

## ESTRUCTURA GEOLÓGICA DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES (ARGENTINA) E IMPLICACIONES EN EL SISTEMA ACUÍFERO GUARANÍ

<sup>1</sup>Mira, Andrés; <sup>2</sup>Veroslavsky, Gerardo; <sup>3,4</sup>Rossello, Eduardo; <sup>1</sup>Vives, Luis y <sup>5</sup>Rodríguez, Leticia

<sup>1</sup> Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo Usunoff". Av. República de Italia 780 – 7300 Azul, Buenos Aires – Argentina – +54 2281 432666 – [andresmira@faa.unicen.edu.ar](mailto:andresmira@faa.unicen.edu.ar),

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay. Tel. +598 2525 8618, int. 164.

<sup>3</sup> CONICET, Av. Rivadavia 1917 – C1033AAJ Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina

<sup>4</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón II, Ciudad Universitaria, C1428EHA, Buenos Aires, +5411 4831 4612. Argentina,

<sup>5</sup> Centro de Estudios Hidro-ambientales – CENEHA. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. Ciudad Universitaria CC 217 Ruta Nacional 168 Km 472.4, 3000 Santa Fe, Argentina. Tel +54 342 4575239 Int 198.

### Resumen

Se presenta un modelo geológico 3D de la provincia de Corrientes (Argentina) realizado mediante la integración de datos geológicos y geofísicos del subsuelo de diversa procedencia. Permite visualizar la estructura profunda de Corrientes y como afecta al Sistema Acuífero Guaraní (SAG). El modelo 3D se ha construido a partir de cinco subniveles geológicos regionales fácilmente distinguibles: i) basamento, ii) sedimentos pre-SAG, iii) SAG, iv) basaltos Fm. Serra Geral y v) cobertura sedimentaria post-basaltos. La morfoestructura resultante muestra una superficie del basamento con altos (Alto de Mercedes) y bajos profundos (Fosas de Curuzú-Cuatía y Corrientes) con orientación general NNE correspondiente a depocentros con más de 3500 m de relleno sedimentario y volcano-sedimentario. Se infiere la presencia de secuencias sedimentarias precarboníferas, asociadas a estructuras extensionales finiproterozoicas - eopaleozoicas. El modelo propuesto permite localizar la Dorsal Asunción-Río Grande (DARG) como un alto estructural próximo a la superficie donde se observa un adelgazamiento de la potencia de los basaltos y del SAG. Está sería una zona proclive a recarga local y descarga regional del SAG.

**Palabras claves:** Modelo geológico 3D, Corrientes, Argentina, Sistema Acuífero Guaraní.

### Abstract

A new 3D geological model of Corrientes province (Argentina) is presented from the integration of several geological and geophysical data. This model allows visualizing the Corrientes deep geological structure and how affected the Guarani Aquifer System (GAS). The model was built from five layers easily distinguishable in the region: i) basement, ii) pre-GAS sediments; iii) GAS sediments; iv) Serra Geral basalts and v) post basaltic sediments. The resulting geometry shows a basement with horst (Mercedes High) and grabens (Curuzú and Corrientes) with NNE trending and more than 3500 m of sedimentary thickness. The depocenters suggest the existence of significant pre-carboniferous sediments associated to early-paleozoic extensional structures. Furthermore, the axis of the main structural high, the Dorsal Asunción-Río Grande (DARG), has been outlined. In this area, the GAS and the basaltic layer are thinner and the Mesozoic sediments rise near the surface; as a result, it is an area prone to local recharge and regional discharge of the GAS.

**Keywords:** Geological model, Corrientes, Argentina, Guarani Aquifer System.

## **INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**

El Sistema Acuífero Guaraní (SAG) es uno de los reservorios de agua subterránea más importantes del mundo, recurso natural sobre el que viven más de 90 millones de personas. Se extiende por área de 1.1 millones de km<sup>2</sup> de los territorios de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay, entre las latitudes 16° y 32° sur y longitudes 47° y 61.5° oeste (Foster et al., 2009, ver Figura 1). El medio físico del acuífero está constituido por areniscas de edad Triásico a Cretácico Inferior con espesores y litologías variables que afloran casi exclusivamente en los bordes de cuenca. En casi un 90% de su extensión las areniscas del SAG se encuentran cubiertas por basaltos cretácicos que en algunos sectores llegan a espesores de 1,5 km (Gastmans et al., 2012).

