

Caracterización de los principales acuíferos de la provincia de Entre Ríos

María Santi¹, Guillermo Bianchi² y Graciela Rezzónico³

¹ División Aguas Subterráneas, Dirección de Hidráulica de la provincia de Entre Ríos, Córdoba 641, (3100) Paraná, Entre Ríos, Argentina.

² Facultad de Ingeniería (UNLP), Calle 1 y 47, (B1900TAG) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

³ Consultoría en Ingeniería Hidráulica y Ambiente, Bvard. M. Moreno 265, (3100) Paraná, Entre Ríos, Argentina.

Mail de contacto: geologamariasanti@gmail.com

RESUMEN

El agua subterránea en Entre Ríos, se extrae para diversos fines, de cuatro acuíferos distribuidos en un área de 61.116 km² y alojados en la parte superior de la columna estratigráfica (Cuaternario y Terciario). Acuífero Paraná, semiconfinado, explotado en el sudoeste de la provincia, con caudales de hasta 100 m³/h, posee limitaciones en la calidad del agua debido al exceso en las concentraciones de dureza, sulfatos, cloruros y sodio. Acuífero Ituzaingó, semiconfinado, explotado en el noroeste de Entre Ríos con caudales de hasta 130 m³/h, tiene buena calidad de agua, limitada en algunos sectores por exceso de sulfatos. Acuífero Salto Chico, semiconfinado, explotado en el sector oriental de la provincia, con caudales de extracción entre 250 y 600 m³/h, posee una muy buena calidad de agua. Acuífero El Palmar, libre, explotado en el borde este provincial, con caudales de hasta 50 m³/h, tiene agua de buena calidad.

Palabras clave: Entre Ríos, Agua subterránea, Acuífero libre, Acuífero semiconfinado.

ABSTRACT

Groundwater in Entre Ríos, is extracted for various purposes from four aquifers over an area of 61.116 km² and located at the top of the stratigraphic column (Quaternary and Tertiary). The semiconfined Paraná aquifer used in the southwest of the province, with flow rates up to 100 m³/h, has limitations in water quality due to excessive concentrations of hardness, sulfates, chlorides and sodium. The semiconfined Ituzaingó aquifer used in the northwest of Entre Ríos with flow rates up to 130 m³/h, with good water quality, limited in some areas due to excessive sulfates. The semiconfined Salto Chico aquifer used in the eastern part of the province, with extraction volumes between 250 and 600 m³ / h, has a very good quality of water. El Palmar, unconfined aquifer used in the eastern border province, with flow rates up to 50 m³ / h, has good water.

Keywords: Entre Ríos, Groundwater, Semiconfined Aquifer, Unconfined Aquifer.

Introducción

El objeto del trabajo fue determinar el comportamiento hidrogeológico, la cantidad y calidad del agua subterránea, de los cuatro acuíferos utilizados para consumo humano, animal, uso industrial y riego en la provincia de Entre Ríos. La caracterización hidrogeológica se realizó a partir de información relevada en campo a escala 1:100.000 (censo hidrogeológico, muestreo de agua), levantamiento geológico de superficie, y perfiles de perforaciones. El total de fuentes censadas fue de 998, la densidad de censo de un pozo (1) cada 60 km². La cartografía hidrogeológica e hidroquímica original se confeccionó a escala 1: 200.000.

Ubicación

La Provincia de Entre Ríos, forma parte de la Mesopotamia argentina y se encuentra situada entre los 30° 09' y 34° 02', de latitud sur y entre los 57° 48' y 60° 47' de longitud oeste. Limita al norte con la provincia de Corrientes, al oeste con la provincia de Santa Fe; al sur con la provincia de Buenos Aires, y al este con la República Oriental del Uruguay. La superficie total es de 78.781 km². Los cuatro acuíferos involucrados se alojan en la parte superior de la columna estratigráfica (Cuaternario y Terciario) y se distribuyen en un área de 61.116 km² (superficie firme). Los 15.964 km² restantes corresponden a islas, ríos, esteros y delta de la provincia (Figura 1).

