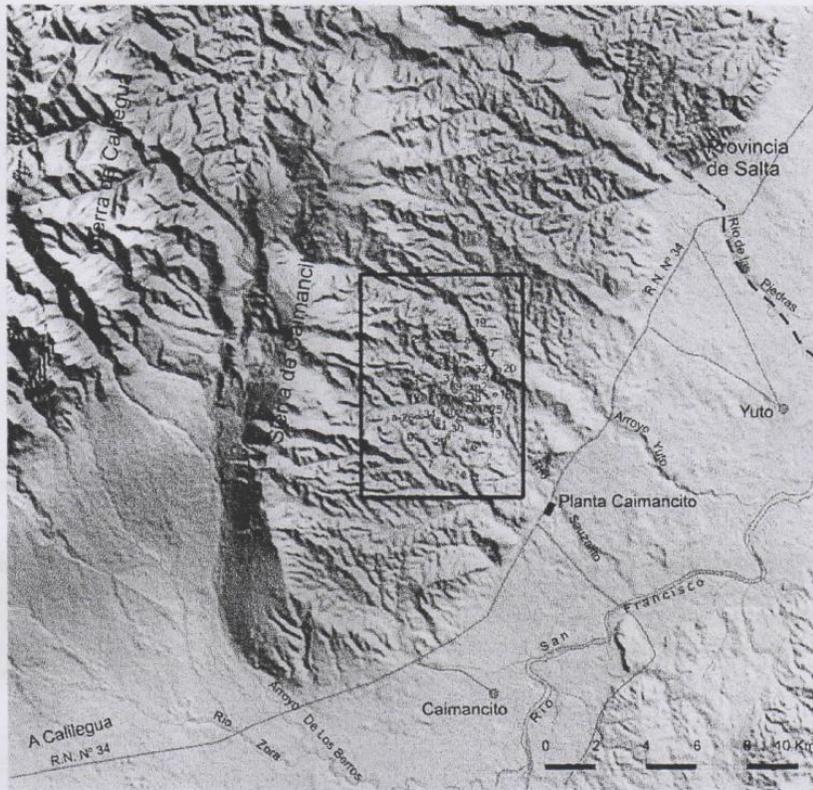




ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INYECCION PROFUNDA DE EFLUENTES SALINOS EN EL YACIMIENTO CAIMANCITO

Caimancito, Departamento Ledesma

Provincia de Jujuy, República Argentina



Pluspetrol S.A.

Julio, 2008

Av. Batalla de Salta Nº 962.
Barrio Ciudad del Milagro. (4400)
Salta Capital
Tel/Fax: 0387- 4251302
e-mail: conhidro@arnet.com.ar
Av. Ocampo Nº 1570 (4700)
San Fernando del Valle de
Catamarca
Tel/Fax: 03833 - 454148
e-mail: conhidrocat@arnet.com.ar

En el laboratorio, se han efectuado la marcha normal de análisis, identificando los iones mayoritarios como Cloruro, Sulfato, Bicarbonato, Sodio, Calcio, Magnesio, Nitrato, Carbonato, Potasio, Hierro Total y Manganeseo. También se determinaron Color, Turbidez, Dureza Total, Alcalinidad, pH, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales y Sólidos Totales Disueltos.

Los resultados analíticos se resumen y presentan a continuación.

Tabla 12: Determinaciones efectuadas a la muestra M1 (Muestra de Salmuera de Inyección).

Parámetro	Determinaciones	Especificaciones Agua de Bebida (CAA)
pH	7,2	6,5 – 8,5
Turbiedad (NTU)	98,3	≤ 3
Conductividad (μS/cm)	>20.000	-
Color (Unidades Pt-Co)	400	≤ 5
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	> 40.000	≤ 1.500
Sólidos totales – 105°C (mg/l)	83.293	-
Sólidos suspendidos (mg/l)	53	-
Alcalinidad total (mg/l de CaCO ₃)	427	≤ 400
Bicarbonatos (mg/l)	521	-
Dureza (mg/l de Ca y Mg como CaCO ₃)	17.251	≤ 400
Calcio (mg/l)	542,5	-
Magnesio (mg/l)	3.932	-
Nitrato (mg/l de NO ₃ ⁻)	10,1	≤ 45
Nitrito (mg/l de NO ₂ ⁻)	0,01	≤ 0,10
Amoníaco (mg/l de NH ₃ Nessler)	>20	≤ 0,20
Cloruro (mg/l)	> 80.000	≤ 350
Sulfatos (mg/l)	2.500	≤ 400
Sodio (mg/l)	25.000	-
Potasio (mg/l)	200	-
Manganeseo (mg/l)	0,39	≤ 0,10
Hierro Total (mg/l)	10,44	≤ 0,30

Nota: En rojo, parámetros que superan las especificaciones del CAA.