La provincia de Corrientes (Argentina), con 88.199 km<sup>2</sup> de superficie, forma parte de la porción suroccidental del SAG, próxima a los límites definidos para el SAG según diversos autores (Gastmans et al., 2012; Rossello y Veroslavsky, 2012a). Es un área de especial importancia ya que se producen fenómenos de recarga y descarga regionales del SAG (Rodríguez et al., 2013). Sin embargo, las características geológicas de la región estudiada son poco conocidas debido a la escasez de afloramientos rocosos, particularmente relacionados con su relieve prácticamente plano y por los pocos datos e información directa disponible del subsuelo ya que la mayoría de perforaciones apenas superan los 100 m de profundidad y solamente las tres recientemente perforadas alcanzan 1000 m.

El objetivo fue establecer un modelo geológico conceptual para el subsuelo que propone una nueva columna estratigráfica de Corrientes y determina los rasgos estructurales mayores del subsuelo, aspectos útiles para apoyar el análisis del funcionamiento del SAG en esta región. Para ello se integró la información geológica y geofísica disponible de la provincia de Corrientes y de sectores aledaños (norte de Uruguay y Estado de Rio Grande do Sul, Brasil) procedente de mapas geológicos, perforaciones y datos geofísicos de diversa índole.

Con este modelo se logra delinear con mayor precisión la distribución y configuración del medio físico del SAG y de las coladas de basaltos que las cubren, y por tanto de las áreas donde se produce la recarga o descarga de acuífero, a la vez que se contribuye con un soporte físico más riguroso para el modelado numérico del flujo de agua subterránea.

## **CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES**

Para la realización del modelo, las distintas litologías presentes en la Cuenca Chacoparanense han sido agrupadas en cinco niveles distinguibles regionalmente al estar separadas por discontinuidades estratigráficas o litológicas de fácil reconocimiento, siguiendo el criterio otros autores (Manzano y Guimaraens, 2012; Corbo et al., 2012; Mira et al., 2013 y 2015):

a) Basamento. Está formado por granitos y rocas metamórficas de grado variable (gneises, esquistos micáceos y cuarcitas) del Precámbrico, con afloramientos cercanos al norte, en el alto de Caacupú (Paraguay) o en perforaciones en el centro de la cuenca (pozos Ordóñez, Camilo Aldao y Santiago Temple (Russo et al., 1979) bien al SW de la zona de estudio)

b) Pre-SAG. Constituido por rocas situadas sobre el basamento y hasta la discordancia regional permotriásica ampliamente reconocida en toda la cuenca que lo separa de los sedimentos del SAG según De Santa Ana et al. (2008) y Gastmans et al. (2012).

c) SAG. Este nivel agrupa a todas aquellas formaciones que componen el Sistema Acuífero Guaraní. Son sedimentos clásticos mesozoicos, continentales, predominantemente eólicos y fluviales, que en Argentina han sido agrupados en la Formación Misiones, en Uruguay por las formaciones Tacuarembó y Rivera, y en Rio Grande do Sul por las formaciones Botucatu y Guará (Gastmans et al., 2012).



(2013). Se comprobó la coherencia entre la base de datos y la cartografía geológica a escala 1:500.000 de la provincia de Corrientes (Herbst et al., 1995) y la hoja SH21 (Segemar, 2010). Dicha cartografía fue revisada en cuanto a la extensión y naturaleza de los afloramientos con relevamientos de campo y levantamientos de perfiles en la provincia correntina.

Para la construcción del modelo geológico 3D se optó por la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG), plataforma donde se implementa la base de datos geológicos generada. Esta metodología ha sido puesta en funcionamiento con éxito para el estudio de sistemas hidrogeológicos como en la Cuenca de Palouse de EE.UU (Murray et al., 2002), en la llanura de Milán (Bonomi, 2009), en el desierto oriental de Egipto (Elewea et al., 2010) o en la región de Quebec de Canadá (Chesnaux et al., 2011).

Las profundidades de los cinco niveles geológicos seleccionados (basamento, pre-SAG, SAG, basaltos y post-basaltos) han sido identificadas y fueron incorporadas a la base de datos geológica. La generación de la cartografía digital surge de la georreferenciación de los registros de la base de datos. El sistema de coordenadas definido ha sido el WGS 1984 GCS y el modelo digital del terreno (Digital Elevation Model, DEM) utilizado procede de los datos rectificadas y mejorados por TecSult (2006) de la Shuttle Radar Topography Mission (STRM-USGS).