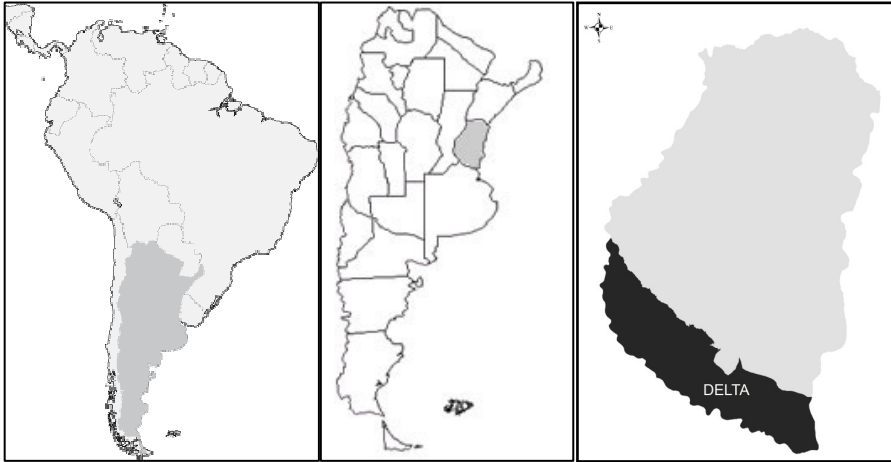


Figura 1. Ubicación de la Provincia de Entre Ríos.

Clima

Para la caracterización climática se emplearon los registros de temperaturas (T) y precipitaciones (P) medias de las Estaciones Agrometeorológicas de Feliciano (Dirección de Hidráulica de Entre Ríos, DHER), Concordia (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, INTA), Paraná (INTA), Lucas González (DHER) y Uruguay (INTA). Para una mejor extrapolación de los resultados a escala regional se emplearon complementariamente las estaciones Gualeguaychú (Servicio Meteorológico Nacional SMN) y Monte Caseros (SMN), provincia de Corrientes).

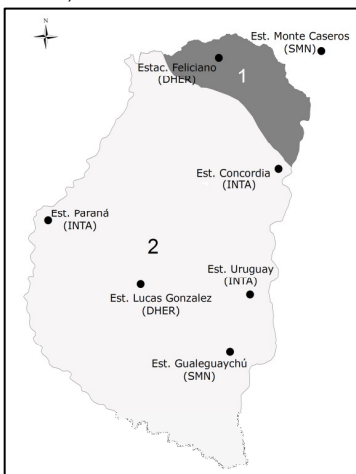


Figura 2. Regiones climáticas.

Se puede establecer que existe homogeneidad en el comportamiento climático de las estaciones más allá de los rasgos distintivos identificados para cada una de ellas con lo cual el clima varía entre cálido y templado, y seco - húmedo y húmedo (Knoche *et al.*, 1949). En coincidencia con el análisis precedente, el mapa de las regiones climáticas considera Entre Ríos, una pequeña porción al norte de clima subtropical húmedo de llanura y el resto con clima templado húmedo de llanura (Figura 2).

Geomorfología

Entre Ríos es una llanura suavemente ondulada. Su topografía es ondulada a llana. La máxima altitud sobre el nivel del mar (s.n.m.) es de 119 m. La geomorfología está en función del sustrato, y hay una relación directa entre morfología, hidrología superficial e hidrología subterránea. Se distinguen 7 (siete) regiones geomorfológicas (Iriondo, 1980): 1) Depósitos antiguos del río Paraná o Bañados o bajos del Yacaré: son geoformas fluviales, terrazas, pantanos y bañados y geoformas eólicas (dunas). 2) Superficie Feliciano-Federal: área plana, con morfología eólica, distribuida de manera irregular entre cotas IGN 65 a 70 m. Se destacan dentro del área, los "bañados de altura" en el sector noreste a cota 75 m.s.n.m. Su morfología es plana, sin ningún tipo de pendiente. 3) Faja arenosa asociada al río Uruguay: son terrazas de acumulación dejadas por el río Uruguay y sedimentos de origen eólico 4) Lomadas loésicas de Crespo: es el área más alta de la provincia (119 m IGN); por

encima de la cota 80 m IGN, la zona está cubierta por una capa de loess de 2 a 4 m de espesor. Conforman un paisaje ondulado a suavemente ondulado 5) Área de Tala: es un área de avenamiento donde los cauces de los arroyos se desarrollan en varias direcciones, sin ningún rumbo preferencial 6) Colinas de Gualeguaychú: son colinas suavemente onduladas. Dentro de esta área, la parte noroeste es más elevada que la sudeste y 7) Complejo deltaico, constituido por varias unidades geológicas que pertenecen a fases de su evolución: fluvial, marina, estuárica y fluvio deltaica (Figura 3).

