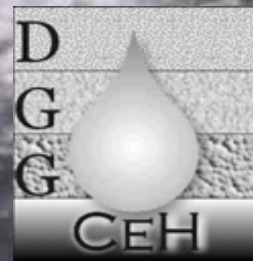
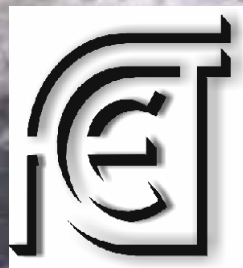


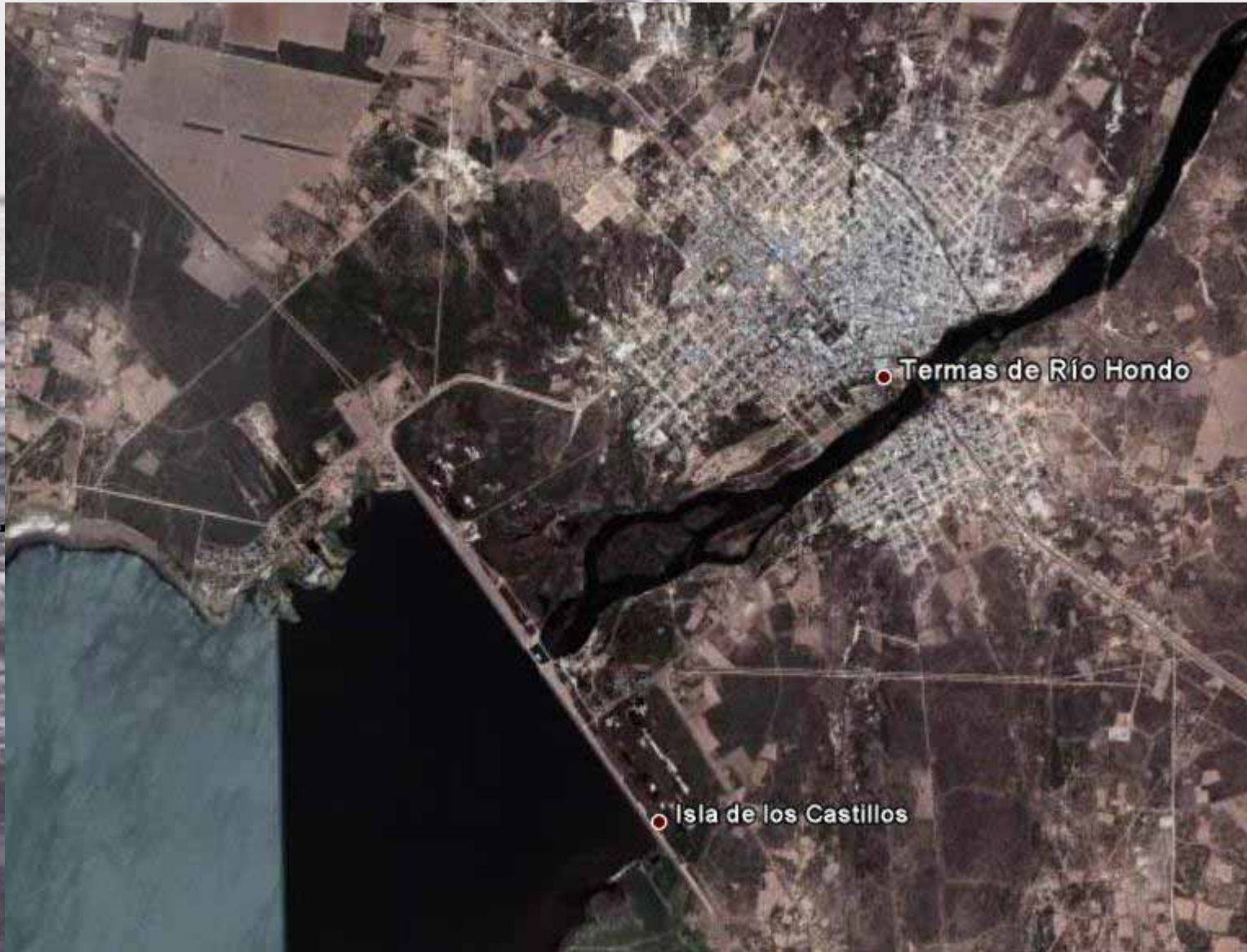
ESTUDIO SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DEL RECURSO HIDROTERMAL TERMAS DE RIO HONDO

