

Vulnerabilidad del medio hídrico ante el vertido de efluentes industriales en el Bajo del Riñón

(SAN ANTONIO OESTE, RIO NEGRO)

Renzo S. BONUCCELLI * : mabo@canaldig.com.ar

José M. MALAN * : malan@exactas.unlpam.edu.ar

* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Univ. Nac. de la Pampa, Av. Uruguay 151, (6300) Santa Rosa (L.P.).

Resumen. La fabricación de carbonato de sodio en Punta Delgado generará un importante volumen de efluente de muy alta salinidad, con componentes muy solubles, el cual se depositará en un reservorio a construir en el “Bajo del Riñón”, 7 kilómetros al ONO de la Bahía de San Antonio. La baja tasa de renovación y capacidad de dilución de sus aguas hacen de ésta un cuerpo muy sensible ante eventuales aportes contaminantes.

La geología del Bajo indica la presencia de sedimentos de alta permeabilidad sobre un sustrato fuertemente fallado, en tanto que la geomorfología muestra que no existe drenaje superficial, sino que predominan los fenómenos de transferencia vertical en función de la litología y el relieve. Eventuales escurrimientos superficiales desembocarían en las aguas de la Bahía.

El mapa piezométrico derivado de los estudios realizados por la Empresa Alpat, indica un flujo subterránea hacia la Bahía, con descarga en el mar, aunque se advierten algunas inconsistencias entre la morfología freática y la cartografía hidroquímica asociada .

En función de los antecedentes mencionados, se proponen nuevas y más detalladas investigaciones complementarias a las ya realizadas por la Empresa, que permitan determinar fehacientemente la sustentabilidad ambiental, desde el punto de vista hidrológico, de las obras de recepción de efluentes tal como fueran planteadas y que presuponen una adecuada estanqueidad de las mismas.

Palabras clave: Efluentes industriales , Bajo del Riñón, Bahía San Antonio.

Key words: Industry effluents, the lower Riñón, San Antonio bay.

Abstract . The production of sodium carbonate in Punta Delgado will generate an important volume of effluents very high salinity, with very soluble components, which will deposit in an reservoir to be built in the “Bajo del Riñón”, located at 7 kilometres, WNW of the Bahía San Antonio. The low rate of renewal and capacity of dilution of its waters make it a very to sensitive body possible polluting contributions.

The geology of de Bajo indicates the presence of sediments of high permeability over a higly faulty substrate, while the geomorphology shows that there is no superficial

drainage but the prevailing phenomena are those of vertical transference in terms of the lithology and the relief. Possible superficial drainaige would flow in the waters of de bay.

The piezometric map derived from the studies done by the Alpat Company shows an underground flow towards the bay, with discharge in the sea, though there are some differences between the phreatic morphology and the associated hydrochemistry cartography.

In term of the preceding facts, new complementary and more detailed researhes to that to done by the company are proposed determine the environmental sustenance, from the hydrologic point of view, of the structures for reception of effluents, as they were planned and wich presuppose an adequate watertightness.

Introducción:

A los efectos de volcar los efluentes líquidos salinos provenientes de la planta de carbonato de sodio localizada en Punta Delgado, la empresa Álcalis de la Patagonia S.A. (Alpat), utilizará un sector deprimido dentro del área del “Bajo de San Antonio”, denominado “Bajo del Riñón” , ubicado a 7 km al ONO de la localidad de San Antonio Oeste, provincia de Río Negro (ver figura nº 1).

El efluente saliente de la planta hacia el reservorio se halla compuesto por un líquido (pH 10 a 11,5) con sales disueltas y diversos sólidos en suspensión en las siguientes proporciones (FUNYDER, 2000):

Cloruro de Calcio (Cl 2 Ca)	83,10 gr/l
Cloruro de Sodio (Cl Na)	44,83 gr/l
Sulfato de Calcio (SO 4 Ca)	1,33 gr/l
Hidróxido de Calcio (Ca OH 2)	0,95 gr/l
Sulfato de Sodio (SO 4 Na)	0,44 gr/l
Hidróxido de Amonio (NHOH 4)	0,19 gr/l
Cloruro de Potasio (K Cl)	0,14 gr/l

La cantidad total diaria de efluente líquido a verter en el Bajo del Riñón es 9.339.600 litros (Alpat S.A. ,1997); considerando este valor y el de Funyder (130,98 gr/l) se tendrían 1.223, 3 toneladas de sales que llegan diariamente al reservorio.