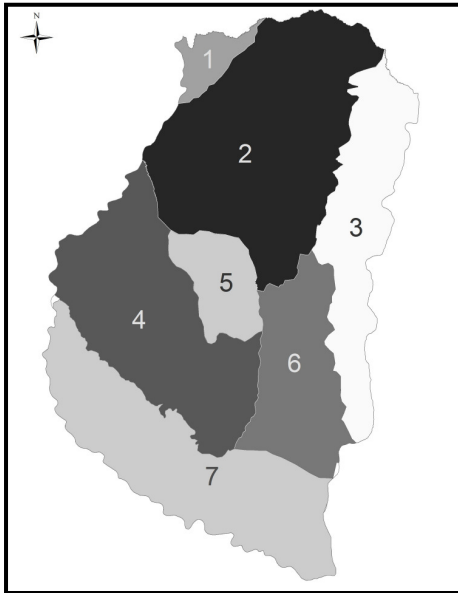


Figura 3. Regiones geomorfológicas.

Suelos

Los suelos en el territorio firme, a nivel de orden son cuatro (INTA, 1979): Vertisoles (1), ocupan un 34,5 % del total provincial y se desarrollan sobre una planicie ondulada a muy suavemente ondulada. Los materiales originarios son limos calcáreos de origen palustre o lacustre. Las características vérticas se refieren a aquellas inherentes al alto contenido de arcillas expandibles. Los Molisoles (2), ocupan un 20 %, se encuentran en una planicie ondulada con pendientes de gradiente elevado; el material madre es el loess. Los Alfisoles (3), equivalen al 11 % y se ubican en áreas altas planas a muy suavemente onduladas del centro y centro norte. Los Entisoles (4), corresponden a un 8%,

localizándose a lo largo de la margen derecha del río Uruguay en un ancho variable de 2 a 30 Km. Son suelos arenosos pardos y rojizos. El resto del territorio lo ocupa el complejo deltaico (5) (Figura 4).

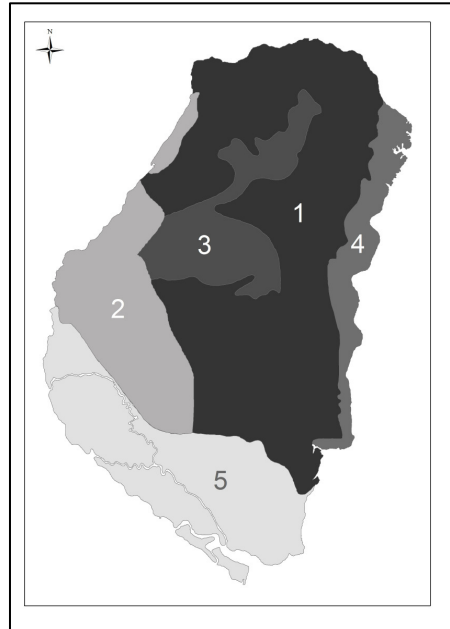


Figura 4. Suelos a nivel de orden.

Aguas superficiales

La Provincia de Entre Ríos se ubica en el tramo inferior de la Cuenca del Plata y se caracteriza por la densidad de su red hidrográfica. Está rodeada por grandes ríos: al Este por el río Uruguay, al Oeste y Sur por el río Paraná; al Norte limita con la provincia de Corrientes de la cual la separan los ríos Guayquiraró, Mocoretá y los arroyos Basualdo y Tunas. Todo el territorio está drenado por un sinnúmero de cursos entre los que se destacan el río Gualeguay, el río Gualeguaychú y los arroyos Feliciano y Nogoyá. Desde el punto de vista hidrogeológico los ríos y arroyos mencionados son las principales vías de descarga de los cuatro acuíferos. Las cuencas hidrográficas son doce (Figura 5): Río Gualeguay (1), Río Uruguay (2), Arroyo Feliciano (3), Río Gualeguaychú (4), Sistema Delta (5), Río Guayquiraró (6), Arroyo Nogoyá (7), A° Las Conchas (8), Aportes menores al Río Paraná (9), Río Mocoretá (10), Río Paraná (11), Aportes menores al Río Uruguay (12). (Dirección de Hidráulica de Entre Ríos, DHER).

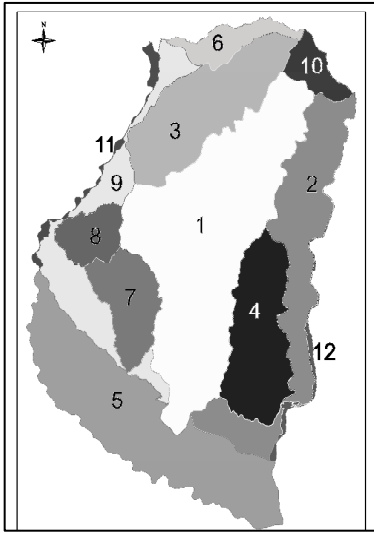


Figura 3. Cuencas hidrográficas.

