

ISSN 0325 - 2809	Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, n° 10, p.: 157-169	1979
---------------------	--	------

## ASPECTOS GEOHIDROQUIMICOS DE LA PORCION INFERIOR DE LA CUENCA DEL RIO MATANZA (Buenos Aires, Argentina) \*

Ofelia C. Tujchneider \*\*  
 Dpto. Hidrología General y Aplicada  
 Univ. Nac. Litoral  
 O. Gelabert 2846  
 3000 Sta. Fe (Argentina)

### RESUMEN

Se analizan las condiciones geohidroquímicas de la porción inferior de la cuenca del Río Matanza, en el NE de la Prov. de Buenos Aires (Argentina).

El acuífero puelche, regionalmente portador de aguas de buena calidad química, en el área de estudio presenta elevada salinidad, aún con relación a la unidad acuífera infrastante, alojada en sedimentos marinos del Mioceno superior. Esta aparente inversión de la zonación vertical se analiza por medio del estudio de las condiciones hidroestratigráficas, hidrodinámicas e hidroquímicas.

### SUMMARY

*Geohydrochemical Aspects of the Matanza River's Inferior Portion.*

This work analyzes the geohydrochemical conditions of the inferior portion of the Matanza River Basin, situate on the northeastern part of the Buenos Aires Province (Argentina).

It is noticed in this area that in some places the puelche aquifer, which carries good chemical quality waters through all the region, shows high salinity, even if we compare it with the below aquifer unity placed on upper miocene marine sediments.

This apparent inversion of the vertical zonation is analyzed by means of study of the hydrochemical, hydrodynamical and stratigraphic conditions.

(\*) Presentada en la Reunión de Comunicaciones Científicas de la Asoc. Cienc. Nat. Litoral del 4-11-78.

(\*\*) Miembro de la Carrera del Investigador del CONICET.

## INTRODUCCION

La porción de la cuenca del Río Matanza, en el noreste de la provincia de Buenos Aires, es el asiento urbano de mayor densidad de la República Argentina (7.000 habitantes por km<sup>2</sup>) y contiene el complejo industrial más importante del país.

Como resultado de esta extraordinaria concentración humana y fabril se han introducido notables modificaciones antrópicas en el medio ambiente, con gran incidencia sobre los recursos hídricos, en los cuales hoy pueden observarse, entre otros los siguientes efectos locales:

— Reducción de las posibilidades de recarga natural de los acuíferos, debido a la impermeabilización de grandes superficies por desarrollo urbano.

— Explotación incontrolada de los reservorios de agua subterránea, puesta de manifiesto por la formación de grandes conos de depresión en áreas con piezometría originalmente positiva y problemas conexos de salinización.

— Alto grado de contaminación química y bacteriológica, tanto de aguas superficiales como subterráneas, por falta de redes cloacales y por el vertido de efluentes industriales en el Río Matanza.

La importancia de la zona en cuestión y la situación crítica del panorama hídrico, imponen la necesidad de aportar elementos de juicio que contribuyan a un mejor conocimiento del sistema, con miras al aprovechamiento racional del recurso.

La zona del noreste de la provincia de Buenos Aires, dentro de la que se encuentra la cuenca del Río Matanza, ha sido evaluada desde el punto de vista del estudio de las aguas subterráneas por el E.A.S.N.E. (Estudio de las Aguas Subterráneas del Noreste 6) y por el D.Y.M.A.S. (Desarrollo y Manejo de Aguas Subterráneas). En ambos casos, el equipo de trabajo dirigido por el Prof. José M. Sala realizó el relevamiento a nivel regional de los recursos hídricos subterráneos, único trabajo de esta envergadura producido hasta la fecha.

### *Objetivos*

Se intenta interpretar el fenómeno de aparente inversión en la zonación química vertical observado en el área en estudio, principalmente en una franja coincidente con el valle del cauce principal del Río Matanza, de ancho variable entre 8 y 20 km y creciente hacia la desembocadura.

