

## Aspectos Hidrogeológicos de la planicie aluvial del río Chubut, en la zona próxima al litoral atlántico

Julio Emilio Stampone<sup>1</sup>, Juliana Cabrerós<sup>1</sup> y Mercedes Grziniuk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de la Patagonia SJB, Facultad de Ciencias Naturales, Sede Trelew

Mail de contacto: jestampone@gmail.com

### RESUMEN

En la presente contribución se exponen resultados parciales de un estudio hidrogeológico que se está llevando adelante en el ámbito de la Universidad Nacional de la Patagonia, cuyo objetivo principal es conocer el comportamiento hidrológico subterráneo y sus implicancias ambientales en la planicie aluvial del valle del río Chubut entre Rawson y Playa Unión, Chubut, Argentina. Inicialmente se reconoció el medio físico mediante fotos aéreas e imágenes satelitales, con apoyatura de campo. Para la investigación del subsuelo se relevaron dos pozos existentes y realizaron cinco pozos exploratorios con retroexcavadora y uno más con barrena manual. Los resultados hidroquímicos indican calidad variable de las aguas subterráneas, desde aptas a no aptas para consumo humano. Asimismo, se observaron en algunos casos variaciones verticales de la capa freática debido a fluctuaciones mareales. También se determinó la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas, obteniéndose valores que la sitúan entre "baja a moderada".

Palabras clave: agua subterránea, planicie, río Chubut.

### ABSTRACT

This contribution presents partial results of a hydrogeological study conducted by the National University of Patagonia SJB, whose main objective is to know the underground hydrological behavior and its environmental implications in the plain alluvial of the Chubut river, between Rawson and Playa Unión, Chubut, Argentina. Initially recognized the physical environment through aerial photos and satellite images with field control. For the investigation of the subsoil two existing wells were controlled and five exploratory wells were made with machine backhoe and one with gimlet. Hydrochemical analysis indicate variable quality of groundwater from appropriate to inappropriate for human consumption. Vertical variations of the groundwater were also observed as reaction to tidal fluctuations. Also determined vulnerability to contamination of groundwater obtaining values ranging between "low to moderate".

Key words: underground water, alluvial plain, Chubut river.

### Introducción

En la presente contribución se exponen los avances realizados a la fecha del PI: "Evaluación hidrogeológica subterránea de la planicie aluvial del valle del río Chubut entre Rawson y Playa Unión", que se realiza en el ámbito de la Facultad de Ciencias Naturales, Sede Trelew de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Su realización apunta a concretar la fase final del conocimiento de detalle de la hidrología subterránea con implicancias ambientales en la parte distal del Valle Inferior del Río Chubut.

Particularmente de ésta zona no se tienen mayores datos del comportamiento hidráulico de la capa freática, ni de su calidad química y bacteriológica. Como tampoco de la relación hidráulica subterránea existente entre el mar y las aguas continentales.

### Ubicación de la zona de estudio

La zona de estudio se sitúa geográficamente en la Provincia del Chubut (Fig.1), en la zona del Valle Inferior del río homónimo, en el tramo que se extiende desde la ciudad de Rawson hasta la localidad de Playa Unión sobre el litoral costero.



Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

### Metodología

La metodología aplicada consistió fundamentalmente en la realización de tareas

de gabinete, campo y laboratorio. En el primero de los casos se recopiló y procesó la información existente, elaborándose tablas, gráficos y mapas, representativos de los datos procesados. Las tareas de reconocimiento geológico y geomorfológico de campo se ejecutaron con la asistencia de fotos aéreas e imágenes satelitales, mientras que para la investigación del subsuelo se relevaron pozos existentes y realizaron cinco pozos exploratorios con retroexcavadora y uno con barrena manual de 7,5 cm de diámetro; los pozos de monitoreo se entubaron en PVC de 50mm de diámetro, con filtro ranurado a sierra.

De esta manera quedará construida una red de monitoreo que podrá ser controlada mientras se ejecuta el proyecto, en particular en la etapa final y a posteriori.