Lic. Raúl A. Martín – Lic. Angel Storniolo - Lic. Juan M. Thir

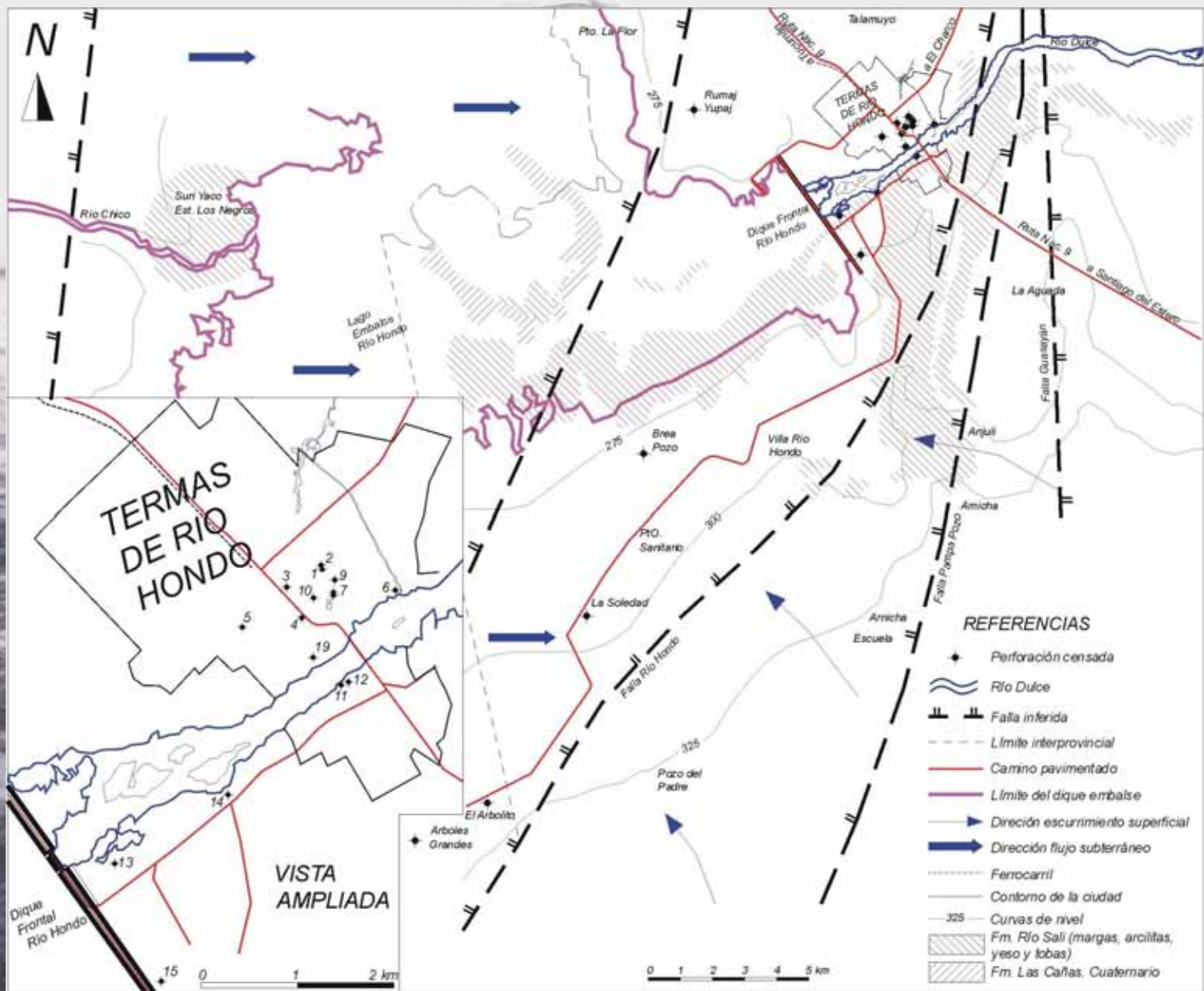
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA
CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS
INSTITUTO DE RECURSOS HIDRICOS
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO



TERMAS DE RIO HONDO



UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO



GENERALIDADES

En la Región se manifiesta un importante recurso Geotermal

La ciudad tiene una población aproximada de 30.000 habitantes cuyo desarrollo social y económico depende en gran medida de la actividad turística.