Los estudios realizados por la empresa, avalan la selección del sector del Bajo del Riñón, como uno de los sitios donde la obra de ingeniería garantiza la desconexión hidráulica de los efluentes que se verterán en el reservorio, con las aguas subterráneas, y por consiguiente con la Bahía San Antonio.

Una de las preocupaciones que surgieron como consecuencia de este emprendimiento, el cual da motivo a este trabajo, está relacionada con el peligro de que, en caso de que no se asegurara el total aislamiento de los líquidos a través del lecho del reservorio, se produciría una contaminación de las aguas subterráneas. Independientemente de esto, existe el riesgo de derrames superficiales desde el cuenco por desbordes o roturas de los terraplenes, agravando la contaminación de las aguas subterráneas, que terminarán drenando líquidos salinos al mar de la bahía.

González y Cúrtolo (1993) aseguran que “ cualquier leve variable en los principales parámetros químicos del cuerpo de agua de mar provocarían profundas modificaciones en el ecosistema” .

Para considerar los posibles efectos de que llegaran drenajes contaminados a la Bahía San Antonio , estos dependerán, según los mismos autores, “ de la respuesta del cuerpo de agua receptor a la dilución del drenaje. La dilución estará relacionada a la cantidad y calidad entrante en función del tiempo y a la tasa de renovación del agua del cuerpo receptor “.

Objetivos del trabajo:

El objetivo del presente trabajo es advertir sobre el peligro expuesto en el punto anterior y fundamentalmente analizar las diferentes variables que actúan en el sistema del Bajo del Riñón cuyas características han determinado la ubicación del reservorio .

Se considera que, por la litología de los sedimentos aflorantes que recubren el bajo, clásticos y sueltos, la hidrología del sistema, el fallamiento activo del basamento que afecta el relleno sedimentario de la cuenca, la magnitud del cerramiento proyectado (485 has. de superficie neta de evaporación) y por su proximidad (5.000 metros) al canal Oeste de la Bahía San Antonio , el Bajo del Riñón no resulta un sistema natural confiable, ni aún teniendo en cuenta las consideraciones que sobre la impermeabilización y estanqueidad Alpat determina.

El propósito es alertar sobre el problema con que se podría enfrentar la ingeniería de la obra en funcionamiento en el transcurso del tiempo. A estos efectos consideramos la necesidad de rever y/o ampliar los estudios presentado por Alpat, aplicando metodologías que permitan obtener datos de mayor precisión, para asegurar que el vertido de efluentes, en el sitio elegido, resulte la mejor alternativa ambientalmente sustentable.

Aspectos ambientales de la Bahía San Antonio y Golfo San Matías::

González y Cúrtolo (1993), consideran que la Bahía de San Antonio “constituye un ambiente de características especiales desde el punto de vista biológico ya que brinda protección y abundancia de alimento a las especies temporarias y permanentes que la habitan. Esto motiva que la bahía y sus adyacencias represente una importante zona de reproducción, cría y alimentación”.

Asimismo expresan con respecto a la permanencia de la masa de agua: “hay numerosas evidencias de que en la zona existen mecanismos de retención de organismos plantónicos, lo que indicaría una baja tasa de renovación del agua y por lo tanto una baja capacidad de dilución”, produciéndose una recirculación de la misma. Además consideran que “una correcta evaluación del impacto ambiental no puede excluir un estudio sobre la renovación del agua de la bahía y zona de influencia” (golfo San Matías).

La bahía se comunica con el golfo a través del canal Encerrado constituyendo una depresión alargada de unos 10 km de longitud alcanzando un máximo de 37 metros de profundidad en las proximidades de Punta Villarino (Puerto de San Antonio Este).

