

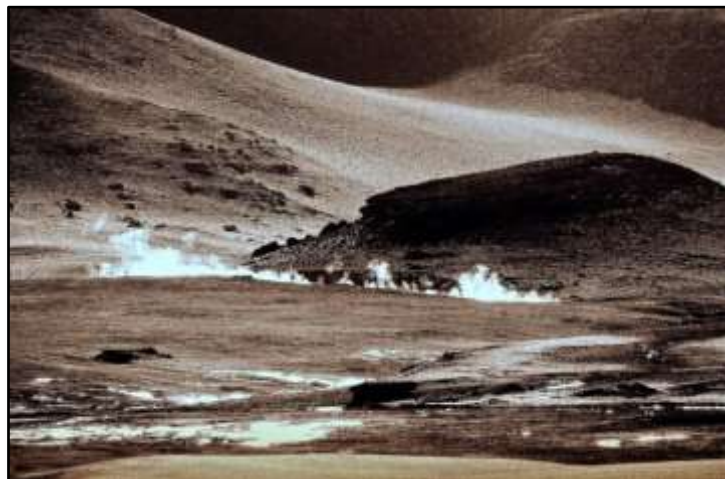
RECONOCIMIENTO EXPEDITIVO DE LAS EXPRESIONES GEOTERMALES DE LA CALDERA VOLCAN GALAN, PROVINCIA DE CATAMARCA

RAZON 1: Es el único sitio de la Puna Meridional con evidencias vulcanológicas modernas de aproximarse a contener mínimamente fluidos con temperaturas aptas para la generación eléctrica con la tecnología disponible.

RAZON 2: Es el único sitio con expresiones geotermales que se halla cercano a un área de desarrollo minero sostenido, donde el requerimiento de energía eléctrica es permanente y un aporte adicional de generación promovería una expansión de los actores de producción. En este caso solo opera la firma FMC con producción de cloruro de litio con reservas hasta el 2037 y proceso de valor agregado en ciudad de Guemes.

CONSIDERACIONES – PREMISAS

- El Catálogo de Manifestaciones Termales de la República Argentina – Vol. 1. Región del Noroeste elaborado por el Area de Geotermia del SEGEMAR compila los resultados geoquímicos obtenidos del trabajo de “Exploración geotérmica (fase de reconocimiento) en Puna salteña y Cerro Galán – Salar de Antofalla”, desarrollado por la Universidad Nacional de Salta en 1982.
- La única información que se conoce es la indicada en el ítem anterior y que expresa en la página 93 del Catálogo valores tabulados de análisis de las aguas colectadas en aquella misión, con una geotermometría de sílice que sugiere una temperatura de reservorio del orden de 200°C a 240°C. Las temperaturas de superficie alcanzar los 80°C y 85°C (Ojo I y Ojo II en manifestación geotermal La Cocha).
- No se tiene antecedente de que profesionales del área de geotermia del SEGEMAR hallan protagonizado toma de muestras en dicho sitio. Inclusive alguna misión de reconocimiento geotérmico en dicho sitio.
- Hasta el momento el que suscribe desconoce la existencia de otros estudios sobre estas fuentes geotermales, que no sea el elaborado por la Universidad de Salta en 1982.
- Se muestran abajo fotos de las manifestaciones geotermales obtenidas por visitantes de turismo aventura. Obsérvese el burbujeo gaseoso que amerita indefectiblemente colectar tales gases a los efectos de confirmar su origen magmático.







Nótese en las fotos el intenso burbujeo por desgasificación magmática. Buen indicio.

OBJETIVO DE LA MISION

- 1.- Validar los datos históricos de geotermometría de sílice.
- 2.- Tomar muestras de aguas y gases para obtener toda la información geoquímica y geotermométrica posible que caractericen los fluidos de origen geotermal en el ámbito del Volcán Cerro Galán.
- 3.- De arrojar resultados satisfactorios, desarrollar un Plan de Exploración de la comarca de la Caldera del Volcán Galán, siguiendo los lineamientos de exploración internacionales válidos ante empresas y organismos financieros que se dedican al desarrollo de la geotermia de generación eléctrica. (Best Practices)
- 4.- La ejecución de esta misión geoquímica geotérmica con observaciones expeditivas geológicas enfocadas a la disciplina geotérmica, determinarán proseguir o anular este target. *Se ha dado importancia a aplicar la moderna tecnología y el avance alcanzado por la geoquímica geotérmica, a un extremo tal, que se puede predecir las temperaturas de reservorio, su origen, su composición y en algunos casos, su tamaño y potencia.*