La actividad hotelera a partir del año 1940 manifiesta un importante crecimiento, asociado un mayor aprovechamiento del recurso hidrotermal.

Este fenómeno originado por un número mayor de 7.000 perforaciones profundas no registradas, provocan efectos negativos en el ecosistema natural con serias consecuencias en el medio ambiente y en el desarrollo turístico de la región.

La actualización de la medición de los parámetros químicos, temperatura, presión y ambiente geológico de las formaciones productivas, permitirán proponer políticas y metodología adecuadas mediante la actualización del conocimiento actual, para preservar el recurso geotermal.

OBJETIVOS

A white horse is rearing up in the ocean, splashing water. The horse is the central focus, with its front legs raised and its body angled towards the viewer. The water is dark blue and turbulent, with white foam from the splashing. The background is a bright, overcast sky.

Investigar las perturbaciones actuales del recurso natural por sobreexplotación.

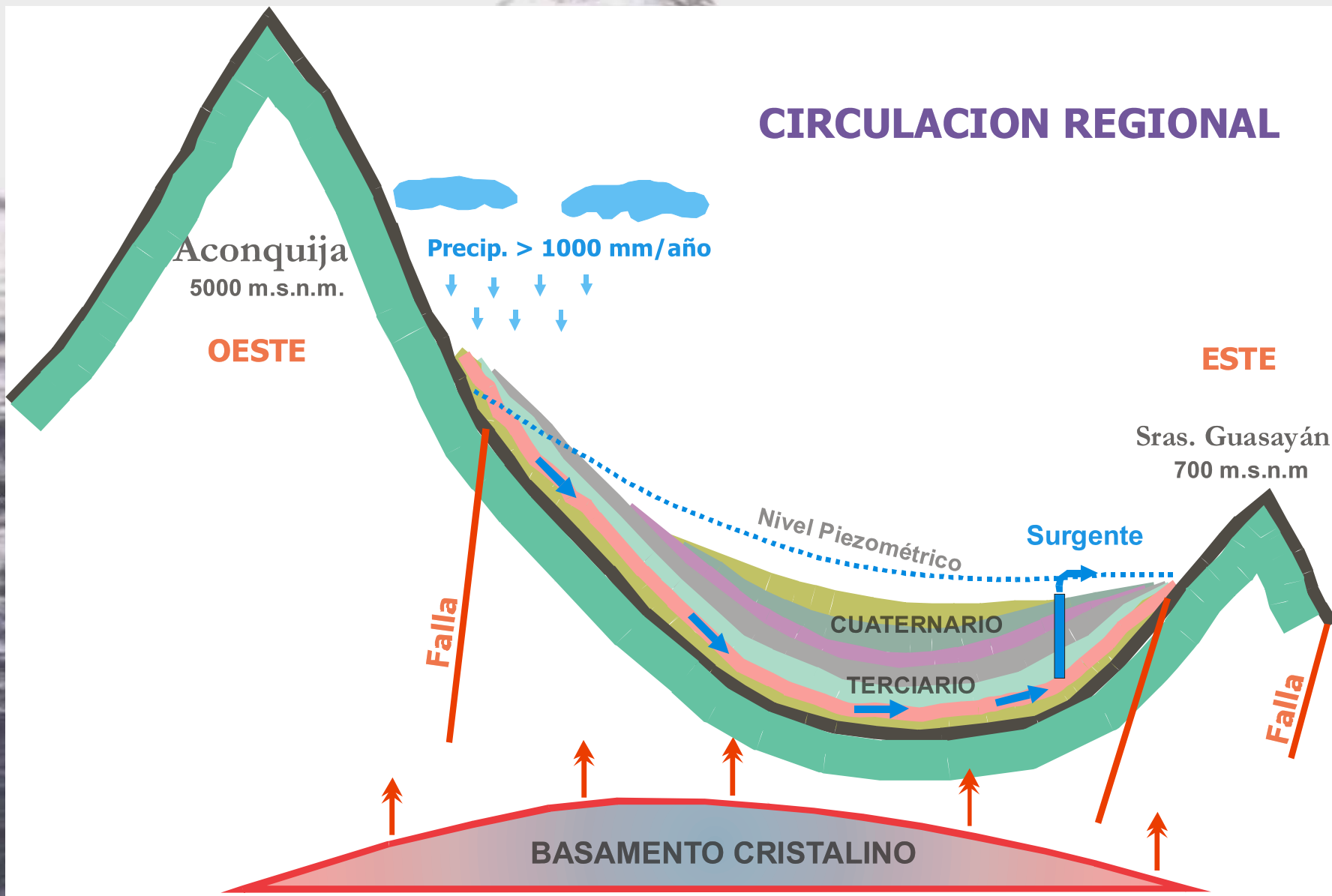
Actualización de los parámetros químicos, temperatura, presión y ambiente geológico de las formaciones productivas.