En la desembocadura de la bahía con el golfo San Matías, grandes bancos arenosos (Reparo, Paliza y Lobos), forman un gran delta de marea reflejando un transporte de carga de fondo hacia el exterior de la bahía de San Antonio (Aliotta et al. 2000). Como consecuencia la onda de marea actuante en el golfo sigue la forma de la costa, y que la acción de freno de los bancos Reparo y Lobos y la punta Villarino la obligan a girar en sentido horario (Lanfredi, 1988).

Esteves et al. (1993), determinaron a partir de los resultados físicos, químicos y biológicos obtenidos durante 4 campañas entre 1991 y 1994, que la zona Norte del golfo San Matías “presenta una mayor productividad primaria y secundaria, mecanismos más dinámicos de producción y consumo de nutrientes y probablemente, un mayor tiempo de estadía del agua”.

La circulación de las masas de agua en el Golfo San Matías presenta un patrón particular: según Piola y Scasso (1988) las aguas ingresan por la zona sur de la boca del golfo dentro del mismo se verifica un giro ciclónico de unos 70 km de diámetro y luego de intervenir en el giro el agua sale por el norte. Esto se debería a que “en el sur se encuentran aguas relativamente frías y de baja salinidad similares a la plataforma continental linderas, mientras que en el norte las aguas son típicas del golfo, con mayores temperaturas y salinidades”. Este patrón de circulación estaría asociado a una baja tasa de renovación del agua, que alcanzaría aparentemente solo un 30 % de la tasa de renovación que se verifica en la plataforma continental adyacente (Cúrtulo com. pers.).

Geología del Bajo San Antonio:

Dentro de este punto se describirán las características fisiográficas, geomorfológicas y geológicas del área donde se ubica el sector correspondiente al Bajo del Riñón, dentro del cual se construirá el reservorio.

-Fisiografía:

Inmediatamente al sur del Bajo del Gualicho y separado por un pilar estructural se desarrolla el Bajo de San Antonio como consecuencia del hundimiento de bloques en el basamento, Schillizzi et al. (1986).

Su cuenca es de forma alargada, orientada de Oeste a Este con desagüe a la Bahía San Antonio. Cubre una extensión de más de 600 km² hasta el cruce de las rutas 3 y 251.

La parte alta (150-170 m.s.n.m) y media, del sector Oeste del bajo, presenta un drenaje bien marcado como consecuencia de: el régimen pluviométrico (lluvias generalmente cortas e intensas), la litología del subsuelo inmediato y la pronunciada pendiente. En la parte inferior el drenaje disminuye a medida que los cauces van perdiendo altura hasta unificarse en un solo curso que atraviesa los bajos de Cinco Chañares (30 m.s.n.m.), continuando su recorrido y perdiendo gradiente a medida que se acerca al nivel de base, descargando en los bajos del Riñón (10 m. s.n.m.). Desde aquí y hasta la bahía se desarrolla una superficie prácticamente llana que finaliza en el área intermareal, sin observarse indicios de escurrimiento superficial.

-Geología y geomorfología del Bajo San Antonio:

En los mapas: geológico (Fig. 1) y geomorfológico (Fig. 2), confeccionados por Angulo et al. (1981), puede observarse la distribución y el ambiente de depositación de las unidades sedimentarias que ocupan el bajo de San Antonio y, el área de la “zona de sacrificio” destinada a la generación de la laguna de evaporación donde se volcarán los efluentes industriales.

El reservorio proyectado se encuentra en un ambiente de sedimentos de la Formación San Antonio (de edad Reciente), constituidos por una grava arenosa con valvas de moluscos. En partes, está cubierta por mantos de arenas medianas a finas con limo muy subordinado (de origen eólico, Actual) correspondientes a la Formación Punta Villarino. Como se observa en la Fig. 1 este conjunto en la zona del reservorio, está recubierto por un escaso espesor de aluvio compuesto por arenas limosas con intercalaciones de arcillas. Este ambiente de sedimentación descrito, que yace por sobre la Formación Patagonia, tiene características de poseer buena permeabilidad .