Llama la atención que la salinidad del subacuífero puelche se eleva bruscamente, con valores de residuo seco que se incrementan de 490 mg/l hasta llegar a un valor extremo de 43.771 mg/l. A este fenómeno se agrega otro que, aparentemente rompe el esquema hidroquímico regional y está dado por la presencia de agua relativamente poco salina, infrastante a la anterior y alojada en el subacuífero hipopuelche.

## MATERIAL Y METODOS

Los datos empleados provienen de los relevamientos geohidrológicos regionales realizados por E.A.S.N.E. (6) durante el período 1963-1973; de los perfiles geológicos publicados por la Dirección Nacional de Geología y Minería (5) y de datos químicos provenientes de Obras Sanitarias de la Nación y Dirección de Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires, existentes en los archivos de E.A.S.N.E.

La metodología de trabajo consistió en:

- 1) Análisis de cartas isopiécicas e hidroquímicas a efectos de delimitar el área de estudio.
- 2) Consideración de las características climáticas, morfológicas, geológicas, hidrogeológicas y edafológicas regionales y locales.
- 3) Revisión de las características geológicas del subsuelo por medio de los perfiles de perforaciones del área de estudio.
- 4) Elaboración de la piezometría del subacuífero puelche a escala de detalle (1 : 25.000).
- 5) Procesamiento de la información química disponible, correspondiente a los subacuíferos puelche e hipopuelche que consistió en: a) control y depuración de 200 análisis químicos del área de estudio y zonas circundantes. b) graficación mediante los diagramas de Schoeller (15) y Piper (13). Este último método se utilizó sólo para los análisis completos, para el resto se utilizó el triángulo correspondiente a la rama aniónica. c) determinación de las relaciones químicas y verificación de su comportamiento en función de la red de flujo.

### Ubicación y Extensión del Area

La cuenca del Río Matanza está ubicada en el noreste de la provincia de Buenos Aires. Cubre una superficie total de 2.647 km<sup>2</sup>, correspondiendo a la porción superior y media un área de 1.804 km<sup>2</sup> y a la inferior 833 km<sup>2</sup> (Figura n<sup>o</sup> 1).

La zona que corresponde a la cuenca inferior incluye 192 km<sup>2</sup> que constituyen el asentamiento de la Capital Federal y comprende también, parcial o totalmente, los partidos de Avellaneda, Lanús, Lomas de Zamora, 3 de Febrero, Gral. San Martín, Vicente López, Almirante Brown, Esteban Echeverría, Florencio Varela y Quilmes.

### Clima

El clima dominante, según la clasificación de Thornthwaite (1) es de tipo C<sub>2</sub>B<sub>2</sub>ra, es decir subhúmedo - húmedo con ninguna o pequeña deficiencia de agua. La precipitación media anual en la estación climática Buenos Aires (S.M.N., período 1941-1960) es de 960 mm con una distribución estacional de verano 26,68%, otoño 30,01%; invierno 18,06% y primavera 25,17%. La temperatura anual media es de 16,5°C.