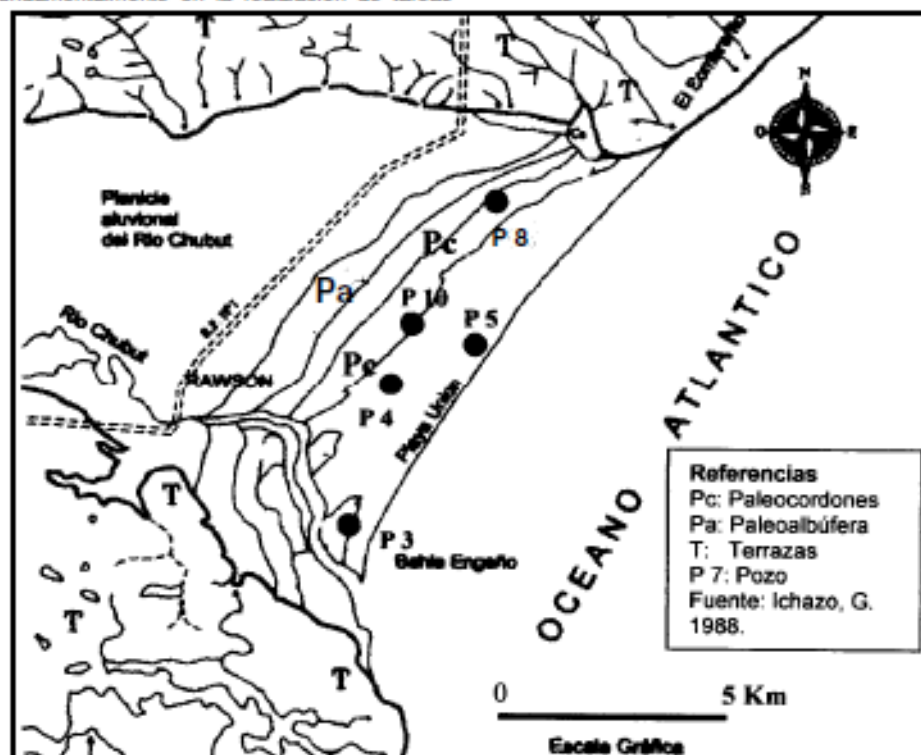


Figura 2. Mapa geomorfológico y de ubicación de pozos exploración

Durante la construcción de los pozos, acotados topográficamente, se elaboraron los perfiles litológicos de los mismos, se determinaron parámetros hidráulicos y obtuvieron muestras de aguas para análisis fisicoquímicos y bacteriológicos.

Finalmente cabe agregar que utilizando la metodología del sistema DIOS se determinó en distintos sectores la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas.

### **Geomorfología de la zona de influencia del proyecto**

Los ciclos hidrológicos húmedos e hiperhúmedos han impreso al paisaje de la comarca su impronta ya que durante años se han abierto grandes canales de corriente en el valle aún en condiciones subacuáticas. Estas manifestaciones de gran energía movilizaron grandes masas de sedimentos sepultando terrenos anteriores y reelaboraron la parte final del estuario y las planicies de mareas del valle.

El Valle Inferior del Río Chubut presenta gradiente diferenciado en dos áreas, la parte superior, entre Boca Toma y Gaiman, con mayor pendiente y donde el drenaje del río es más ágil; en la parte inferior, entre Gaiman y Puerto Rawson, disminuye el gradiente, aumentan los meandros y el drenaje es más dificultoso. Para el primer tramo el gradiente es 0,051 y para el segundo 0,026.

Justamente donde se produce el cambio de pendiente es límite de las intrusiones marinas más recientes, de acuerdo con los registros obtenidos, a la altura de Gaiman es donde se ubica el depósito más occidental de la planicie de mareas fluvio-marina. Con estos datos se puede afirmar que el ingreso del mar se produjo hasta unos 35 a 40 km desde el límite de la costa actual, dentro de los períodos más recientes del cuaternario.

La zona de drenaje más significativo está representada por el río Chubut y un importante valle transitorio que desemboca en el Atlántico en el sector norte de la zona de canchales en un lugar próximo a "El Sombrero". Este valle fue reactivado antrópicamente y por él circulan los torrentes desviados aguas arriba mediante una presa de contención, que tiene por finalidad evitar efectos de torrencialidad sobre áreas urbanas de Rawson.