Proponer políticas y metodologías adecuadas para preservar el recurso geotermal.

GEOLOGIA REGIONAL



GEOLOGIA REGIONAL



GEOQUIMICA DEL AGUA TERMAL



TSD

Va entre 2203 y 11020 mg/l (media 1673 mg/l).

pH

Va de 5.4 a 9.2 (media 7.53).

CO₃H

Varía desde 73 a 183 mg/l (media 124.7 mg/l). Relacionado con el Ca y Mg regula la acidez y alcalinidad del agua termal.

SO₄

Entre 0.01 y 1056 mg/l (media 279 mg/l)

GEOQUIMICA DEL AGUA TERMAL



Cl

La concentración en el área varía desde 63 a 5893 mg/l (media 606 mg/l). Indicando características de aguas marinas.

F

Los valores oscilan entre 1.1 a 7.1 (media 3.44).

Na – K

La concentración del Na oscila entre 108 a 3121 mg/l (media 479 mg/l). El K va desde 4 a 273 mg/l (media 47 mg/l). Los bajos valores de K indican la absorción del mismo por las formaciones arcillosas.

Ca – Mg

La concentración del Ca va desde 1.4 a 640 mg/l (media 56 mg/l). El Mg desde 0.005 a 47.3 mg/l (media 3.2 mg/l). Su presencia se ve afectada por el cambio iónico entre el agua y los sedimentos que ceden Na por Ca y Mg del agua.

RELACIONES IONICAS

R K/Na

Varía de 0.02 a 0.13. Refleja que el Na presenta concentraciones superiores a las aguas de características marinas.

R Mg/Ca

Varía de 0.01 a 0.38. Indica un efecto continental en la geoquímica con predominancia del Ca sobre el Mg.

R SO₄/Cl

Va desde 0.01 a 1.56. El aumento del SO₄ al alejarnos de la recarga, indica que los sedimentos contienen más SO₄.