El siguiente paso consistió en la elaboración de los mapas 2D georreferenciados de profundidades de las capas límite entre los distintos niveles mediante interpolación lineal. Se realizaron las comprobaciones de ajuste de cotas o "test de espesores negativos". Posteriormente fueron calculados los mapas de isopacas por diferencia de profundidades entre las capas. Cada capa raster de espesor se transformó a elementos poligonales asignando a cada uno de ellos el valor asociado de potencia de la capa. El trabajo tridimensional consistió en la extrusión de los polígonos partiendo de la cota de referencia correspondiente a cada capa.

## RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSION

Durante la construcción del modelo geológico se han generado superficies que pueden ser equiparables a la realidad geológica, existiendo una buena correlación entre las profundidades reales de las capas y los calculados por interpolación lineal con valores de  $R^2$  de 0.936 para el basamento y 0.967 y 0.993 para el nivel techo y muro de SAG respectivamente. El espesor medio calculado de cada uno de los niveles en el área modelada es el mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de espesor calculado para cada nivel

Nivel	Espesor medio (m)	Espesor mínimo (m)	Espesor máximo (m)	Desviación estándar espesor medio (m)
POSTBASALTO	85	0	485	81
BASALTO	463	0	1348	237
SAG	116	0	443	63
PRE-SAG	2075	78	4340	874

En cuanto a la geometría de los niveles geológicos se aprecia un basamento a menor profundidad en su borde noroeste, en la frontera entre Argentina y Paraguay (Figura 2). Profundiza hacia el este y el sur por efecto de fallas normales de dirección NE-SW y NW-SE. Es un basamento irregular, profundo, destacándose la presencia de altos y bajos estructurales en los que se esbozan dos grandes depocentros o fosas denominadas: Fosa de Corrientes y Fosa de Curuzú-Cuatiá, de dirección general NE, separadas por el Alto de Mercedes (Figura 1). De acuerdo con Mira et al. (2015) en la Fosa de Curuzú-Cuatiá, el basamento estaría situado en torno a 4500 m de profundidad mientras que en la Fosa de Corrientes el basamento alcanza una profundidad media de 3500 m. En la zona sur - sureste del modelo, el hundimiento del basamento hacia el oeste asociado a la actuación de

fallas normales escalonadas, de dirección NE y más o menos paralelas a la traza del río Uruguay, mostraría una geometría similar a la propuesta por Corbo et al. (2012) para el área de Salto-Concordia. Al norte de Concordia, se produciría una rápida profundización del basamento alcanzando los 5000 m de profundidad según la información proporcionada por numerosos sondeos magnetotéluricos.

La continuidad de las secuencias sedimentarias permocarboníferas en el subsuelo de Corrientes, sumado a la posible existencia de un relleno sedimentario del Paleozoico inferior, cobra especial relevancia y significación desde el punto de vista exploratorio, ya que los mismos podrían albergar unidades sedimentarias (roca madre y reservorios) con objetivos orientados a su potencial hidrocarburífero, como así ocurre con los depósitos devónicos (Fm. Ponta Grossa) y pérmicos (Fm. Irati) en otras zonas de la cuenca.

Por otro lado, la identificación de importantes paquetes sedimentarios como parte del pre-SAG supone la existencia de un potencial recurso geotermal asociado a los acuíferos ultra-profundos paleozoicos para la región sur de la Mesopotamia (Pesce et al., 2002). Al mismo tiempo, abre un desafío técnico para los futuros emprendimientos geotermales en esa región ya que los acuíferos salinos podrían estar directamente en contacto con el SAG o fuertemente vinculados a este a través de la estructuración geológica de la región.

El adelgazamiento del SAG y basaltos está documentado y la acumulación de sedimentos de la Formación Misiones en esta región fue mínima como queda reflejado en los perfiles que muestran las perforaciones Curuzú Cuatiá y Monte Caseros con 43 y 19 m de espesor respectivamente, valores del SAG que están muy por debajo de una media regional que superaría los 200 m (Gastmans et al., 2012).