Este canal reviste particular importancia ambiental para la zona de ubicación de la proyectada laguna de efluentes y el área de forestación del proyecto cloacas de Playa Unión, ya que impide la fluencia de torrentes hacia la misma, minimizándose así el riesgo aluvional que se pueda producir por aguas de escorrentía superficial procedentes de la terraza norte. Las geoformas dominantes están representadas en la Fig. 2 por depósitos de gravas arenosas correspondientes a paleocordones litorales inactivos. Cubriendo a estos, en algunos sectores, se encuentran depósitos eólicos de arenas finas, formando médanos.

Mientras que en las zonas cercanas a las bardas, sobre el faldeo y al pie de las mismas,

existen depósitos gravitacionales, que en algunos casos se reactivan con el flujo hídrico, conformando conos aluviales.

Finalmente cabe mencionar los depósitos psamíticos y pseliticos de playas marinas ubicados en el litoral costero, y los pelíticos localizados hacia el oeste en las cercanías de Rawson, en las áreas bajas de alta salinidad atribuidas a paleoalbuferas.

### **Hidrogeología**

En la zona del Valle Inferior del Río Chubut los sedimentos cuaternarios correspondientes al aluvio descansan discordantemente sobre las cineritas terciarias conformando un único sistema geohidrológico en el que es posible diferenciar dos subsistemas: uno "semiconfinado" yacente en los dos tercios orientales del valle y otro "freático" de índole regional (Hernández et al., 1983).

El primero se encuentra bien definido entre las localidades de Dolavón y Rawson, su techo se ubica entre los 13m y los 18m de profundidad y el piso puede extenderse hasta unos 25m o 30m donde se localizan las cineritas terciarias, rocas que conforman el hidroapoyo regional.

El segundo, se extiende por toda la planicie aluvional, sus aguas circulan de dos maneras bien definidas, una encauzada en paleocauces, dando lugar a líneas preferenciales de movimiento, mientras que la otra es mantiforme; en este último caso, de acuerdo al tipo de terreno por donde circulan podemos encontrar acuíferos con velocidades de circulación del orden de los 70 m/año y acuitados donde las velocidades son de aproximadamente 5 m/año (Stampone et al., 2002).

El régimen natural de recarga al sistema subterráneo está dado por el río Chubut que es la principal fuente de aporte de agua durante todo el año.

Mientras que el régimen artificial se produce desde septiembre a abril (época de riego), lapso en que el flujo superficial se difunde prácticamente por todo el valle, a excepción de la zona distal del valle donde se desarrolla el presente estudio.

Regionalmente el flujo del sistema está orientado en sentido oeste-este es decir hacia la costa atlántica (Hernández, M. op. cit.; Stampone, J. op. cit.).

Si bien se presume que el río siempre tuvo carácter influente sobre la planicie aluvional, a partir de la construcción del Dique Ameghino en el año 1963 esto es un hecho confirmado dado que desaparecieron los períodos de crecida y estiaje naturales, pasando a estar el caudal regulado todo el año, variando

circunstancialmente según las necesidades de riego, producción de energía eléctrica o cambios en el volumen del embalse.

### Hidrología subterránea

El reconocimiento hidrogeológico del subsuelo se realizó mediante la construcción de pozos exploratorios; a la fecha son diez, cinco de ellos fueron muestreados y analizadas sus aguas, y se los ha ubicado en el mapa de la Fig.2.

Estos pozos alcanzaron entre los 3,50 a 5,50 m de profundidad y se detectó agua subterránea a las profundidades que se mencionan en la Tabla 1. Analizándose además la posible influencia de las aguas marinas en el acuífero.

**Tabla 1.** Medición de niveles estáticos de los pozos de exploración.

Pozo N°	NE(bbp) Marzo 2013	Observaciones
4	-3,12	Sin influencia marina
3	-2,25	Mínima influencia marina
5	-0,30	Mínima influencia marina
8	-5,35	Sin influencia marina
10	-2,765	Sin influencia marina

### Oscilación vertical de la capa freática con relación a las mareas

Los datos obtenidos se tomaron sobre la hipótesis de probables variaciones diarias verticales del nivel estático de la capa freática, influenciadas por los cambios en el nivel del mar debido a las mareas, los mismos están representados en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Medición de niveles freáticos

Pozos	Medición	Niveles bbp
Pozo 3	09h 15'	-2,05 m
	16h 15'	-2,10 m
Pozo 4	09h 25'	-3,05 m
	16h 25'	-3,05 m
B <sup>2</sup> Médanos (Pozo 5)	Dato año 2000	Variación máx 2mm

Al momento de la medición de los pozos 3 y 4, el estado de las mareas era el siguiente: pleamar 09h 09' altura 4,76m; bajamar 16h 12' altura 0,53m.