R Cl/CO₃H

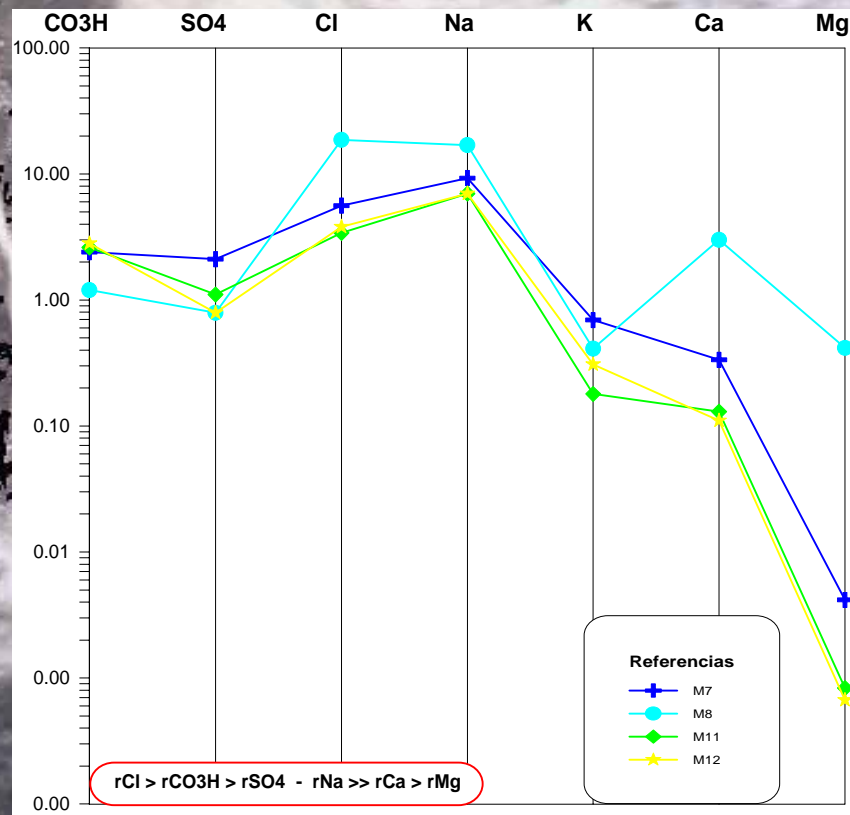
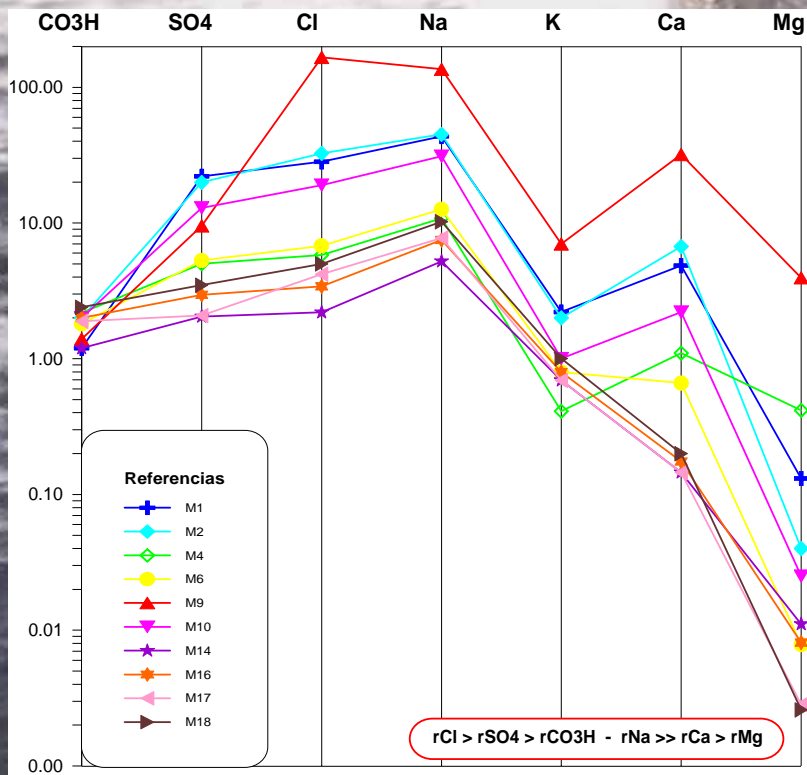
Indica procesos de concentración de sales en sentido del flujo subterráneo. En la zona varía entre 0.6 a 119. Dos muestras se comportan como aguas continentales ($1 > \text{Cl} / \text{CO}_3\text{H}$), las restantes indican una evolución en la salinización ($1 < \text{Cl} / \text{CO}_3\text{H}$).

Estos valores anómalos de las relaciones iónicas estarían indicando mezclas de aguas de diferentes acuíferos con características geotermales distintas

RELACION GEOQUIMICA

La evolución natural del agua subterránea donde dominan los iones CO_3H y Ca responde al tipo $\text{COH}_3 > \text{SO}_4 > \text{Cl}$ y $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Na}$. El lavado de materiales poco permeables (limos y arcillas) eleva el contenido de Cl, SO_4 y Na.