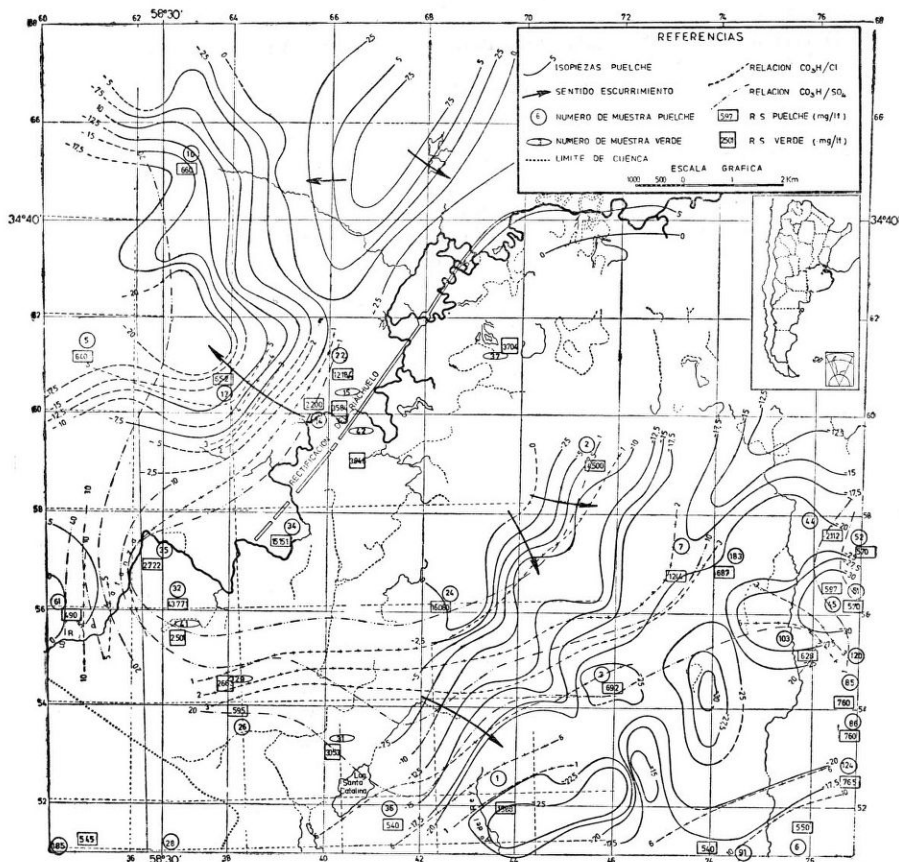


Fig. nº 1 – Carta isopiética e hidroquímica de la porción inferior del río Matanza.

## Morfología

La cuenca del Río Matanza forma parte de la denominada "pampa baja" (7) y fue definida como una "unidad tectónica subnegativa" (8), en la cual se constituyeron las siguientes unidades morfológicas: a) *llanura alta*, superficie plana de pendientes muy suaves que configura la divisoria de las aguas superficiales; b) *llanura intermedia*, superficie ondulada, con pendientes algo mayores que la anterior, interpuesta entre ésta y la c) *llanura baja*, superficie plana, de muy baja pendiente, que constituye la llanura actual de inundación del cauce principal y muestra un notable ensanchamiento hacia de desembocadura.

Si bien la gran urbanización, localizada principalmente en la porción inferior de la cuenca, ha modificado tanto la forma original como el comportamiento natural, el análisis de los mapas potenciométricos respectivos indica que, antes de las modificaciones antrópicas, estas unidades se correspondían con zonas de *recarga*, *transferencia* y *descarga* de las aguas subterráneas respectivamente.

## Suelos

En lo que respecta a la caracterización de los suelos, Capannini y Maurino (2) definen el área en coincidencia con la zona de estudio, como "llano inundable costero e interior".

Los suelos del "llano inundable interior" son aluvionales, alcalinos (solenéticos) y sus materiales originarios son limos arenosos o arcillosos, ricos en sales solubles. Poseen un pH elevado, con predominio de carbonato de sodio y saturación sódica de sus coloides. Se encuentran representados en la mayor parte del área en estudio (Fig. nº 1) a excepción del sector noreste del mapa, bordeando el valle del cauce principal, donde se presentan los suelos del "llano inundable costero". Estos son de tipo gley húmico alcalino, originados sobre arcillas marinas, ricos en cloruros y sulfatos, con saturación de coloides por sodio y magnesio.

## Hidrogeología del Subsuelo

Para la descripción de las características hidrolíticas de las formaciones geológicas en el subsuelo de la cuenca, se ha tomado como referencia la perforación Jardín Zoológico Nº 1 (5), (coordenadas 6.369.800/6.173.250), que atravesó totalmente el paquete sedimentario y alcanzó rocas del basamento a la profundidad de 291,5 m.

La secuencia registrada fue:

### ga) *Basamento Cristalino*

Compuesto por gneiss granítico de edad Precámbrica, aflora en la isla Martín García y se hunde rápidamente en bloques limitados por fallas, una

de las cuales coincide con el curso del Riachuelo. Hidrogeológicamente se comporta como *acuífugo*, es decir que no almacena ni transmite agua.