Como es de esperar, los valores determinados indican claramente que la muestra **M1** representa un agua de formación, con características de salmuera. El agua presenta elevados valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos; extrema dureza, excesos en calcio y magnesio, amoníaco, elevadísimas concentraciones de cloruros y sodio, potasio e hierro elevado. Es obvio que la muestra no es apta para consumo humano, animal o riego de plantaciones.

En general, a medida que aumentan la profundidad y el tiempo de residencia del agua subterránea, se incrementa la salinidad de la misma. Sin embargo, desde el punto de vista regional, existen antecedentes de una gran heterogeneidad respecto al contenido salino de las capas acuíferas presentes en las sedimentitas de edad terciaria. Empleando los perfiles de SP de algunos pozos petroleros, se determinó que hasta una profundidad promedio de 800 metros bajo boca de pozo, en parte del Yacimiento Caimancito, existen niveles acuíferos con valores de Residuo Seco menores a 3.000 mg/l, las que deben ser consideradas como potencialmente aptas para el consumo animal y humano. Entre los 800 y 1.200 metros de profundidad se encuentran aguas de formación salobres a saladas (3.000 mg/l a 10.000 mg/l de Residuo Seco). Por debajo de los 1.200 metros de profundidad, se observa que los contenidos salinos de los niveles arenosos y limosos se incrementan notablemente, tanto que entre los 1.500 y 1.600 m.b.b.p., los niveles acuíferos presentarían salinidades equivalentes en ClNa de hasta 30.000 ppm o conductividades eléctricas superiores a 40.000 μ S/cm.

Los perfiles geoelectrónicos realizados en el entorno del Yacimiento Caimancito, muestran que en la zona comprendida por la falla al pie de la sierra de Caimancito (al oeste), el río San Francisco (al este), la localidad de Caimancito (al sur) y el pueblo de Yuto (al norte), existen dos grandes unidades con valores de resistividad contrastantes. La parte superior, generalmente resistiva a semiresistiva, asignada a sedimentos del cuaternario y una parte inferior, generalmente conductiva a semiconductiva, interpretada como perteneciente a facies sedimentarias del terciario. En este sector de la zona de estudio los espesores de sedimentos modernos no superarían los 50 metros y están conformados principalmente por rodados medianos a gruesos, gravas de todos los tamaños, arenas y arcillas. Las fracciones más gruesas se localizan en el sector oeste (al pie del sistema serrano de Caimancito) y disminuyen progresivamente de tamaño y frecuencia a medida que se avanza hacia el este (zona de influencia del río San Francisco). En estos sedimentos se desarrollarían dos tipos de acuíferos; uno libre y otro (cuando se encuentra) semiconfinado. A partir de los 50 metros de profundidad aproximadamente, se desarrollan secuencias sedimentarias (generalmente alternancias de arcillas y gravas o arenas gravosas) que, en la generalidad de los casos, se comportan como conductivas a semiconductivas y que son interpretadas como facies pertenecientes al terciario. En este tipo de medio de circulación, se desarrolla un sistema multicapa de acuíferos semiconfinados y confinados que, de acuerdo a los datos de sísmica y geoelectrónica, se encontrarían inclinados hacia el este.