Las acumulaciones de los sedimentos de la Formación San Antonio y de la Formación Punta Villarino se hallan distribuidos alrededor de la bahía San Antonio formando cordones litorales antiguos (Fig. 1), y depósitos de playa y llanura de mareas antiguas (Fig. 2), Angulo et al. (1981).

Los cordones, especialmente los que se encuentran al norte y al oeste de la Bahía San Antonio (Fig. 2), corresponderían al máximo nivel del mar alcanzado por la última ingesión marina sugiriendo una bahía abierta con acción directa del mar en un pasado reciente; contrariamente, en la actualidad la comunicación es más restringida (fase regresiva), Angulo et al. (1981).

-Geología del subsuelo:

a) Esquema Estratigráfico:

Estudios geofísicos y geológicos realizados por Gema SG - Alpat S.A. 1997, en los alrededores de la Bahía San Antonio y en Punta Delgado, con la finalidad de obtener detalles del subsuelo al efecto de correlacionarlo con la geología de superficie, determinaron un modelo geoelectrico que les permite definir cuatro “complejos litológicos” C1, C2, C3 y C4, tanto en Punta Delgado como en los alrededores de la Bahía San Antonio, siendo los 3 primeros, secuencias sedimentarias esencialmente marinas depositadas sobre el basamento cristalino (C4), cortado por el sondeo Alpat X 1(Punta Delgado), a los -132 metros.

En el perfil N – S (Gema SG - Alpat S.A., 1997), de la Fig. 3 , pueden verse graficados los complejos , determinados por los valores obtenidos en los sondeos eléctricos: 17, 4, 10, 9 y 8 demostrando la conformación geológica del Bajo de San Antonio.

Tres son los complejos de interés en el análisis de este trabajo, en el ámbito del desarrollo del reservorio: el C 1, por ser la entidad litológica aflorante con buena permeabilidad; el C2 por ser la capa de hidroapoyo (impermeable); y, el C4 por ser el sustrato rocoso cristalino (basamento) que tectónicamente estaría afectando a todo el sistema.

Con respecto al complejo litológico C1, la perforación Alpat X-1(realizada en Punta Delgado) indica que desde la boca del pozo hasta los -32 metros se encuentran sedimentos de “alta permeabilidad y saturados con agua salada” (Alpat 1996), constituidos por: arenas sueltas de dunas, gravas de playa con abundante conchillas; las gravas adquieren, a medida que profundizan, un mayor diámetro (> de 20 mm), a veces consolidadas con matriz de arena gruesa, a veces arena arcillosa , cemento calcáreo y restos de conchillas.

Este paquete sedimentario se deposita sobre el complejo C2 con espesores variables . Por ejemplo en el sector Oeste de la Bahía de San Antonio (Fig. 1) próximo al Bajo del Riñón, en los puntos de los sondeos eléctricos: 17, 18 y 19 se aprecian espesores de 14, 24 y 34 metros respectivamente (Alpat-Gema SG 1996).

El complejo C2, está formado por sedimentos limo arenosos y arcillosos de la Formación Patagonia, constituyendo la capa de hidroapoyo.

En cuanto al complejo C4 (basamento), de acuerdo al perfil gravimétrico Piedras Coloradas-General Conesa , Schillizzi et al. (1986), determinaron que el basamento aflorante de Piedras Coloradas (granito), en sentido SO-NE se profundiza suavemente hacia Los Alamos para luego conformar una depresión o bajo estructural de 180 metros. En la posición de la Bahía San Antonio observan levantamientos de bloques menores continuando al NE con una suave pendiente.

En el Bajo del Riñón de acuerdo al estudio geofísico realizado por Gema el basamento cristalino se encontraría a una profundidad aproximada de 55 metros.

b) *Esquema Tectónico:*

La falla, de rumbo aproximado ESE-ONO, al norte de la Bahía San Antonio, prácticamente paralela a la vía del ferrocarril (Kostadinoff y Affolter, 1980) estaría indicando, además del límite norte del graben del Bajo de San Antonio, el deslizamiento horizontal de un bloque sobre otro del basamento a lo largo de una falla vertical produciéndose un estiramiento del terreno y el hundimiento de pequeñas placas falladas dando lugar a la formación de lagunas dispuestas linealmente en el sentido del esfuerzo actuante.