Balance Hídrico

El balance hídrico a nivel edáfico, posibilita determinar la condición hidrológica (húmeda, neutra o árida) y ser utilizado como herramienta para estimar, a nivel global, un volumen de infiltración factible de actuar como recarga subterránea, en la provincia. El análisis requiere establecer la relación Exceso – Déficit y plantear la resolución de la ecuación general del ciclo hidrológico. Para el desarrollo del balance hídrico a nivel edáfico se utiliza el modelo de Thornthwaite y Mather (1957). La metodología propuesta para estimar volumen de infiltración, fue utilizada con resultados aceptables en áreas de la provincia, con excesos, consideradas hidrológicamente homogéneas, las que forman parte del área de estudio actual. Para establecer la relación Exceso - Déficit, se utilizó el balance desarrollado para una Reserva de Agua Útil de 200 mm, adoptada en función de las características edáficas predominantes. Si bien las condiciones existentes de tipo de suelo, textura y cobertura vegetal son variables en la extensión del área de estudio, se consideró una reserva de agua útil asimilable a la totalidad de la región, a partir de evaluaciones realizadas con el aporte de investigaciones del INTA. La superficie para la que se efectúa el presente análisis corresponde a la Provincia de Entre Ríos y alcanza a 61.116 km², teniendo en cuenta que se ha excluido el área correspondiente al delta del río Paraná. Para la serie de Precipitaciones medias mensuales y

Temperaturas medias mensuales de la Estación Agrometeorológica Feliciano (DHER) (1986-2010) se desarrolla el balance hídrico y para igual período en Estación INTA Concordia, Estación INTA Paraná, Estación Agrometeorológica Lucas González (DHER), Estación INTA Uruguay y Estación Gualeguaychú (SMN). Sintetizando el mismo para cada estación, se determinan las diferencias entre P (Precipitación), Evtp (Evapotranspiración potencial) y Evtr (Evapotranspiración real), se observa que en todas las estaciones las precipitaciones anuales generan excesos y verifica la condición hidrológica húmeda de la zona. Si se promedian las seis (6) estaciones analizadas, el exceso anual resulta de 358,4 mm/año y si se asimila el valor promedio a la región, resulta que en la totalidad de la superficie de la zona de estudio, el volumen es de 21.904 hm³/año. El exceso anual así definido resulta un 30% del promedio de las precipitaciones. El promedio de las precipitaciones es de 1.206,5 mm/año. Los excesos evaluados en cada una de las seis estaciones analizadas se encuentran entre el 39% de las precipitaciones en la Estación Feliciano y el 23% de las precipitaciones en la Estación Paraná. Para determinar la Infiltración I, parámetro de la ecuación del ciclo hidrológico (Balance Hídrico Global, Tabla 1), se adopta el promedio de las variables Evtr y P, obtenidas en las estaciones analizadas, para los 25 años de serie y se calcula el exceso (Ex). La ecuación fundamental del ciclo hidrológico (1) puede expresarse:

$$P - Evtr = Ex = Es + I \quad (1)$$

Para estimar la infiltración o factibilidad de recarga de los acuíferos se necesita conocer el escurrimiento superficial o escorrentía (Es). Si bien la información disponible de caudales no es suficiente para determinar un valor confiable de escorrentía, la misma posibilita inferir un valor de Es y estimar la Infiltración. Se determinaron índices de escorrentía (Es/P) de los arroyos Feliciano, Yuquerí Grande, Nogoyá y de los ríos Gualeguay y Gualeguaychú, obtenidos de la comparación del caudal aforado con el promedio de lluvia mensual registrada en las estaciones existentes o próximas a la cuenca de aporte de cada curso de agua, para una misma serie (1993-2009). El promedio de los índices medios determinados, alcanza el 20%, por lo cual se adopta como valor medio de escorrentía Es. Este valor se corresponde con la escorrentía promedio para la serie de aforos del río Gualeguay, como así también para el río

Gualeguaychú y el arroyo Feliciano (SSRH, 2011), cuyas cuencas ocupan la mayor superficie de la región evaluada y podría representar un valor medio de escurrentía en el balance global. A partir de los porcentajes descriptos aplicados a la ecuación de balance hídrico, se considera factible que se produzca la recarga subterránea y se estima la infiltración en el 10% (diez por ciento) de la lluvia media anual.

Tabla 1. Balance Hídrico Global.