Teniendo en cuenta que la factibilidad de inyección siempre estuvo restringida al Yacimiento Caimancito propiamente dicho, se considera que al efectuarse la disposición en la estructura anticlinal y hacia el oeste del plano de la falla inversa que recorre la región en forma paralela y casi coincidente con la posición de la ruta nacional N° 34, se estaría siempre en un ambiente estructural e hidrogeológico diferente al desarrollado entre esta falla y el río San Francisco. Esta situación de contorno permite señalar que existen condiciones favorables para la inyección profunda, empleando cualquiera de los pozos que actualmente son improductivos de hidrocarburos (buscando siempre el que se encuentre en mejor estado) y que a una profundidad superior a los 1.200 metros, siempre y cuando las arenas admitan, la disposición de salmueras estará contenida además del sello arcilloso supra e infrayacente, por el cierre estructural del nivel arenoso elegido para la inyección.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los estudios realizados y los antecedentes con que se cuenta permiten estimar que existe una elevada probabilidad de encontrar reservorios de agua apta para el consumo humano y animal (tanto en el concepto actual como futuro de la aptitud de uso para consumo humano y ganadero) hasta una profundidad de aproximadamente 800 metros.
2. Por debajo de los 1.200 metros de profundidad se encontrarían elevados contenidos salinos en los acuíferos; situación concordante con el concepto de que a medida que aumenta la profundidad y el tiempo de residencia es de esperar mayores concentraciones salinas. La interpretación de los perfiles de SP de algunos pozos petroleros, señalan claramente que los contenidos salinos de los niveles arenosos y limosos se incrementan notablemente por debajo de los 1.200 metros; tanto que entre los 1.500 y 1.600 m.b.b.p., los niveles acuíferos presentarían salinidades equivalentes en CINA de 30.000 ppm o conductividades eléctricas superiores a 40.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
3. En la zona donde se encuentra la batería de pozos, la columna estratigráfica está integrada por una cobertura de sedimentos modernos meno a los 30 metros y una potente secuencia de sedimentitas perteneciente al Terciario Subandino (aproximadamente 2.700 metros).
4. En el Pozo J.Ca.x-1, se han individualizado cuatro niveles arenosos que pueden actuar como formación dipositora localizados entre los 1.550 a 1.610 m.b.b.p; entre los 1.660 a 1.855 m.b.b.p; entre los 2.220 a 2.480 m.b.b.p y entre los 2.570 a 2.645 m.b.b.p., que corresponden a areniscas de grano fino, subredondeada, semicompacta, en parte deleznable y blanda.
5. La reconstrucción del nivel reflectivo más superficial mediante la interpretación sísmica correspondiente a la profundidad de 1.550 a 1.610 metros, señala que las arenas del Terciario Subandino presentarán continuidad areal y cierre estructural. Es obvio que cualquier otro nivel guía arenoso que se encuentre por debajo de la profundidad señalada, ofrecerá las mismas bondades.
6. Los estratos impermeables (que actúan como roca sello), suman aproximadamente el 55% de la columna estratigráfica entre los 30 y 1.990 metros de profundidad. La disposición estructural y continuidad areal les confiere una efectiva capacidad de atenuación de contaminantes en una distancia no inferior a los 10 km en dirección meridiana y unos 7 km en sentido este-oeste, de un pozo dispositor localizado en la estructura caimancito.
7. Se considera ambientalmente seguro realizar la inyección en niveles arenosos del Terciario Subandino que se encuentran por debajo de los 1.200 metros de profundidad. También se debe considerar como objetivo de inyección a la misma Formación Yacoraite que es productora de hidrocarburos y salmueras.
8. Puesto que la factibilidad de inyección ambientalmente más segura está restringida al Yacimiento Caimancito propiamente dicho, se considera que al efectuarse la disposición en la estructura anticlinal y hacia el oeste del plano de la falla inversa que recorre la región en forma paralela y casi coincidente con la posición de la ruta nacional N° 34, se estaría siempre en un ambiente estructural e hidrogeológico diferente al desarrollado entre esta falla y el río San Francisco.

9. Realizar la inyección en cualquiera de los pozos que actualmente son improductivos de hidrocarburos, buscando siempre el que se encuentre en mejor estado de conservación y en donde la intervención sea la menos agresiva al entorno, minimizando aspectos tales como obras que haya que construir, camino de acceso, etc.
10. Se considera que la inyección de efluentes salinos por debajo de los 1.200 metros en la zona de batería del Yacimiento Caimancito, implica un bajo riesgo de contaminación para los acuíferos actualmente explotados en la zona del Pueblo de Caimancito y áreas cercanas.
11. Las muestras M11, M27, M29, M30 y M25, son aptas para el consumo humano. Las Muestras M13, M18, M21 y M26 son aptas si se elimina color y turbiedad.
12. De acuerdo a los resultados de los análisis físico – químicos el agua subterránea explotada por la mayoría de los pozos profundos del Sistema Acuífero San Francisco – Lavayén es del tipo Bicarbonatadas Cálcidas. El agua del pozo somero existente en la Estación de Aforos del río San Francisco es del tipo Bicarbonatadas a Sulfatadas Cálcidas – Sódicas. El agua del Manantial de las Aguas Calientes es Sulfatada Sódica, señalando que este ambiente hidrogeológico es diferente del Sistema Acuífero San Francisco – Lavayén.
13. El agua superficial, de acuerdo a la clasificación de Piper, es del tipo Bicarbonatadas Cálcidas a Bicarbonatadas Sódicas. La excepción es el agua del arroyo Yuto y de dos pequeños arroyos tributarios del río Sauzalito, que se clasifican como Cloruradas Sódicas.