Las distancias aproximadas de los lugares de medición al mar son: pozo 4 = 1100 m, pozo 3 = 120 m y pozo B<sup>2</sup> Médanos (5) = 200m. Y como se desprende de los valores de la Tabla 2, la oscilación máxima de 5 mm se registró en el pozo 3, mientras que en el 5 fue de 2mm, precisamente los más próximos al mar; en el 3 no se observó variación.

Es probable que mediciones más prolongadas y minuciosas, puedan indicar valores diferentes y muestren también oscilación vertical en el pozo 4. No obstante la información obtenida nos está indicando órdenes de magnitud bastante aproximados que resultan de utilidad en la planificación de obras urbanas.

### Hidroquímica

La información sobre la calidad del agua freática en la zona del proyecto se ha obtenido de los pozos de exploración construidos durante la ejecución del presente estudio, los datos se detallan en las Tablas 3, 4, 5 y 6.

**Tabla 3.** Calidad de las aguas subterráneas, resultados de los análisis de los pozos 3, 4 y 5.

Parám	Unid.	P 3	P 4	P 5
Cond.	μS/cm	4710	8240	17860
s.d.t	mg/l	24600	403	10160
Ph		7,21	7,55	7,8
Turb.	N.T.U	363	21,5	1,13
Cloru	mg/l	1081,2	81,6	7140
Alcalin	mg/l	298,6	298,6	622,2
Bicarb	mg/l	---	---	---
Sulfat	mg/l	160	41	44
Durez	mg/l	364,8	170,8	1497,6
Calcio	mg/l	---	---	---
Magn	mg/l	---	---	---
Sodio	mg/l	---	---	---
Potasi	mg/l	---	---	---
Amoni	mg/l	1,40	0,55	0,55
Nitrto	mg/l	0,013	0,015	0,136
Nitrato	mg/l	1,2	2,3	1,9

**Tabla 4.** Calidad de las aguas subterráneas resultados de los análisis de los pozos 8 y 10.

Parámetros	Unid.	P 8	P 10
Conductividad	μS/cm	920	1252
s.d.t	mg/l	452	619
Ph		7,97	7,2
Turbiedad	N.T.U	10	<1

Cloruros	mg/l	120,3	213,5
Alcalinidad	mg/l	456,5	350,1
Bicarbonato	mg/l	--	350,1
Sulfato	mg/l	16	62
Dureza	mg/l	165,1	169
Calcio	mg/l	--	105,6
Magnesio	mg/l	--	63,4
Sodio	mg/l	--	160
Potasio	mg/l	--	22
Amoniaco	mg/l	0,3	0,3
Nitrito	mg/l	0,013	0,017
Nitrato	mg/l	5,3	3

**Tabla 5.** Calidad de las aguas subterráneas, resultados análisis bacteriológicos.

Parám.	Unid.	P 3	P 4	P 5
Aero.T	NMP/ 100ml	> 3x10 <sup>3</sup>	> 3x10 <sup>3</sup>	> 3x10 <sup>3</sup>
Colif. T	NMP/ 100ml	30	40	15

Las aguas de las muestras de los pozos 3 (puerto) y 5 (B<sup>o</sup> Médanos) presentan elevados tenores de SDT, cloruros y dureza que las hacen inapropiadas para consumo humano, riego e industrial. Mientras que el agua de la muestra tomada en el pozo 4 (rotonda de ingreso a Playa Unión) si bien la conductividad es elevada, el resto de los parámetros analizados indican aptitud para consumo doméstico.