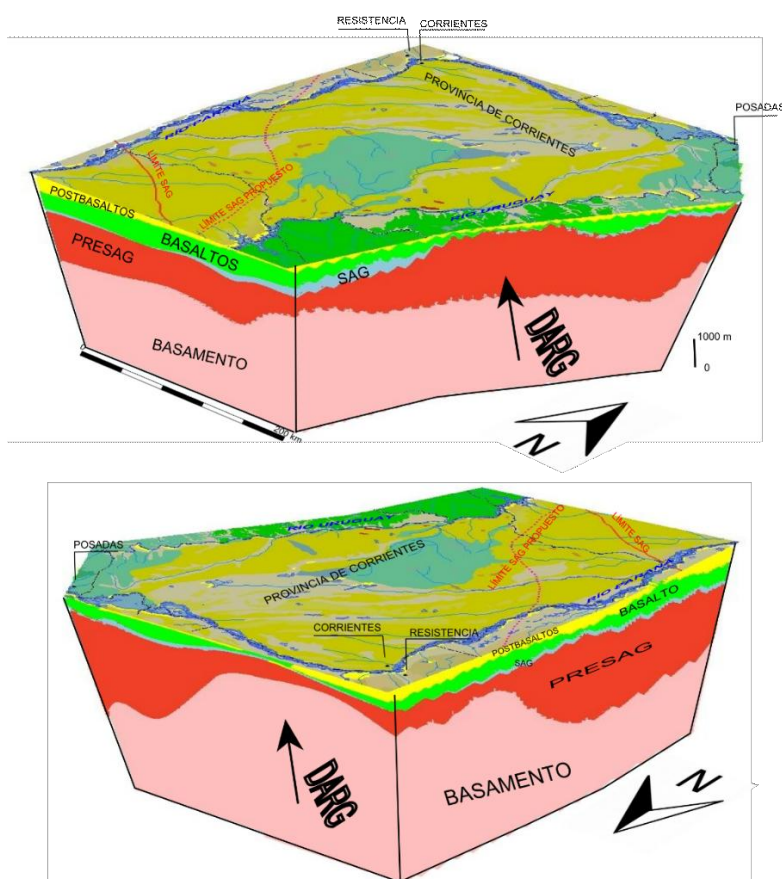


Figura 2. Modelo geológico 3D mostrando los cinco niveles discriminados, la ubicación de la Dorsal Asunción-Río Grande (DARG) y, en superficie, el límite del SAG según LEBAC (2008) y Gastmans et al. (2012) en línea continua y en discontinua el límite del SAG propuesto. Vista desde el sureste (arriba) y noroeste (abajo).

Cabe pensar entonces que la Dorsal Asunción-Río Grande (DARG) en el territorio correntino actuó como un elemento geográfico relativamente elevado durante el Mesozoico, lo que habría dificultado la acumulación y preservación de las areniscas de la Formación Misiones, en contraposición con los grandes paquetes arenosos del SAG reconocidos algo más al sur del río Uruguay (Entre Ríos y Uruguay). En este sentido el modelo geológico 3D permite entender y discriminar aquellas zonas donde se producen omisiones y/o modificaciones significativas en la serie estratigráfica mesozoica.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona asociada a la traza de la DARG coincide con la descarga regional del SAG como sugiere por un lado la piezometría que muestra la coalescencia de las aguas (Nittman, 2014) y por otro la asignatura hidroquímica del agua del SAG en esta región.

El modelo hidrogeológico conceptual de funcionamiento del SAG sugiere que los Esteros del Iberá reciben descarga de agua subterránea con aportes del SAG y se ha confirmado la existencia de aguas salinas y antiguas procedentes del SAG en perforaciones poco profundas ubicadas en el borde oriental de la Laguna Iberá (Manzano et al., 2013). Esto podría ser explicado en el modelo propuesto por la conexión hidráulica del SAG con las secuencias sedimentarias más antiguas, a través de fallas profundas o inclusive, por situaciones geológicas que podrían mostrar que las areniscas del SAG descansan directamente sobre términos porosos y permeables paleozoicos.

Asimismo, tanto a la recarga como a la descarga del SAG contribuiría la importante fracturación que exhiben los basaltos en Corrientes. En este sentido, la orientación de esas fracturas coincide con el patrón tectónico de la cuenca, siendo las NE y NW las dominantes para los basaltos que afloran en la provincia de Corrientes (Mira et al., 2013). Es la dirección NW la responsable del control estructural de los afloramientos y variaciones de espesor de los basaltos en las inmediaciones de Mercedes (Rossello y Veroslavsky, 2012b).

Si se tiene en cuenta las características tectónicas de la zona de estudio, con predominio de estructuras con dirección NW-SE asociadas a la DARG y el comentado adelgazamiento del SAG detectado en las perforaciones con una práctica desaparición de las areniscas acuíferas al oeste del plateau de Mercedes, se dispone entonces de un criterio para redefinir el límite suroeste del SAG. Éste discurriría por el centro de Corrientes, de SW a NW, desplazado unas decenas de km respecto al anterior límite del SAG (Figura 2).