	%	mm/a	hm ³ /a
P	100	1.206	73.706
Evtr	70	844	51.582
Es	20	241	14.729
I	10	121	7.395

En los estudios regionales realizados en áreas menores de la provincia (Auge *et al.*, 2002, Santi *et al.*, 2002, 2004, 2008, 2009, 2011) los valores de infiltración estimados a partir del balance hídrico global, alcanzan también un promedio del 10%, variando entre el 7% para las regiones del sudeste, sudoeste y centro-oeste, el 12% en las regiones norte y noreste de la provincia y el 15% en el centro-este (zona arrocerá).

Geología e hidrogeología

Entre Ríos, está situada en el borde sur de la cuenca Chaco – Paranaense, la que tiene desarrollos someros hacia el sureste de la provincia y profundizaciones hacia el oeste y noroeste. La cuenca sedimentaria traspasa los límites provinciales y se desarrolla en su mayor extensión en las provincias de Santa Fe, Chaco, Córdoba, Formosa, resto del Litoral y países vecinos. Tipificada como de intraplaca y no vinculada a procesos de subducción, alberga sedimentitas continentales y marinas de edades comprendidas entre el Paleozoico Medio y el Cuaternario. Dos Formaciones acuíferas del Mesozoico contienen agua: la Formación Serra Geral (basaltos) y la Formación Misiones (arenas y areniscas del Acuífero Guaraní). Se explotan en la provincia, para recreación y turismo.

Los acuíferos de interés, corresponden a los alojados en la formaciones geológicas situadas en la parte superior de la columna estratigráfica (Cuaternario y Terciario). Con excepción del borde E (margen derecha del río Uruguay), donde se encuentra la Formación El Palmar que

aloja un acuífero libre, el resto de la provincia, presenta una cubierta limoarcillosa (Formación Hernandarias, acuitardo) de una potencia máxima de 70 m. depositada por encima de las Formaciones Paraná, Ituzaingó y Salto Chico (acuíferos semiconfinados).

La Formación Paraná (Mioceno Medio a Superior), depósito de origen marino, está compuesta por arcillitas gris verdosas, oscuras, poco micáceas, algo calcáreas, compactas, con contenido de yeso, restos carbonosos, intercalaciones tobáceas y abundante contenido fosilífero. Su espesor varía entre 100 y 200 metros. Es un acuífero semiconfinado explotado en el suroeste de Entre Ríos. Los caudales de extracción no superan los 100 m³/h, los valores dominantes de la transmisividad se ubican en el rango de 500 - 800 m²/día. La recarga se realiza in situ a través del acuitardo suprayacente. La composición iónica del agua es bicarbonatada sódica dominante y cálcica subordinada en un 80% (1 muestra cada 60 km²), el 20 % restante es clorurada y/o sulfatada sódica (Piper, 1944). En algunos sectores, posee serias limitaciones en la calidad debido al exceso en las concentraciones de dureza, sulfatos, cloruros y sodio (Santi *et al.*, 2002, 2011).

La Formación Ituzaingó (Plioceno Medio a Superior), es un depósito fluvial del río Paraná, compuesto por arenas ocráceas, blancas, rojizas, con intercalaciones pelíticas de tonos verdosos y grises. Es un acuífero semiconfinado explotado en el sector noroeste. El techo del acuífero se encuentra a profundidades variables entre 10 y 50 m. Los caudales de extracción no superan los 130 m³/h, el valor medio regional de la transmisividad es de 1.000 m²/día. En relación al grado de confinamiento, donde la cubierta superpuesta tiene una potencia de 10 a 15 m, el coeficiente de almacenamiento posee valores del orden de 0,001, mientras que, en sectores donde la potencia del acuitardo es mayor, es de 0,0002. La recarga se realiza in situ a través de la Formación Hernandarias. La composición iónica del agua es bicarbonatada sódica dominante y cálcica subordinada (85 %) (1 muestra cada 60 km²); y un 15%, clorurada y/o sulfatada sódica. La calidad está limitada en algunos sectores por exceso de sulfatos y sodio (Sanguinetti *et al.*, 2000, Santi *et al.*, 2008).