REQUERIMIENTOS TECNICOS INICIALES DE LA MISION

- A) Copia impresa de los tres tomos del estudio de “Exploración geotérmica (fase de reconocimiento) en Puna salteña y Cerro Galán – Salar de Antofalla”, desarrollado por la Universidad Nacional de Salta en 1982.
- B) Copia color de la Carta Geológica Cachi 2566 – III.
- C) Imágenes satelitales de alta resolución del tipo IKONOS o QUICK BIRD con señalamiento de los puntos donde se tomaron las muestras de agua, vías de acceso a ellos y otros rasgos que contribuyan a esta primera misión de reconocimiento. (*)
- D) Imágenes satelitales (Aster?) donde se interpreten bandas que demarquen alteraciones hidrotermales y control estructural todo ello acotado a los ámbitos donde se hallan las manifestaciones geotermales. Interpretación de bandas térmicas y señalamientos en imagen de la ubicación de las anomalías térmicas.

REQUERIMIENTOS INDISPENSABLES PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA MISION

- 1.- Convocar a geoquímicos (1 + ayudante especializado) con experiencia en la toma de muestras de fluidos geotermales.
- 2.- Disponer del instrumental apropiado para el colectado de aguas en campo (rigor hidroquímico) y acorde a las normativas geoquímicas inherentes a la geotermia.
- 3.- Disponer del instrumental apropiado para la extracción de burbujas gaseosas en el colectado de aguas, filtrado rápido y campanas para el colectado de gases en agua y en suelos.
- 4.- Disponer del instrumental apropiado para el colectado de gases CO₂, He y Rn y relevamiento de tales gases ocluidos en suelos.
- 5.- Termómetros con gradación amplia, phmetro electrónico e instrumento para ORP.

FUNDAMENTAL: Alistar una rápida misión de evaluación y compromiso logístico desde la Delegación Catamarca o Salta a los efectos de:

- **Evaluar los accesos (**) a las manifestaciones geotermales (probablemente orientados por un geólogo baqueano de FMC).**

- Solicitar alojamiento en el campamento FMC de Salar de Hombre Muerto por un tiempo de 10 días.
- Disponer de 2 pick up 4x4. O una (1) dotada de radio BLU.

Según el REPORTE DE RESULTADOS DE ESTA MISION DE EVALUACION LOGÍSTICA DE LA DELEGACION CATAMARCA O SALTA, se tomará la decisión de ejecutar este Reconocimiento Expeditivo de las Expresiones Geotermales de la Volcán Galán.

TRABAJOS A DESARROLLAR

AGUAS

- Muestreo de aguas con filtración y acidificación de acuerdo a las normas (SOPs) sugeridas por Ármannsson y Ólafsson (2009). O procedimientos mejores sugeridos por el geoquímico encargado de la operación de colectado y el laboratorio de apoyo de análisis geoquímicos para geotermia.
- En la toma de muestras se guardará extrema precaución de emplear matraces bien enjuagados y botellas colmatadas con extrusión de burbujas de aire.
- Las muestras para el análisis isotópico ($\delta^2\text{H}$, $\delta^{18}\text{O}$) se mantendrá filtrada y sin acidificar.
- Las filtraciones se llevarán a cabo usando una membrana de filtro de 0,45 micras.
- Se determinarán en campo temperatura, PH y Potencial de Oxido Reducción (ORP)

A continuación en Tabla se enlistan los análisis a ejecutar, el tratamiento específico que se requiere de la muestra colectada y el Método de Análisis que se propone practicar.