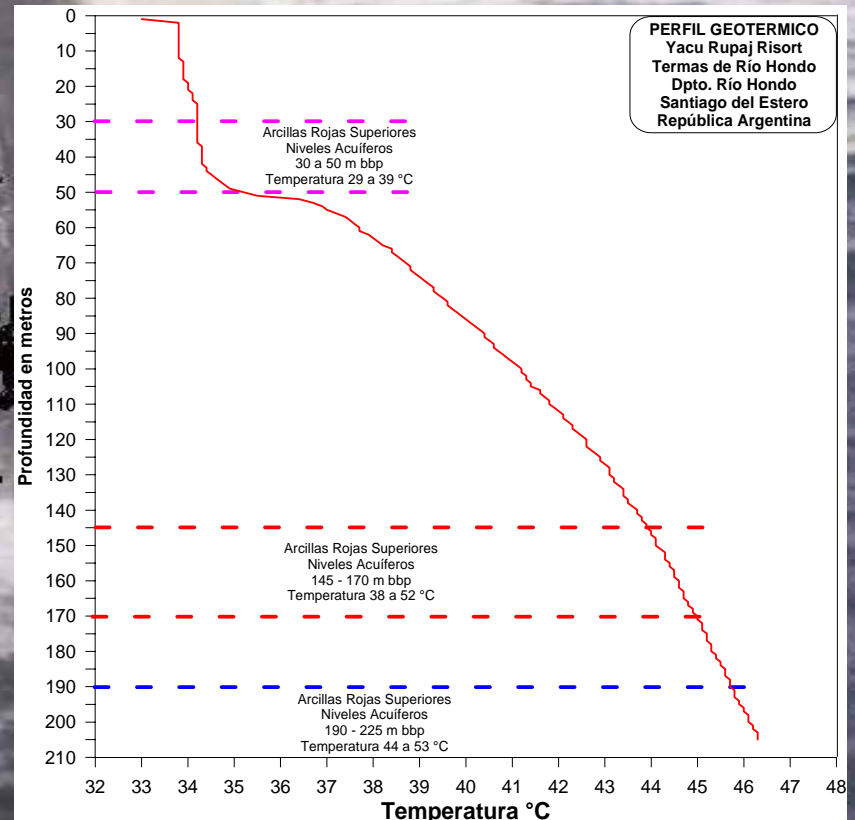
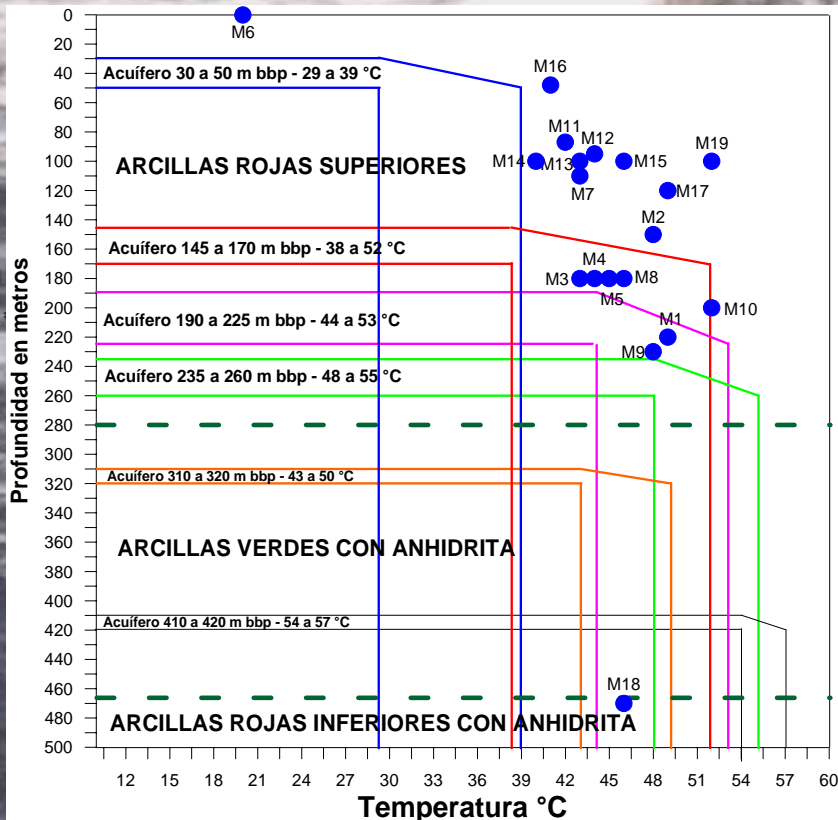
La evolución del sistema termal es $\text{Cl} > \text{SO}_4 > \text{CO}_3\text{H}$ y $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$; $\text{Cl} > \text{CO}_3\text{H} > \text{SO}_4$ y $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$



RELACION TEMPERATURA - PROFUNDIDAD

En la figura 1 se representa las variaciones de la temperatura en relación con la profundidad según el modelo geológico. La temperaturas medidas no coinciden con la posición de los acuíferos según el modelo. Anomalías térmicas asociadas a interferencias en el flujo vertical.