La Formación Salto Chico (Pleistoceno Inferior), son depósitos del río Uruguay. Está compuesta por arenas cuarzosas gruesas, medianas y finas de color amarillo y rojo, arcillas verdes y estratos irregulares de rodados finos y gruesos. El techo del acuífero se encuentra a profundidades variables desde 20 a 40 m. El espesor medio se estima que podría superar los

60 m. Es un acuífero semiconfinado explotado en el sector oriental. Llamado “acuífero arrocero” por su intensivo uso en riego, en la época de mayor extracción (noviembre a marzo, con caudales que varían de 250 a 600 m³/h por pozo), los niveles hidráulicos descienden en algunos sectores dejando al acuífero expuesto a un grado de mayor vulnerabilidad, al pasar de su condición de semiconfinado a libre. Los niveles se recuperan en épocas donde la demanda para riego es menor. La transmisividad dominante se estima dentro del rango 1.500 – 2.500 m²/día. El coeficiente de almacenamiento arroja valores medios entre 0,001 y 0,004. Se destaca un mayor confinamiento en los pozos que se utilizan para riego, donde la transmisividad media supera los 2.500 m²/día. El valor obtenido de la permeabilidad vertical, del orden de 10⁻³ cm/s, es alto, indicando que existe una fuerte recarga proveniente del acuitardo suprayacente. El agua es bicarbonatada sódica dominante y bicarbonatada cálcica subordinada (1 muestra cada 60 km²). (Santi *et al.*, 2004, 2008, 2011).

En el borde Este, el río Uruguay depositó la Formación El Palmar (Holoceno), terraza compuesta por arenas de cauce con lentes de gravas y cantos rodados. El espesor máximo es de 24 m. (Iriondo, 1980, Iriondo *et al.*, 2007). Es un acuífero libre. Los caudales de extracción no superan los 50 m³/h, la transmisividad varía dentro del rango 500 - 1.500 m²/día, con valor medio regional de 1.000 m²/día. El embalse de Salto Grande favorece la recarga de los pozos en explotación ubicados en las proximidades del Lago. El agua es bicarbonatada sódica dominante y cálcica subordinada (1 muestra cada 60 km²). (Santi *et al.* 2009, 2010, 2011). Cabe destacar la necesidad de profundizar los estudios en relación al contacto entre las Formaciones El Palmar (superpuesta a Salto Chico) y Salto Chico, para lograr una descripción concluyente del funcionamiento de los acuíferos en las proximidades de la descarga del sistema, al río Uruguay.

En la Figura 6, se observa la distribución en planta de los cuatro acuíferos, los que, con sus particularidades y diferencias litoestratigráficas, en el terreno de la hidrogeología constituyen un sistema interconectado (Santi *et al.*, 2010, 2011). Los sectores T1 y T2 son áreas de transición (Paraná-Ituzaingó, Ituzaingó-Salto Chico), donde se desconoce el pasaje de una Formación acuífera a otra. En el borde sureste aún queda un sector por definir (Santi *et al.*, 2010, 2011).

La red de flujo subterráneo (Figura 7), se trazó con datos de censo hidrogeológico de 998

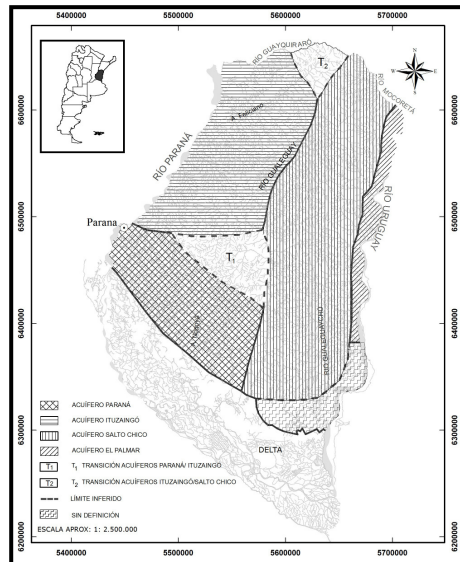


Figura 6. Acuíferos terciarios y cuaternarios

pozos. Las curvas equipotenciales más elevadas se encuentran en el noreste (65-60 m IGN), las más bajas al oeste lindan con el río Paraná entre la localidad de La Paz hasta Paraná (10–15 m IGN) y al sur, paralela al predelta y Delta la equipotencial de 10 m IGN. Las de menor valor en el este, son las isolinéas de 5, 10 y 15 m IGN, donde el sistema se comporta como libre.

Las divisorias de agua subterránea coinciden en general con las divisorias de las grandes cuencas hidrográficas. El escurrimiento subterráneo se realiza en tres sentidos: norte-sur, hacia el predelta-Delta; este-oeste hacia el río Paraná y oeste-este, hacia los ríos Uruguay y Mocoretá. En el interior, se destacan como descarga subterránea, los ríos Gualeguay en el centro, Gualeguaychú en el sureste y los arroyos Feliciano y Nogoyá, en el noroeste y suroeste, respectivamente. Para toda la región investigada, se visualiza una fuerte influencia de las geoformas y la geología en la definición del sistema subterráneo. Las redes de flujo superficial y subterráneo tienen un comportamiento similar.