## **CONCLUSIONES**

Se ha elaborado un modelo geológico 3D para el subsuelo de la provincia de Corrientes (Argentina) a partir de la integración de datos e información procedente de 44 perforaciones, 22 sondeos magnetoteléuticos, 2 SEV y 1366 datos de profundidades extraídas de un modelado gravimétrico, logrando separar 5 niveles: Basamento, Pre-SAG, SAG, Basaltos y Post-basaltos.

En relación al Pre-SAG, se han definido dos fosas tectónicas, de dirección NE, en el centro de Corrientes donde el basamento se sitúa entre los 3500 - 4500 m de profundidad (fosas Corrientes y Cruzú – Cuatía) separadas por el Alto de Mercedes. El espesor sedimentario necesario para concebir la naturaleza geológica de su relleno supondría la presencia de secuencias sedimentarias permo-carboníferas y precarboníferas en el subsuelo. Por analogía con las estructuras presentes en las cuencas Paraná y Chacoparanense, se propone que esas fosas alberguen sedimentitas paleozoicas antiguas.

Se ha conseguido precisar la traza de la Dorsal Asunción-Río Grande a lo ancho de Corrientes a partir de la geometría del basamento. El basamento alcanza una menor profundidad en el extremo noroeste del modelo, descendiendo hacia el sureste. La ubicación del eje de la DARG coincide con una zona de menor espesor del nivel de basaltos Serra Geral así como de las areniscas del SAG y donde éstas se encuentran más superficialmente.

La localización de este área con menos espesor de basalto y con areniscas aflorantes o subaflorantes es importante para explicar el comportamiento del Sistema Acuífero Guaraní en el centro de la provincia de Corrientes ya que sería una zona proclive a la recarga local y a la descarga regional del acuífero, en consonancia con los datos hidroquímicos e isotópicos existentes hasta el momento que señalaría al entorno de la Laguna Iberá como zona de mezcla entre aguas antiguas y salinas con otras procedentes de la precipitación.

## **REFERENCIAS**

**Bonomi, T.,** 2009. Data base development and 3D modeling of textural variations in heterogeneous, unconsolidated aquifer media: application to the Milan plain. *Computers & Geosciences* 35 (1) 134 –145.