Cabe destacar que de acuerdo a los valores obtenidos las aguas subterráneas de la zona destinada a construir las lagunas de tratamiento de los efluentes urbanos de Playa Unión (pozo 8) y las del pozo 10 ubicado en un área urbanizada, resultaron aptas para consumo humano, por lo que es imperativo preservarlas de la posible contaminación por infiltración de aguas contaminadas.

#### **Vulnerabilidad del acuífero freático en la zona de estudio**

El concepto de vulnerabilidad del acuífero a la contaminación representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga contaminante impuesta.

La metodología aplicada en este informe para la determinación de la vulnerabilidad se la suele denominar DIOS sigla que representa los primeros términos de los tres factores que intervienen en la caracterización de la vulnerabilidad: 1) Distancia al agua, 2) Ocurrencia del agua subterránea y 3) Substrato litológico, y que fuera desarrollado por Foster & Hirata., (1991).

De acuerdo a la ubicación de los pozos podemos diferenciar dos áreas: urbana y rural, en la Tabla 6 están indicados los índices de vulnerabilidad obtenidos.

Los términos de la calificación cualitativa de vulnerabilidad que considera el método son los siguientes: ninguna-mínima-baja-moderada-alta-extrema.

**Tabla 6.** Determinación de la vulnerabilidad del acuífero.

Locac.	DI	O	S	Indic	Calif.
Área urbana					
P 4	0,85	0,6	0,61	0,31	Mod
P 3	0,9	0,6	0,67	0,36	Mod
P10	0,9	0,7	0,67	0,42	Mod
Área rural					
P 8	0,8	0,6	0,61	0,29	Baja
Locac.	DI	O	S	Indic	Calif.

#### **Conclusiones preliminares**

1- La exploración del subsuelo arrojó resultados positivos en cuanto a la existencia de agua subterránea.

2- El acuífero detectado, freático, posee características hidroquímicas variadas, particularmente con respecto a la salinidad, la que resulta notablemente elevada en los pozos próximos al mar.

3. En tres pozos se detectó carga bacteriana probablemente contaminante.

4. Sólo en los pozos próximos al mar, distantes entre 120 m y 200 m, se observaron variaciones verticales de los niveles freáticos influenciados por las mareas.

5. Los valores de vulnerabilidad obtenidos, baja a moderada, resultan favorables para la preservación de las aguas subterráneas, mientras la carga contaminante sólo sea eventual y no permanente.

6. Las aguas subterráneas de la zona rural donde se construirá la planta de tratamiento de efluentes cloacales de Playa Unión, resultaron aptas para consumo humano, por lo que es imperativo preservarlas.

#### **Recomendaciones preliminares**

1-En el área rural, donde está previsto construir las lagunas de tratamiento de efluentes

urbanos, compactar el piso de las mismas y colocar membrana impermeable.

2-Concretar la construcción de una "red de alerta temprana hidrogeológica" en el área de las lagunas de tratamiento y diagramar el plan de monitoreo de la misma.

3-Proyectar y concretar una red freaticométrica en la zona urbana de Playa Unión y diagramar el plan de monitoreo de la misma, tanto hidrodinámico como hidroquímico y bacteriológico. .

4. Conectar el mayor porcentaje de viviendas posible a la futura red cloacal de Playa Unión, a los efectos de evitar la contaminación de las playas por aguas subterráneas portadoras de carga contaminante.

#### Referencias

- Foster, S., Hirata, R. 1991. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. *CEPIS. Lima Perú. Organización Mundial de la Salud.*
- Hernández, M. A., Ruiz de Galarreta, V. A. y F. Fidalgo. 1983. Diagnóstico geohidrológico aplicada en el valle inferior del río Chubut. *Ciencia del Suelo, V1, N° 2.*
- Ichazo, G. 1988. Geomorfología del Valle inferior del Río Chubut. Facultad de Humanidades y Cs. Sociales y Facultad. de Ingeniería dentro del Programa "Investigación y desarrollo de técnicas hídricas en el V.I.R.CH. Chubut ". *CIUNPAT- UNPSJ Bosco. Director de Proyecto Ing. J. Serra.*
- Stampone, J., Gallastegui, R., Furci, M. y C. Durante. 2002. Detección de carga contaminante en la capa freática de la Ciudad de Trelew. *Actas XVI Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica. Trelew.*