Conclusiones

En Entre Ríos, el agua subterránea para consumo humano, animal, uso industrial y riego, se extrae de un sistema interconectado, conformado por cuatro acuíferos localizados en

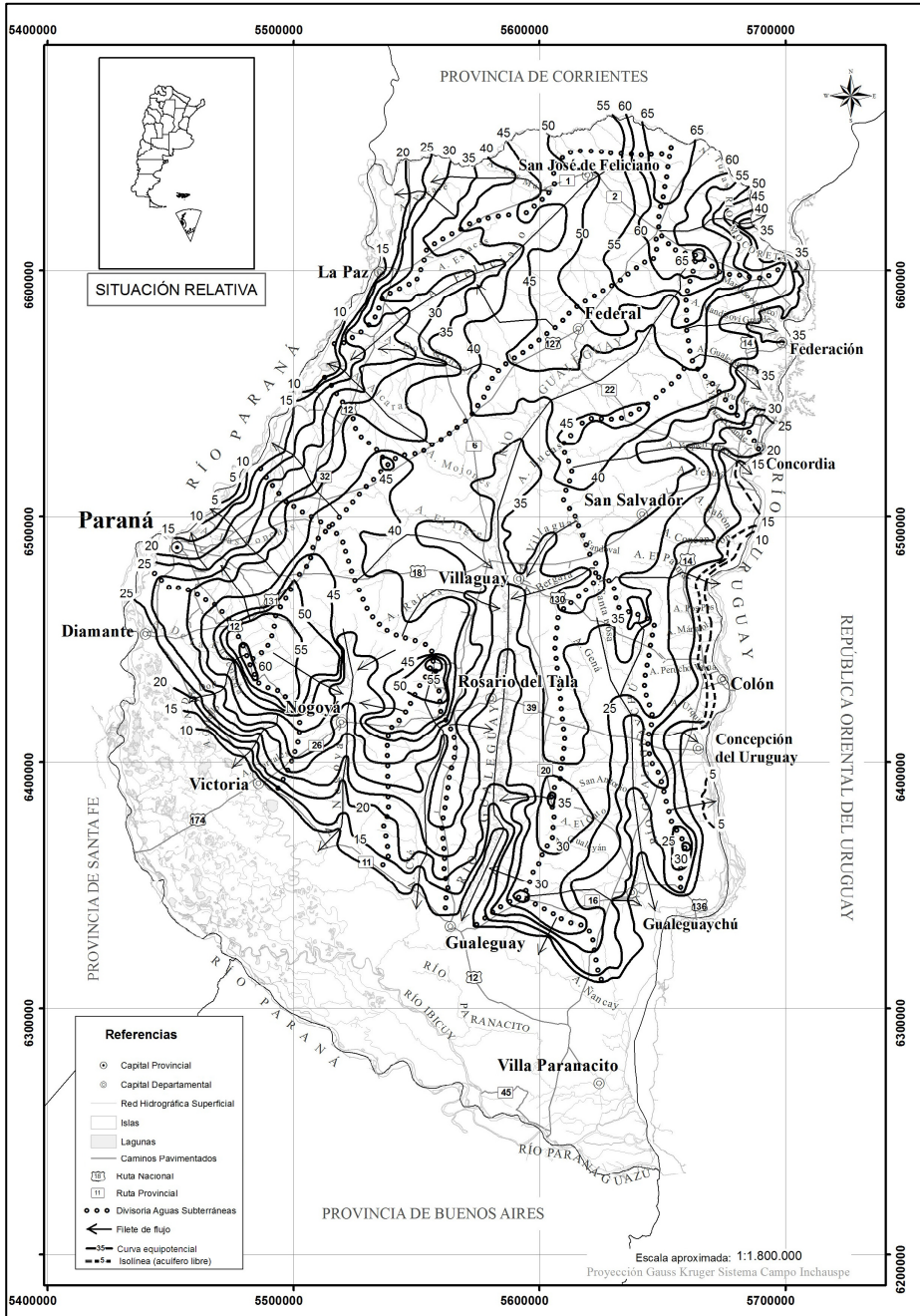


Figura 7. Red de flujo subterráneo. Entre Ríos.