#### b) *Fm. Olivos*

La Fm. Olivos (Mioceno medio) conocida también como “Rojo” o “Mioceno rojo” está compuesta regionalmente por arenas gruesas de tonalidad pardo rojiza, alternando con arcillas arenosas y arcillas con abundante contenido en yeso y anhidrita. Se trata de sedimentos de origen continental, en gran parte lacustres, que pasan hacia el este —costa afuera— a sedimentos marinos de aguas someras.

Regionalmente se observan variaciones notables, tanto en espesor como en la paleomorfología del techo de la formación, a causa de la tectónica que afecta al basamento.

En la perforación de referencia la Fm. registra una potencia de 212,6 m (desde 78,9 m bajo boca de pozo hasta 291,5 m b.b.p.). Se distinguen dos secuencias litológicas principales: la superior, desde 78,9 m a 225,5 m b.b.p., está compuesta predominantemente por arcillas calcáreas y yesosas de tonalidad pardo rojiza y se comporta como *acuícuda*. La inferior, presente desde 225,5 m hasta la base, está integrada por arenas medianas, gruesas y grava fina, alojando un horizonte *acuífero*. Esta secuencia se corresponde con la denominada Sección Hipoparaniana, desde el punto de vista hidrogeológico (11).

#### c) *Fm. Paraná*

La Fm. Paraná (Mioceno superior) también conocida como “Verde” o “Mioceno verde” se ha utilizado como referencia de las características geohidrológicas de la Prov. de Buenos Aires, con la designación de Sección Paranaiana (11). Está compuesta por arenas arcillosas gris-verdosas y arcillas verdes calcáreas, yesíferas, de amplio desarrollo regional.

Se trata de sedimentos marinos debidos a una gran transgresión de fines del Mioceno y cuya presencia se conoce, con distintas designaciones, desde el noreste de la Patagonia hasta Paraguary.

En el subsuelo del área estudiada, las arcillas verdes fueron descritas (9) como una formación homogénea de arcillas limosas, verde grisácea (10 G Y 5/2), compactas, de fractura lisa, sin fisilidad, plásticas que contienen yeso y carbonato de calcio.

En el lugar esta formación fue atravesada desde 61,4 m b.b.p. hasta 78,9 m b.b.p., desde el techo hasta 70 m es predominantemente arcillo arenosa con comportamiento hidráulico *acuítardo* y, desde 70 m hasta 78,9 m compuesta por arenas finas acuíferas.

#### d) *Fm. Puelches*

La Fm. Puelches (Plioceno) está compuesta principalmente por arenas finas a medianas, granocreciente hacia la base, con intercalaciones sefíticas y pelíticas.

Las opiniones respecto del ambiente de deposición de estas arenas no son coincidentes. Según Groeber (10), son el resultado del relleno de una red fluvial extensa bajo condiciones desérticas; para Gordini (4) se trata de arenas marinas. En un estudio exhaustivo más reciente, Santa Cruz (14) les atribuye origen fluvial. Su espesor promedio en el área es de 30 m.

Hidrogeológicamente constituye el principal reservorio *acuífero*, con transmisividades regionales del orden de 1.000 m<sup>3</sup>/día m.

#### e) *Fm. Querandí*

En la perforación de referencia la columna geológica culmina con la *Fm. Querandí* (Pleistoceno), compuesta por limos y arcillas de color gris oscuro a azulado verdoso, con abundantes fósiles de agua salobre. Según Tricart (16) estos depósitos son producto de la primera ingresión marina del Post-Pampiano. Presenta un espesor promedio de 15 m.

### PIEZOMETRIA

Con los datos de censo de pozos y perforaciones cedidos por E.A.S.N.E., se construyó, para una porción de la cuenca inferior del Río Matanza, la carta isopotenciométrica correspondiente al subacuífero puelche (Fig. n<sup>o</sup> 1).

