción.

7. CALCULO DEL COEFICIENTE DE RENTABILIDAD (Planilla 4)

Se obtiene 2,23 con una TIR = 28,35%

8. CONCLUSIONES

El yacimiento es evidentemente muy grande y la Provincia tiene aquí una excelente oportunidad que beneficiaría al más pobre y extenso de los departamentos que la integran.

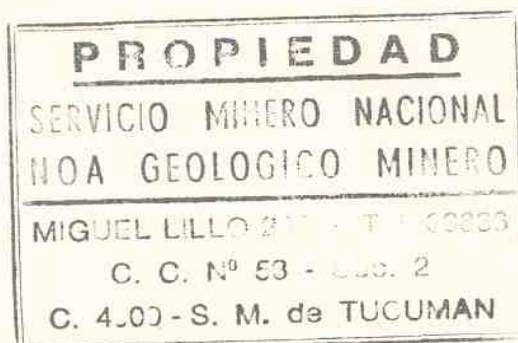
Por otra parte, el yacimiento sería rentable según esta evaluación, pero se ignora qué pasaría en caso de aumentar la producción más allá de las necesidades del mercado internacional.

El mercado interno (25-30 t/año  $\text{CO}_3\text{Li}_2$ ) representa apenas el 0,35% de la producción anual o el producto de un día de trabajo, por lo cual trabajaría casi exclusivamente para la exportación.

Se producirán además unas 30-33.000 t/año de Cl K, apto para fertilizantes, industria química, etc., que seguramente se consumirán en el mercado interno.

Es probable que también se obtengan  $\text{B}_2\text{O}_3$  y cantidades inciertas de Cs y Rb, que no son evaluadas aquí.

  
EDUARDO H. PERALTA  
GEOL









48

9. CALCULO DEL COEFICIENTE DE RENTABILIDAD

RECURSOS MINERALES CONSIDERADOS (RES)..... 83.500.000 m<sup>3</sup> t MENA

VIDA DEL PROYECTO (EN AÑOS ENTEROS)..... 30 AÑOS

DIAS HABLES DE PRODUCCION EN PLANTA..... 330 DIAS/AÑO

CAPACIDAD DE PLANTA..... 8.500 m<sup>3</sup>/ t MENA/DIA

COSTOS DE OPERACION (CMP)..... 5 \$/t MENA

MINA..... 1 \$/m<sup>3</sup> MENA

PLANTA..... 2.5 \$/m<sup>3</sup> MENA

SERVICIOS AUXILIARES Y ADMIN. . . . . 1.5 \$/m<sup>3</sup> MENA

INVERSIONES (IN)..... 20.000.000 \$

PRE-INVERSION..... 5.000.000 \$

MINA..... 1.000.000 \$

PLANTA..... 10.000.000 \$

SERV. AUXILIARES E INFRAESTRUC.... 4.000.000 \$

CAPITAL DE TRABAJO..... - \$

VALOR NETO RECUPERABLE TOTAL (ΣVN):..... 6,99 \$/t MENA  
(EFECTUAR EL CALCULO POR MEDIO DEL CUADRO NRO 3)

FACTOR DE ACTUALIZACION (FA):..... 0,26851  
 $(6,99-5) \times 83.500.000 \times 0,26851 = 2,23$

COEFICIENTE DE RENTALBILIDAD (CO): 20.000.000

Factor =  $3.61954$  . . . . .  $FR = 28,35\%$

$(\Sigma VN - CMP) \times RES \times FA$

IN

TODOS LOS VALORES DEBERAN EXPRESARSE EN DOLARES AMERICANOS, EN CASO CONTRARIO ESPECIFICAR LA UNIDAD MONETARIA UTILIZADA, LA RELACION DE CAMBIO EXISTENTE Y LA FECHA DE LA COTIZACION.



EDUARDO H. PERALTÁ  
-GEOL-

**PROPIEDAD**  
SERVICIO MINERO NACIONAL  
NOA GEOLOGICO MINERO  
MIGUEL LILLO  
C. C. Nº 53 -  
C. 4.00 - S. M. de TUCUMAN