Otra manifestación de este fenómeno tectónico (esfuerzo actuante) puede observarse en la imagen satelital Landsat TM, escala 1:50.000 (228–88, bandas 321) de la Bahía de San Antonio, donde se distinguen, sobre todo en el Oeste y en el resto de la bahía un conjunto de lineamientos sobre la cubierta sedimentaria en la zona intermareal, que controlan los canales de mareas. Dominan los de rumbo N 40 - 50 O y N 50 - 70 E , evidencia que señala la existencia de un sistema conjugado de fracturas, cuya bisectriz indicaría un rumbo aproximadamente Este-Oeste para el esfuerzo actuante.

Lizuain(1983), en la descripción geológica de la Salinas del Gualicho reconoce líneas estructurales similares sobre la cubierta sedimentaria.

Kostadinoff (1992) en el Golfo San Matías ,observó en la sección sísmica correspondiente al basamento que está “profusamente fallado” y encontró, en las capas que se hallan por encima, la existencia de elementos tectónicos con desplazamientos de los sedimentos hasta finales del terciario . Postula una “reactivación intermitente de las fracturas del basamento a lo largo de los tiempos paleozoicos, mesozoicos y terciarios que afectaron todos los sedimentos suprayacentes” y que a partir del Pleistoceno moderaron su actividad siendo cubiertos por sedimentos cuaternarios .

Las “señales” estructurales observadas en la cubierta sedimentaria, descriptas en los párrafos anteriores, indicarían que las fallas del basamento siguen afectando en la actualidad, a todo relleno sedimentario de la cuenca.

El sistema estructural del Bajo de San Antonio no puede ser comprendido si se prescinde de la tectónica y la geología de la región ya que constituye una de las partes del sistema tectónico global que obviamente posee condiciones de interdependencia entre cada una de ellas.

Análisis geohidrológico del Bajo del Riñón:

En este punto se tratarán en particular los aspectos hidrológicos del Bajo del Riñón, dentro del marco geológico descrito anteriormente.

-Aspectos hidrogeológicos:

El análisis de este tema se efectúa en base a los antecedentes derivados de los trabajos realizados por Alpat (2000), específicamente en el área del posible desarrollo de la laguna de evaporación que se formará por el vertido de los efluentes industriales. Los mismos consistieron en una serie de estudios para evaluar las características de los materiales del subsuelo y determinar la dinámica del drenaje de las aguas. Ejecutan 10 perforaciones de mecánica de suelo , de 5 metros de profundidad y 8 freáticos dobles de 10 y 4 metros de profundidad para conocer los valores de permeabilidad K.

A través de la descripción de los materiales atravesados por las perforaciones se interpreta que el subsuelo está integrado, en la extensión estudiada, por intercalaciones sucesivas de arenas finas en partes limosas y delgadas lentes de arcillas con 2 a 2,5 metros de espesor; por debajo predominan las arenas medianas a gruesas con gravas y restos de conchillas, elementos litológicos, que sin duda alguna, corresponden al denominado complejo C 1. Estos sedimentos constituyen la roca almacén del acuífero freático cuya configuración se observa en el mapa piezométrico de la figura 4 (Alpat, 2000) y por su granometría pueden definirse, desde el punto de vista hidrogeológico como de buenas a medianas condiciones acuíferas; las fracciones más gruesas serían predominantes en la columna litológica.

Los coeficientes de permeabilidad que se han determinado en los ensayos varían entre $K = 10^{-4}$ y $K = 10^{-5}$ cm/seg, resultando bajos en función de la litología descrita.

Por lo expuesto surgen dudas con respecto a la relación entre la litología de los perfiles y los valores de permeabilidad determinados, cuestión, que a nuestro criterio, resulta de suma importancia analizarla por ser fundamental en lo relativo a las condiciones de circulación del agua en el subsuelo.