- Chesnaux, R., Lambert, M., Walter, J., Fillastre, U., Hay, M.,** 2011 Building a geodatabase for mapping hydrogeological features and 3D modeling of groundwater systems: Application to the Saguenay–Lac-St.-Jean region, Canada Computers & Geosciences vol. 37 (11) 1870-1882
- Corbo, F., Arzate, J., Oleaga, A.,** 2012. Structure of the Guaraní Aquifer in the surroundings of the Uruguay River from magnetotelluric soundings Geofísica Internacional, 51 (1):17-37
- De Santa Ana, H., Veroslavsky, G., Fúlfaro, V.J., Fernández Garrasino, C.A.,** 2008. Síntesis sobre la Geología regional del Sistema Acuífero Guaraní – Informe Técnico PSAG. Montevideo, 115 pp,
- Elewea, H.H., Fathy, R.G., Qaddah, A. A.,** 2010. The contribution of geographic information systems and remote sensing in determining priority areas for hydrogeological development, Darbel-Arbainarea, Western Desert. Egypt. Hydrogeology Journal 18, 1157–1171.
- Foster, S., Hirata, R., Vidal, A., Schmidt, G., Garduño, H.,** 2009. The Guaraní Aquifer Initiative – Towards Realistic Groundwater Management in a Transboundary Context. GW-Mate Sustainable Groundwater Management, Lessons for Practice, Case Profile Collection Num. 9. Available in: [http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/GWMATE\\_English\\_CP\\_09.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWAT/Resources/GWMATE_English_CP_09.pdf).
- Gastmans, D., Veroslavsky, G., Kiang Chang, H., Caetano-Chang, M.R., Nogueira Pressinotti, M.M.** 2012. Modelo hidrogeológico conceptual del Sistema Acuífero Guaraní (SAG): una herramienta para la gestión. Boletín Geológico y Minero, 123 (3), 249-265. ISSN: 0336-0176
- GEODATOS, S.R.L.,** 2008. Informe Final sobre Geofísica del SAG. SNC-LAVALIN. Proyecto SAG, OEA, BM, GEF. Montevideo, 266 pp
- Herbst, R., Santa Cruz, J., Popolizio, E., Capurro, R., Escobar, E.,** 1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes Universidad Nacional del Nordeste. d'Orbignyana – Corrientes, vol 2, 1-50.
- Herbst, R., Santa Cruz, J.,** 1995. Mapa geológico de la Provincia de Corrientes. Secretaría de Minería. Dirección Nacional del Servicio Geológico de Argentina. E: 1:500.000
- Jalfin, G.,** 1987. Litofacies y pelocorrientes de la Formación Solari, Provincia de Corrientes. Asociación Geológica Argentina. Revista 42 (1-2), 101-111, Buenos Aires
- Manzano, M., Guimaraens, M.,** 2012. Hidroquímica del Sistema Acuífero Guaraní e implicaciones para la gestión. Boletín Geológico y Minero. 123 (3), 281-295. ISSN: 0366-0176
- Manzano, M., Rodríguez, L., Vives, L., Ortega, L., Heredia, J., Mira, A., Nittman, J., Valladares, A., Araguás, L., Aggarwal, P.,** 2013. Caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas subterráneas del hidrosistema Iberá (Corrientes, Argentina). In: N. González, E. Kruse, M. Trovatto, P. Laurencena (Eds.) Agua subterránea recurso estratégico, Tomo II. 1ª Edición, La Plata: EDULP, 2013. 43-50. ISBN: 987-1985-04-5
- Mársico D.,** 2013. Aportes a la perspectiva geológica e Hidrogeológica regional en el sector centro Este de la cuenca chacopampeana. Ph. D. University of La Coruña, Spain.
- Mira, A., Gómez-Dacal, M.L., Tocho, C., Vives, L.,** 2013. 3D gravity modeling of the Corrientes Province (NE Argentina) and its importance to the Guaraní Aquifer System. Tectonophysics 608. 212-221
- Mira, A., Veroslavsky, G., Rossello, E., Vives, L., Rodríguez, L.** 2015. Subsurface geological modeling of Corrientes province (NE Argentina) and its relationships with the Guaraní Aquifer system function. Journal of South American Earth Sciences 62, 148-163
- Murray, J., O'Geen, A.T., McDaniel, P.A.,** 2003. Development of a GIS database for ground water recharge assessment of the Palouse Basin. Soil Science 168 (11), 759–768.
- Nittmann, J.,** 2014. Simulación del flujo y transporte de la edad del agua subterránea en el Sistema Acuífero Guaraní (SAG). Ph.D. Thesis. National University of the Litoral.
- Pesce, A., Khachatryan, D., Miranda, F., Rivara, A., Johanis, P.** 2002. Proyecto termal Chajarí, Provincia de Entre Ríos, República Argentina. 15º Congreso Geológico Argentino, Actas electrónicas, Calafate.
- Rodríguez, L., Vives, L., Gomez, A.,** 2013. Conceptual and numerical modeling approach of the Guaraní Aquifer System. Hydrology and Earth System Sciences, 17(1), 295–314
- Rossello, E., Veroslavsky, G., Santa Ana, H., Fúlfaro, V.J., Fernández Garrasino, C.,** 2006. La dorsal Asunción-Río Grande: un altofondo regional entre las cuencas Paraná (Brasil, Paraguay, Uruguay) y Chacoparanense (Argentina). Revista Brasileira de Geociencias, 36, 181-196
- Rossello, E. A., Veroslavsky, G.,** 2012a. Definición del límite occidental del Sistema Acuífero Guaraní (Gran Chaco, Argentina): ¿técnico o convencional? Boletín Geológico y Minero, 123 (3), 297-310 ISSN: 0366-0176

- Rossello, E., Veroslavsky, G., 2012b.** Caracterización tectosedimentaria del Sistema Acuífero Guaraní en el subsuelo de la provincia de Corrientes (Argentina) a partir de información sísmica, Actas del IX Congreso Latinoamericano de Hidrogeología y IV Congreso Colombiano de Hidrogeología, Cartagena de Indias, Colombia.
- Russo, A., Ferello, R., Chebli, G., 1979.** Llanura Chaco Pampeana. Academia Nacional de Ciencias Segundo Simposio de Geología Regional Argentina 1, 139-183, Córdoba
- SEGEMAR.** 2010. Estructuras de la Hoja SH21, Corrientes, escala 1:1.000.000. Online version <http://sig.segemar.gov.ar/> (acces 31-07-2014)
- Tecsumt., 2006.** Mapa Base del Proyecto para la Protección Ambiental y Desarrollo Sostenible del Sistema Acuífero Guaraní Informe Final. Informe técnico