Se evidencia una gran área central, ocupada por el valle del Río Matanza y la rectificación del Riachuelo, donde la información es muy escasa. Esto se debe, posiblemente, a que la mala calidad del agua ha conducido a un aprovechamiento de los niveles alojados en el subacuífero hipopuelche.

En el sector noreste se notan dos zonas bien diferenciadas. Una, con valores positivos de hasta más de 7 metros y flujo divergente; la otra, localizada más hacia el sur, conforma un gran cono de depresión cuyo ápice sobrepasa los -25 m.

En el ángulo sudeste se observa también una disminución de los niveles desde la zona con agua salinizada. Las isopiezas decrecen desde cero a -25 y -30 m, en los ápices de los conos.

En lo que respecta al subacuífero hipopuelche, la información relativa a su piezometría no es suficiente para permitir la construcción de cartas isopiécicas. Sin embargo, los valores muestran una tendencia del flujo de sudoeste a noreste, coincidente con el eje del valle, que va desde una zona de surgencia en el extremo inferior de la carta a valores de hasta -35 m, en la porción central.

### HIDROQUIMICA

Luego de la depuración de la información hidroquímica, se comprobó que el volumen de material confiable era reducido. El mayor inconveniente radicó en el subacuífero hipopuelche, del cual la información existente era realmente limitada para el área de trabajo.

Nº	CO <sub>3</sub> H	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na + K	R. S.	A
1	6,8	2,25	17,1				1.588	P
2	9,9	7,54	55,5				4.492	P
3	7,6	0,41	1,1	1,32	1,14	7,24	692	P
5	7,3	0,33	1,3	0,3	0,4	9,1	640	P
6	8,0	0,27	1,5				720	P
7	9,9	1,56	4,8				1.244	P
10	6,8	0,39	1,3	1,32	1,14	5,81	620	P
13	6,8	0,33	1,4				660	P
14	6,6	4,4	24,0				2.220	P
15	3,2	23,1	30,0				3.584	H
17	6,2	0,37	1,0				552	P
21	6,0	0,33	0,84				552	P
22	6,7	23,8	170,0	20,0	48,0	130,0	12.184	P
23	5,7	0,17	0,34	0,65	0,80	6,1	464	P
24	14,0	41,4	214,0	3,7	36,0	240,0	16.080	P
26	6,0	0,4	2,0	10,0			595	P
28	3,6	11,0	22,2	3,0			2.233	P
29	3,3	12,6	30,0	3,4			2.663	P
31	3,2	14,6	37,0	2,6			3.053	H
32	8,6	158,2	599,0	206,0			43.771	P
34	15,1	83,3	190,0	17,8	33,1	237	15.151	P
35	9,3	25,1	34,0	3,4			2.722	P
36	7,0	0,3	1,0	0,8			540	P
37	3,0	25,8	31,4	3,0			3.704	P
41	3,2	16,0	24,2	2,2			2.501	H
42	2,7	27,4	33,0	3,0			3.848	H
44	11,0	7,5	25,7	4,1	6,2	33,7	2.112	P
45	6,8	1,4	4,5				597	P
51	7,7	1,0	2,8	0,88	0,73	12,1	570	P
52	7,6	1,0	2,5	0,88	0,72	12,1	570	P
61	6,3	0,2	0,5				490	P
74	6,3	0,12	0,44				515	P
82	6,6	0,21	0,56	1,3	1,1	5,8	620	P
85	7,6	1,07	2,01	0,39	0,49	12,7	760	P
86	7,5	1,0	1,9	0,4	0,5	13,0	760	P
91	6,3	0,12	0,44	0,8	0,7	5,7	540	P
103	6,9	0,33	0,72				628	P
120	8,4	5,67	10,36				1.740	P
124	8,0	1,15	1,68	0,83	1,1	8,8	765	P
183	8,0	0,65	2,07				685	P
185	6,6	0,21	0,44	0,98	0,73	5,5	545	P

CUADRO Nº 1. — Resultados de los análisis químicos (en meq/l; el residuo seco (R.S.) en mg/l). - *Otras abreviaturas:* A = subacuiferos; P = puelche; H = hipopuelche.