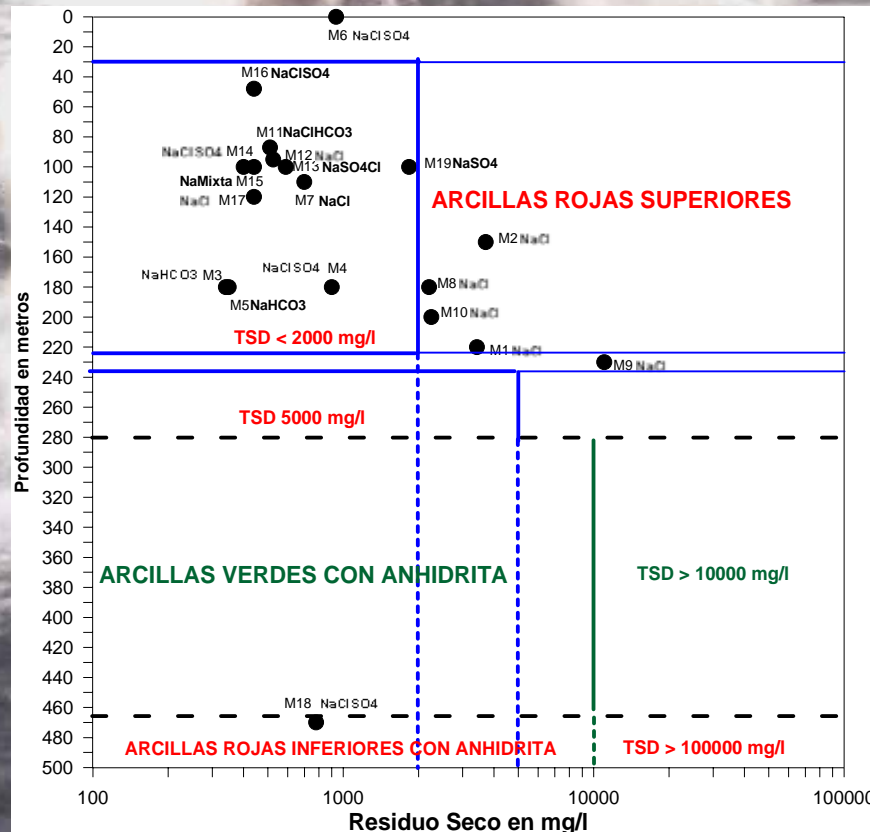
En la figura 2 se verifica el modelo geológico mediante un perfil geotérmico