-Hidrología superficial:

El área se caracteriza por la ausencia de agua superficial permanente salvo la acumulada temporaria y localmente por las lluvias; estas son escasas, oscilando entre los 200 y 300 mm anuales. Las precipitaciones por lo general son cortas e intensas, de escurrimiento rápido.

El agua recogida en la parte de la alta cuenca (sector occidental del Bajo de San Antonio), según las imágenes satelitales analizadas, eventualmente se conectarían con el Bajo del Riñón, luego de superar el Bajo de Cinco Chañares. Al llegar al Bajo del Riñón, por su morfología y por encontrarse con depósitos sedimentarios de playa y de llanura de mareas antiguas (ver fig. nº 2), la mayor parte se infiltra por la permeabilidad de los sedimentos, escurriendo subterráneamente hacia la bahía. Prueba de ello es la inexistencia de escurrimiento superficial sobre los depósitos de playa.

Paradójicamente el sector escogido, para la construcción de la laguna de evaporación de 485 hectáreas, ha sido ubicado sobre estas áreas que describimos como permeables, ratificado por la litología observada en los perfiles descritos por la empresa en el sector seleccionado para la deposición de los efluentes.

-Hidrología subterránea:

El sector objeto de análisis, según el mapa isofreático elaborado de la Fig. 4 ya mencionado, se ubica en el eje de la zona de descarga correspondiente a la parte norte del mismo. La configuración de las curvas isofreáticas indican un escurrimiento radial convergente: desde el Norte (grupo freáticos balsa 2) con un gradiente importante, desde el Sur (FM 6) con una pendiente Norte Sur de muy bajo gradiente y desde el Oeste. Estas tres vías de drenaje subterráneo se unen dando lugar a una resultante de rumbo Oeste-Este con muy suave gradiente en el centro del cuenco (balsa 4) que se incrementa en la dirección de flujo, el cual finalizaría en el sector del cruce de las rutas 3 y 251, prácticamente en la franja litoral dominio del régimen intermareal.

Desde el punto de vista hidrológico y en función de lo expresado en el tema anterior, los aportes hídricos, especialmente durante las tormentas de cierta intensidad, contribuirían a un persistente aunque muy variable aporte en la misma dirección del flujo que el mencionado para el sector en cuestión.

El esquema de escurrimiento subterráneo presentado por la empresa permite afirmar que eventuales infiltraciones, como podrían ser las del efluente de muy alta salinidad, se incorporarían al flujo del agua hacia la Bahía San Antonio. Por otra parte se observa que la diferencia entre las cotas piezométricas del centro de la depresión o vaguada en el sector de la balsa 4 (de aproximadamente 3,58 metros s.n.m.) y la divisoria Sur (punto FM 6 de cota 3,64 m s.n.m.) representa un umbral de muy escasa significación altimétrica. Por lo tanto de registrase un tirante persistente de cierta magnitud en los niveles de enlagonamiento, puede dar lugar al desborde de la divisoria sur (punto FM 6) hacia el Sur-Este de la cuenca en caso de que el agua del efluente se infiltrara en forma significativa. Esto determinaría el incremento de la circulación subterránea en el sector comprendido entre los puntos FM 5 y FM 8, es decir el correspondiente a la vaguada ubicada en el Sur del área representada en el mapa isofreático Bajo del Riñón y con similar destino que el anterior en cuanto al área de descarga, lo cual constituiría otro posible frente de aporte de efluentes a la bahía .

-Relación entre los mapas freaticométrico y de conductividad:

Comparando el mapa isofreático con el mapa de isoconductividad (Alpat 2000) y partiendo de la premisa de que las muestras analizadas a los efectos de la elaboración del segundo mapa son representativas de la misma capa acuífera, se advierte que en algunos sectores no existe la correspondencia lógica entre el esquema de flujo y el contenido salino asociado al mismo.