Formaciones Terciarias y Cuaternarias y distribuidos en un área de 61.116 km² Acuífero Paraná, semiconfinado, explotado en el sudoeste con caudales de hasta 100 m³/h, posee limitaciones en la calidad del agua debido al exceso en las concentraciones de dureza, sulfatos, cloruros y sodio. Acuífero Ituzaingó, semiconfinado, explotado en el noroeste con caudales de hasta 130 m³/h, tiene buena calidad de agua, limitada en algunos sectores por exceso de sulfatos y sodio. Acuífero Salto Chico, semiconfinado, explotado a lo largo del sector oriental, con caudales de extracción entre 250 a 600 m³/h, posee muy buena calidad de agua para diversos usos entre los que se destaca el riego. Acuífero El Palmar, libre, es explotado en el borde este, con caudales de hasta 50 m³/h y buena calidad de agua.

En la red de flujo del sistema, las divisorias de agua subterránea coinciden en general con las divisorias de las grandes cuencas hidrográficas de Entre Ríos. El escurrimiento subterráneo se realiza en tres sentidos: nortesur, hacia el predelta-Delta; este-oeste hacia el río Paraná y oeste-este, hacia los ríos Uruguay y Mocoretá. Se destaca, en el interior, la descarga subterránea hacia los ríos Gualeguay en el centro, Gualeguaychú en el sureste y los arroyos Feliciano y Nogoyá en el noroeste y suroeste respectivamente.

En el Balance Hídrico Global se estima una infiltración promedio del 10% de la lluvia media anual. La recarga del sistema subterráneo se produce in situ, directa en el acuífero El Palmar, e indirecta a través del acuitardo (Formación Hernandarias) en los acuíferos semiconfinados Paraná, Ituzaingó y Salto Chico.

Referencias

- Auge M. y Santi M. 2002. Disponibilidad de agua subterránea para la producción arroceras de la Provincia de Entre Ríos. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones (CFI)*. Buenos Aires.
- DHER, 2011. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos*. www.hidraulica.gov.ar
- INTA.1979. Suelos y Erosión de la Provincia de Entre Ríos. Tomo I y II. *Plan Mapa Suelos de la Provincia de Entre Ríos*. INTA Paraná.
- Iriondo M. 1980. El Cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 11: 125-141. Santa Fe.
- Iriondo M. y Kröhling D. 2007. *V Congreso Argentino de Hidrogeología*, 433 a 441. Paraná. Entre Ríos. Argentina.
- Knoche W. y Borzacov V. 1947. Provincias climáticas de la Argentina. *Geografía de la República Argentina. (GAEA)*. T VI: 140-174. Buenos Aires.
- Piper A. 1944. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. *Trans. Amer. Geophys. Union*. Vol. 25: 914-923.
- Sanguinetti J., Santi M., Casa H. 2000. Estudio de aguas subterráneas Etapa III. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones (CFI)*. Buenos Aires.
- Santi M. 2002. Estudio de agua subterránea en el sudoeste de la Provincia de Entre Ríos. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones (CFI)*. Buenos Aires.
- Santi, M. y Bianchi G. 2004. Estudio de Aguas Subterráneas en la región sudeste de la Provincia de Entre Ríos. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones. (CFI)*. Buenos Aires.
- Santi, M., Bianchi G. y Rezzónico G. 2007. Agua subterránea en la región sudeste de la Provincia de Entre Ríos. *V Congreso Argentino de Hidrogeología*, 307-318. Paraná, Entre Ríos, Argentina.
- Santi M. y Bianchi G. 2008. Relevamiento de los recursos subterráneos del sector norte y noreste en la Provincia de Entre Ríos. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones. (CFI)*. Buenos Aires
- Santi, M. Bianchi G. y Rezzónico G. 2009. Agua subterránea en el noreste de Entre Ríos. Planificación y gestión de aguas subterráneas. *VI Congreso Argentino de Hidrogeología*, 63-72. Santa Rosa. La Pampa. Argentina.
- Santi, M., Bianchi G. y Rezzónico G. 2010. Hidrogeología de la región noreste de Entre Ríos. República Argentina. *Revista Latino-Americana de Hidrogeología*, V 7: 33-45. Montevideo. República Oriental del Uruguay.
- Santi M. y Bianchi G. 2011. Mapa Hidrogeológico. Síntesis de la Provincia. Entre Ríos. Alcance I y II. *Dirección de Hidráulica de Entre Ríos (DHER)-Consejo Federal de Inversiones (CFI)*. Buenos Aires.
- SSRH, 2011. Base de Datos Hidrológica, *Sistema Nacional de Información Hídrica, Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación*. www.hidricosargentina.gov.ar
- Thorntwaite C. y Mather J. 1957. Instructions and tables for computing the potential evapotranspiration and the water balance. *Climate Drexel Inst. of Technology*, N° 10: 185-311.