Componentes	Tratamiento de las muestras	Método de Análisis
SiO ₂	Natural, diluido	ICP- OES
Na, K	Filtrado, acidificado	Espectrometría de Absorción Atómica
Ca, Mg	Filtrado, acidificado	Espectrometría de Absorción Atómica
pH, CO ₃ H,	Natural, no tratado	Titulación
Cl	Filtrado, no tratado	Cromatografía iónica
SO ₄	Filtrado, precipitado	Cromatografía iónica
F	Filtered, untreated	Electrodo selectivo
Fe	Filtrado, acidificado	Espectrometría de Absorción Atómica
Mn	Filtrado, acidificado	Espectrometría de Absorción Atómica
Li	Filtrado, acidificado	ICP-OES *
B	Filtrado, acidificado	ICP- OES
As	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Cd	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Zn	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Cu	Filtrado, acidificado	ICP- OES

Cr	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Hg	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Sr	Filtrado, acidificado	ICP- OES
Pb	Filtrado, acidificado	ICP- OES
U	Filtrado, acidificado	ICP- OES
$\delta^{18}O$	Filtrado, no tratado	IRMS **
δD	Filtrado, no tratado	IRMS

* ICP, Plasma de Acoplamiento Inductivo y OES, Espectrofotómetro de Emisión Óptica

** Espectrometría de Masas de relaciones Isotópicas

GASES

No solo obtener muestras de gases en las manifestaciones geotermales, sino que también un relevamiento con colectado sistemático según una grilla a determinar en campo, acotada a las anomalías térmicas observadas de las imágenes satelitales requeridas en el ítem REQUERIMIENTOS TECNICOS INICIALES DE LA MISION

Medición de CO₂

Se propone aplicar técnicas infrarrojas de análisis de gases con la posibilidad de determinar las concentraciones ppm de CO₂ de manera instantánea en campo.

Se sugiere contar con un instrumento a tal fin igual o similar al detector-analizador infrarrojo de CO₂ no dispersado (auto zero, es decir autocalibrante) del tipo EGM-4 con campana de colectado calibrada del tipo SRC-1.



Medición de He

Se sugiere medir en campo empleando un instrumento igual o similar al He Mass Spectrometer PICO, en foto a continuación.



Medición de Rn

También se sugiere disponer de un equipo portátil del tipo Alpha GUARD o similar ya que es ideal para la determinación continua de radón – gases con radón en composición, midiendo simultáneamente parámetros climáticos del día de colectado incluyendo las tasas de emisión gamma del momento.

A manera de ejemplo en la foto de abajo se observa el empleo del instrumento sugerido junto con el mencionado espectrómetro de medición de gas He.



PRESENTACION DE RESULTADOS

Aguas

- Tablas de concentración iónica y catiónica en mg/l. Triángulos de clasificación de aniones y cationes.
- Diagramas de Piper.
- Diagramas Rígidos (Stiff diagram)
- Diagramas de Schoeller Berkaloff.
- Diagramas de Giggenbach.
- Diagramas de isótopos de H y O según Henley.
- Geotermómetros de Sílice (Qz, Cal y Qz adiabático).
- Geotermómetros de Na/K (Fournier); Na/K Truesdell y Na/K (Giggenbach).
- Geotermómetros de Na-K-Ca y Na –K-Ca Mg corregidos.
- Geotermómetros de K/Mg (Giggenbach).
- Diagramas ternarios Giggenbach de Na-K-Mg.
- Diagramas de equilibrio SiO₂ y K₂/Mg.
- Geoindicadores K/Ca-K/Mg-PCO₂.
- Diagramas de Cloruros – Entalpía.
- Índices de saturación.

Gases

- Tablas con posición de muestras (X, Y,Z), flujos de gas (g/m²xh), actividad superficial de Rn y temperatura de suelos.
- Planos surfer con curvas de flujos CO₂ (Ln normalizados) y de variogramas esféricos.
- Planos de curvas de He con superposición de isotermas de suelos. Idem con anomalías de Rn.
- Tablas de resultados de Geotermometría de gas hidrocarbónico.
- Tablas de Geotermometría de CO₂.
- Geotermometría de Travertino, en caso de hallarse.

(*) Para esta misión se pueden obviar.

Como dato logístico a considerar, los antecedentes indican que la ruta de entrada y salida del Salar del Hombre Muerto, al norte del área de interés, se realiza a través de la Ruta Provincial 17 en la provincia de Salta (prolongación septentrional de la ruta provincial 43 de Catamarca, que conecta el salar a la ciudad de Antofagasta de la Sierra).

Lic. Alejandro Conde Serra
25 de julio 2016