En el cuadro nº 1 se dan los análisis químicos correspondientes a la zona de estudio. Se aclara que el material hidroquímico procesado incluyó gran cantidad de análisis del área circundante, cuyos datos sirvieron de apoyo para el tratamiento del problema a nivel regional. En mérito a la extensión del



trabajo, los análisis químicos que se encuentran fuera del área representada en la figura nº 1, no se incluyó en el mencionado cuadro.

*Clasificación según Schoeller (15)*

De la graficación correspondiente surge (Fig. 2) la división en dos grupos: el *Grupo nº 1*, que responde a la fórmula iónica (3):



e incluye las siguientes muestras: 22, 24, 34, 44. Y el *Grupo nº 2*, que responde a la fórmula iónica:



(muestras nº 3, 5, 10, 23, 25, 52, 86, 91, 124 y 185).

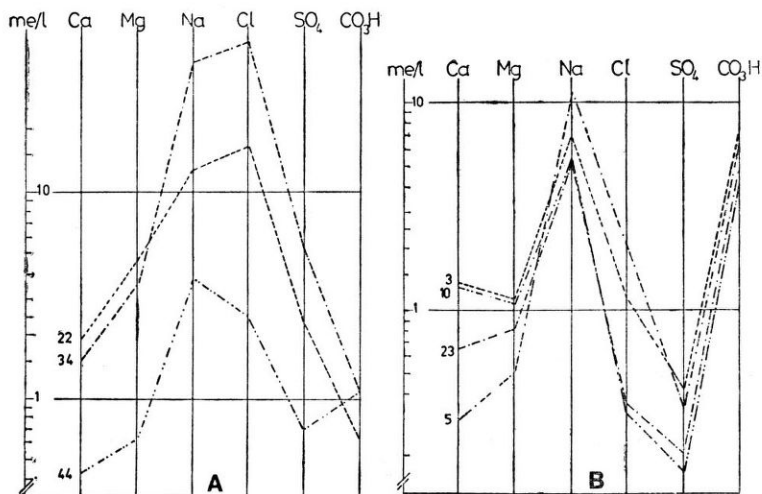


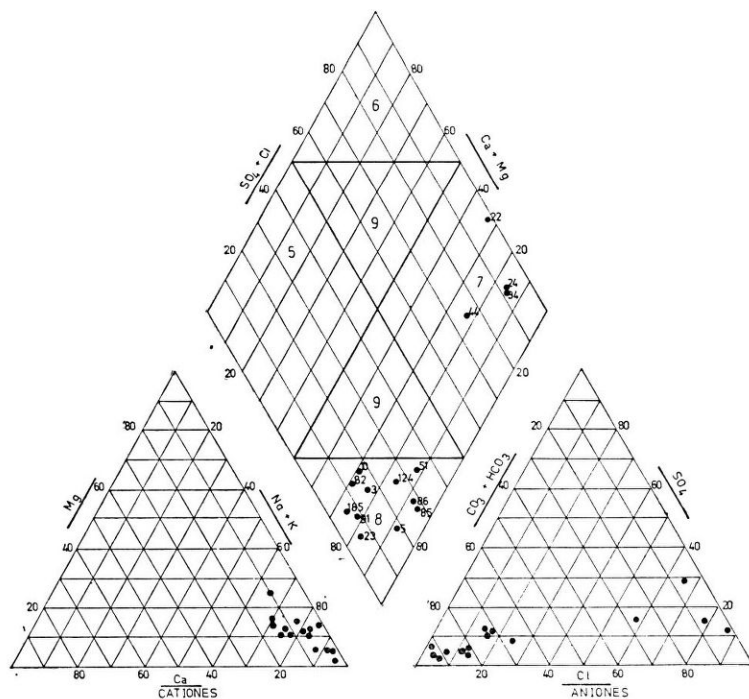
Fig. nº 2 – Resultados de los análisis químicos de las muestras de los grupos nº 1 (A) y 2 (B) graficados según Schoeller.