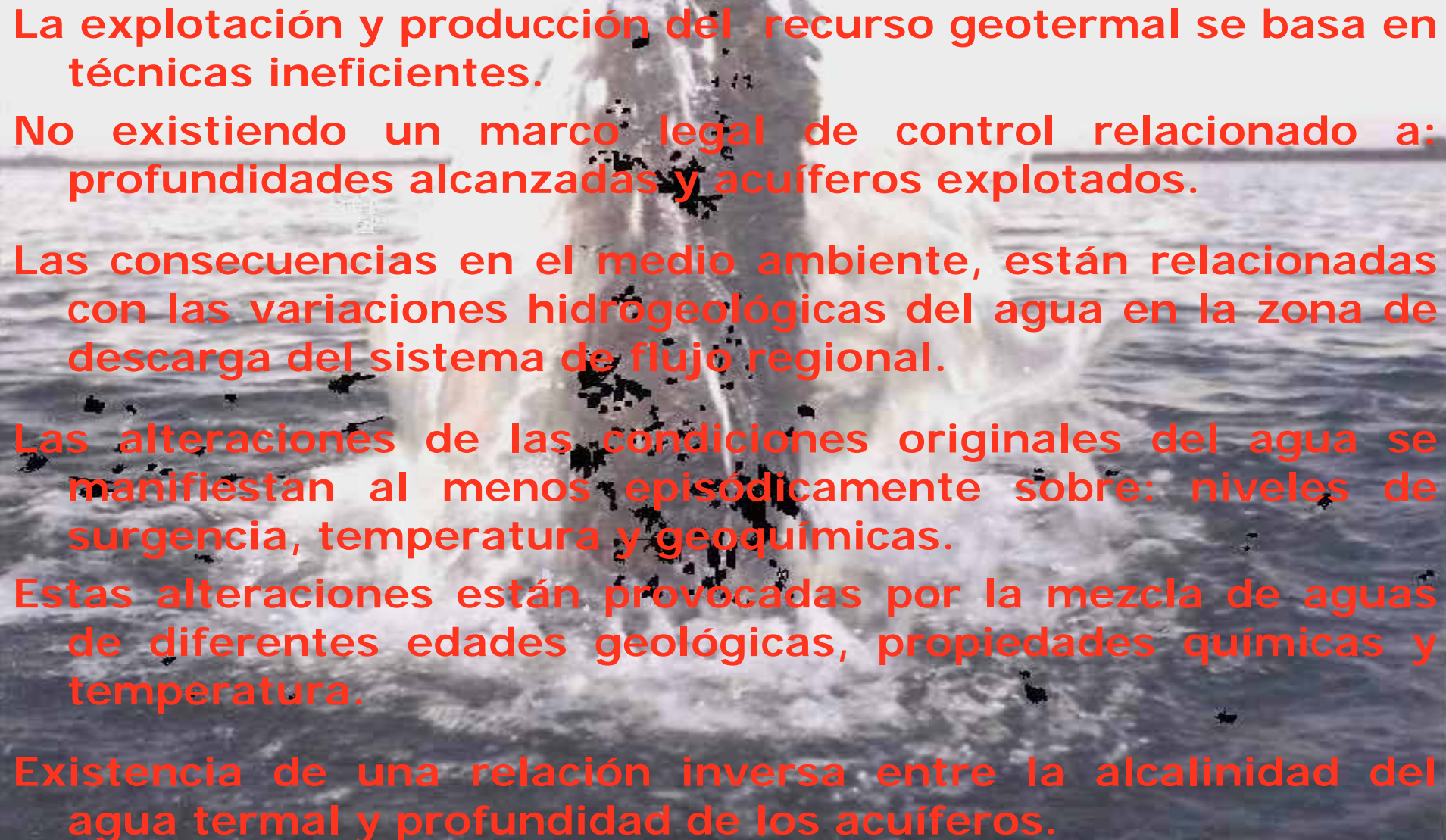
RELACION TSD - PROFUNDIDAD

De las aguas del acuífero Arcillas Rojas Superiores (TSD < 2000 mg/l), solo M13 y M19 cumplen con la relación: $SO_4 \gg Cl > CO_3H$ y $Na \gg Ca > Mg$, indicando que Existe una variabilidad hidroquímica del agua termal.

La aparición de aguas $CO_3H > Cl > SO_4$ y $Na \gg Mg > Ca$ esta relacionada con la disminución de la temperatura por un aumento del CO_3H (M3, M5, M15) debido a la mayor descarga del sistema.



CONCLUSIONES

- 
- La explotación y producción del recurso geotermal se basa en técnicas ineficientes.
- No existiendo un marco legal de control relacionado a: profundidades alcanzadas y acuíferos explotados.
- Las consecuencias en el medio ambiente, están relacionadas con las variaciones hidrogeológicas del agua en la zona de descarga del sistema de flujo regional.
- Las alteraciones de las condiciones originales del agua se manifiestan al menos episódicamente sobre: niveles de surgencia, temperatura y geoquímicas.
- Estas alteraciones están provocadas por la mezcla de aguas de diferentes edades geológicas, propiedades químicas y temperatura.
- Existencia de una relación inversa entre la alcalinidad del agua termal y profundidad de los acuíferos.

CONCLUSIONES

Acorde al modelo de la Cuenca, existen acuíferos que no tienen relación con la profundidades informadas, las temperaturas medidas y la geoquímica del agua.

De la familia de agua del acuífero de las Arcillas Rojas Superiores, solo dos muestras cumplen con la relación:

$SO_4 \gg Cl > CO_3H$ y $Na \gg Ca > Mg$

y el resto como:

$Cl > SO_4 > CO_3H$ y $Na \gg Ca > Mg$

$Cl > CO_3H > SO_4$ y $Na \gg Ca > Mg$

$CO_3H > Cl > SO_4$ y $Na \gg Ca > Mg$

La anomalía observada indica que existe una variabilidad hidroquímica que puede estar relacionado a la variación de temperatura asociado a una mayor descarga del sistema por sobreexplotación.

IMAGENES



IMAGENES



IMAGENES





15/07/2006



15/07/2006



A white horse is captured in the middle of a large splash in the ocean. The water is dark blue-grey, and the splash is white and frothy. The horse's head and neck are visible above the water, and its body is mostly obscured by the splash. The background shows a calm sea extending to a distant, low horizon under a bright, overcast sky. The text 'MUCHAS GRACIAS' is overlaid in the center of the image in a bold, red, sans-serif font with a black outline.

**MUCHAS
GRACIAS**