El análisis que efectúa Alpat en el punto “Características hidroquímicas del acuífero freático” hace mención a que el comportamiento en cuanto a la conductividad del agua freática es coherente con el fenómeno hidrodinámico. En función de lo observado se entiende que dicha coherencia es sólo parcial y según el sector que se considere. Como ejemplo se puede mencionar lo observado en el sector ubicado al NO de la balsa 4, donde se ha determinado los mayores valores de conductividad (mayores de 70.000 uS/cm), que no se corresponden precisamente con lugares de concentración del flujo subterráneo desde todas las direcciones (escurrimiento centrípeto). Tampoco existe correlación entre lo que ocurre en el sector NE: el incremento de conductividad se produciría hacia el Oeste (FM 2 a F 2c) y la dirección del flujo subterráneo es transversal. Consideramos que esta falta de correlación se debería a la baja densidad de puntos de control utilizados por la empresa para la confección de estos mapas y que merecería un replanteo.

Conclusiones:

-De todo lo expuesto surge que es necesario aclarar las observaciones mencionadas en lo que hace a la real configuración de la red de flujo, elemento básico para evaluar los posibles efectos de la instalación de un área de derrame. A estos efectos se deberán arbitrar los trabajos de investigación con la metodología apropiada a las condiciones del lugar y al objetivo propuesto.

El mapa isofreático merecería un replanteo a través de una red de puntos de medición con mayor densidad, tomando la precaución de registrar con adecuada precisión tanto las cotas de los pozos a construir como los niveles bajo boca de pozo. Además consideramos convenientes extender el estudio, por el Noreste hasta el camino vecinal que nace en el cruce de las rutas 3 y 251, que se dirige hacia el establecimiento de Oscar Sánchez; por el Sur hasta el primitivo acceso (ex ruta 3) a San Antonio Oeste y por el Este hasta la zona intermareal. Esto permitirá definir con mayor exactitud y amplitud la configuración del flujo subterráneo en las actuales condiciones y , cómo podría verse afectado ante la incorporación de aportes no naturales .

-Independientemente de los resultados de los ensayos de infiltración realizados en el estudio por la empresa, se considera de suma importancia, a los efectos de su complementación, la determinación experimental de eventuales variaciones del nivel freático a través de pruebas específicas. Para ello será necesario la realización de instalaciones de mayor magnitud y por un lapso continuo y más prolongado. A ello se deberían anexar puntos cercanos de verificación de los niveles freáticos con medidas periódicas o mejor aún continuas mediante la instalación de freatígrafos. Esta recomendación surge de la necesidad crucial de determinar la existencia y la magnitud de la infiltración a pesar del blanket que se formaría, como se manifiesta en el informe, y de aclarar lo expresado en el mismo en cuanto a que la profundidad media del nivel freático “no experimentó mayores variaciones durante su desarrollo” no haciéndose otra mención a su magnitud y/o a las circunstancias en que ocurrieron.

-Complementariamente a estas observaciones freatimétricas se deberían instalar otras perforaciones de monitoreo en la dirección del flujo subterráneo entre el reservorio y la Bahía San Antonio con un espaciamiento de 500 metros. Estos trabajos deben efectuarse antes que entre a funcionar la descarga de los efluentes para obtener los parámetros de base hidráulicos y químicos del acuífero.

-La técnica más segura para el conocimiento de los parámetros de un acuífero (K, T y S) es mediante la realización de ensayos de bombeo y en lo posible con 4 pozos de observación por cada posición. La distribución y densidad de las posiciones de ensayo será tal que permita alcanzar resultados valederos.

-Las observaciones realizadas y las acciones propuestas tienden a aclarar y mejorar el conocimiento del medio físico donde se producirá una modificación del ambiente natural. Sólo pretenden que la empresa Alpat tome todos los recaudos necesarios para que el medio ambiente y la población cuenten con el adecuado resguardo y cuidado, antes, durante y después del desarrollo del proceso industrial más allá de los aspectos meramente económicos del emprendimiento. Es entendible por todos que si ello no ocurre se producirán importantes e irreversibles daños ecológicos, con consecuencias socioeconómicas adversas en las actividades pesqueras y en el desarrollo turístico de este sector de la Patagonia que ya es una marca registrada globalmente.

Setiembre de 2003.