*Clasificación según Diagramas Triangulares (Fig. 3)*

Para aquellos análisis que se graficaron según Piper (13), se observa la siguiente agrupación:

Alcalinidad primaria: muestras n<sup>o</sup> 3, 5, 10, 23, 51, 52, 82, 86, 91, 124, 85, 185.

Salinidad primaria: muestras n<sup>o</sup> 22, 24, 34, 44.



*Fig. n° 3* – Resultados de los análisis químicos graficados según Piper.

Los análisis incompletos, que se representaron en el respectivo triángulo aniónico, indican que las aguas correspondientes al subacuifero puelche se ubican en la zona que corresponde a bicarbonato clorurado; mientras que las

correspondientes al subacuífero hipopuelche se encuentran en la zona sulfato clorurada.

*Residuo seco*: sus valores, en lo que respecta al subacuífero puelche, delimitan en el valle la zona químicamente más desfavorable. Así se puede observar (Fig. n° 1), que las concentraciones varían entre 490 mg/l y 43.771 mg/l. Este incremento se produce bruscamente y los pozos que ostentan los valores extremos distan entre sí sólo 2 km. El subacuífero hipopuelche mantiene valores con pocas variaciones, que oscilan entre 2.000 a 3.000 mg/l.

*Relación  $CO_3H/Cl$* : Esta relación muestra un incremento de sus valores hacia los ápices de los conos de depresión del subacuífero puelche, (sector noroccidental). Este comportamiento, aparentemente anómalo, se podría deber a la inversión del sentido general del escurrimiento, ocasionado por la sobre-explotación. De este modo, valores de relación del orden de 0,08 en la zona poco explotada, pasan a mayores de 5 en los conos.

En el sector sudeste del mapa se manifiesta una tendencia similar, pero ya más lejos de la zona del valle y con valores de salinidad menores; la disminución de los valores de relación es coincidente con el flujo hacia los conos (Fig. n° 1).

*Relación  $CO_3H / SO_4$* : La curva con valor de relación igual a uno envuelve la porción central del valle, donde se evidencia el predominio de  $SO_4=$  respecto de  $CO_3=$  y  $CO_3H^-$ . Por lo demás, en el sector noroeste y oeste de la carta, los valores de relación muestran un comportamiento aparentemente anómalo, al incrementarse en el sentido del flujo; lo mismo se observa en el sector sureste (Fig. n° 1).

Esta aparente anomalía, que también la evidencia la relación  $CO_3H/Cl$ , no es tal si se hace abstracción de la red de flujo construida con datos de censos recientes y a los fines del estudio.

En efecto, si se comparan los comportamientos de estas relaciones con la red de flujo original (donde el sistema se presentaba sin influencias de la acción antrópica) y en la cual el valle es el área de descarga natural del sistema subterráneo, las relaciones presentan un comportamiento normal, es decir que sus valores decrecen en el sentido del escurrimiento.

*Relación  $Mg / Ca$* : Esta relación, de gran importancia para determinar la presencia de ingesión marina o mezcla con agua salada, no pudo ser estudiada satisfactoriamente. Esto se debió a que la mayor de los análisis químicos de las perforaciones ubicadas en el área problema, no presentaban datos de la rama catiónica.

No obstante los datos aislados, factibles de consideración indican valores de relación altos en la zona del valle, superiores a 5. Por lo tanto, debe considerarse la presencia de agua de origen marino.

## CONCLUSIONES

Los elementos de juicio para analizar el problema del brusco incremento de la salinidad del subacuifero puelche (en la cuenca inferior del Río Matanza), si bien en algunos aspectos son poco abundantes o deficientes, permiten inferir la concurrencia de varios factores concomitantes.

° Por una parte, el área de salinización es coincidente con lo que originariamente, antes de comenzar la explotación intensiva del acuifero, constituía el área de descarga natural del sistema subterráneo.

° La inversión en el sentido del escurrimiento, operada a gran velocidad por la explotación intensiva del recurso hídrico subterráneo, no fue acompañada a igual velocidad por los cambios en las características químicas, por lo que la inversión de la zonación química horizontal es aparente.

° Los valores de salinidad del subacuifero hipopuelche se mantienen dentro de un rango, sin experimentar variaciones de significación. En todos los casos son muy inferiores a los valores críticos del subacuifero puelche en la misma zona.

° Las relaciones de niveles entre ambos subacuiferos son independientes de las relaciones de residuo seco, es decir que ambos sistemas son independientes entre sí.

° La relación Mg/Ca, con sus altos valores, permite considerar la presencia de agua marina, precisamente en el tramo inferior del curso del Río Matanza próximo a su desembocadura.

° La sobreexplotación puede haber ocasionado una pérdida de carga del subacuifero puelche y facilitado consecuentemente, la invasión de agua salada.

° Fuera del valle, el subacuifero puelche, a pesar de ser explotado intensamente y presentar conos de depresión de extensión regional, mantiene salinidades normales.

### AGRADECIMIENTO:

Al Prof. José M. Sala, bajo cuya dirección se realizó este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

1. BURGOS, J. J. y A. L. VIDAL. 1951. - Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite. *Meteoros*, 1 (1) : 1 - 32.
2. CAPANNINI, D. A. y U. R. MAURIÑO, 1966. - Suelos de la zona litoral estuárica comprendida entre las ciudades de Buenos Aires al norte y La Plata al sur (Pcia. Buenos Aires). INTA. Colección Suelos 2. 45 p.
3. CASTANY, G. 1975. - Prospección y explotación de aguas subterráneas. *Omega*, Barcelona (738 ps.).
4. CORDINI, I. R. 1946. - Nota sobre la geología de la provincia de Entre Ríos. An. 2º Congreso Panamer. Eng. Minas e Geol., 3 : 339-352.
5. DIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. 1958. - Perfiles de Perforaciones. Período 1904 - 1915. (146) : 1 - 225.
6. E.A.S.N.E. 1972. - Contribución al conocimiento geohidrológico de la porción inferior de la cuenca del río Matanza. C.F.I. - P.B.A., La Plata (17 p.).
7. FRENGUELLI, J. 1950. - Diatomeas del Platense. *Rev. Museo La Plata III*. Paleontología (6) : 77 - 221.
8. FRENGUELLI, J. 1950. - Rasgos generales de la morfología y la geología de la Pcia. de Buenos Aires. Serie II (33) : 1 - 72. LEMIT, La Plata.
9. GONZÁLEZ BONORINO, F. y E. CETRANGOLO. 1962. - Minerales de arcillas en el subsuelo de la Capital Federal y el origen de la formación terciaria "Arcilla Parda". An. Primeras Jornadas Geol. Arg., 3 : 37 - 58.
10. GROEBER, P. 1945. - Las aguas surgentes y semisurgentes del norte de la Pcia. de Buenos Aires. *Rev. La Ingeniería*, 49, (6) : 371 - 387.
11. HERNÁNDEZ, M. A.; M. F. FILLI; M. P. AUJE y J. H. CESI. 1975. - Geohidrología de los acuíferos profundos de la Pcia. de Buenos Aires. *Actas VI Congreso Geol. Arg.* (En prensa).
12. INSTITUTO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA. 1965. - Perfiles de Perforaciones. Período 1916 - 1925. (152) : 1 - 207.
13. PIPER, A. M. 1944. - A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Trans. Am. Geoph. Union*, 25 : 914 - 923.
14. SANTA CRUZ, N. J. 1972. - Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la Pcia. de Buenos Aires. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 27 (1) : 5 - 62.
15. SCHOELLER, M. 1959. - Geochemistry of ground water. Arid zone hidrology. Recent Developments. UNESCO, París. (520 p.).
16. TRICART, J. L. F. 1973. - Morfología de la Pampa Deprimida. Plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana. I.N.T.A. Colección Científica XII. 202 p.