

ESCENARIO HIDROGEOLOGICO GENERAL DE LOS PRINCIPALES ACUIFEROS DE LA LLANURA PAMPEANA Y MESOPOTAMIA MERIDIONAL ARGENTINA

Jorge N. Santa Cruz y Adrián Silva Busso

Instituto Nacional del Agua y del Ambiente, PNDSAS.

ABSTRACT

The main aquifers of the aforementioned area have got hydrogeological, hydrochemical and hydraulic characteristics which are sufficient to satisfy specific demands. In some cases these characteristics are conditioned by the litology of the units (Puelches and Ituizangó Formations) but sometimes there are other agents such as superficial or groundwater gradients and rainfall (Pampeano Acuífer).

In brief, the hydrogeology of the aquifers depends on the region. The permeability of the rocks and the hydrochemistry of the aquifers are used in order to define the areas on the National Hydrogeological Map (INCyTH, 1991). In some situations the proceeding criterion is not useful and the limits of the aquifers are utilized. The analyzed viewpoints are not always the most convenient on the Llanura Chaco-Pampeana region (INCyTH, 1991). Consequently, it is proposed a regional subdivision. As the future intention is to give guides lines for a possible exploitation, it is based on the stratigraphy and hydrostratigraphy.

RESUMEN

Los principales acuíferos de la región considerada poseen características hidrogeológicas, hidráulicas e hidroquímicas que permiten su aprovechamiento para diferentes usos de los recursos en función de las demandas específicas. En algunos casos la litología de las unidades continentales condiciona frecuentemente las características citadas, como el caso de los acuíferos Puelches (Fm. Puelches) o Ituizangó (Fm. Ituizangó). En otros casos las variaciones se relacionan con su ocurrencia, precipitaciones, gradientes subterráneos y superficiales, entre otros, como el Acuífero Pampeano (Sedimentos Pampeanos). El comportamiento de los acuíferos es en consecuencia muy variable. Regional y localmente la permeabilidad de las rocas conjuntamente con la hidroquímica son los criterios que hasta ahora se consideraron y permitieron definir las Regiones Hidrogeológicas en el Mapa Hidrogeológica Nacional (INCyTH, 1991). Pero estos criterios no son necesariamente los únicos posibles o los más convenientes en todos los acuíferos de la Región Hidrogeológica Llanura Chaco Pampeana (INCyTH, 1991), dada la extensión de los mismos. Considerando estas circunstancias se propone una subdivisión regional basada en diversos aspectos como ser, la Fisiografía, Estratigrafía y Litología, y de forma subordinada a las mismas, la hidráulica e hidrología de las unidades acuíferas contenidas, con miras en el futuro a dar pautas sobre la protección natural de los acuíferos y un criterio más adecuado para el manejo sustentable del recurso.

Este resumen no pretende abarcar en su contenido toda la complejidad de la geología del subsuelo de la región Chacoparanense, ya que la misma presenta una diversidad de materiales y estructuras que responden a eventos de amplia repercusión. Sin embargo, las Formaciones citadas pueden considerarse continentes de los principales acuíferos regionales a una escala pequeña del orden de 1:2.500.000 al 1:1.000.000. Se propone entonces, que puede considerarse de valor determinar "Subregiones Hidrogeológicas" definidas por la estratigrafía e hidroestratigrafía característica, enmarcando dentro de ellas, las características hidráulicas e hidroquímicas de los acuíferos. El estudio se planteó principalmente sobre la base de bibliografía existente, a un inventario de estudios e información disponible de agua subterránea en Organismos Públicos Nacionales y Provinciales y otras fuentes de acceso. Se contempló evaluar los aspectos de tipo,

extensión y características de los acuíferos, caudales extraíbles, caudales específicos registrados, calidad y reservas sostenibles. Gran parte de la información ha sido analizada en el estudio realizado para el PROSAP, (Santa Cruz y Silva Busso, 1996). Habiéndose complementado además con información de estudios que se desarrollan actualmente.

INTRODUCCION

Ubicación del área de estudio

El área de recopilación y evaluación se halla aproximadamente limitada al Sur de Mar Chiquita y Este de la Sierra Chica de Córdoba, al Sur del paralelo 31°5' de las Provincias de Entre Ríos y Santa Fe y Sudeste, Sur y NE de la Provincia de Buenos Aires.

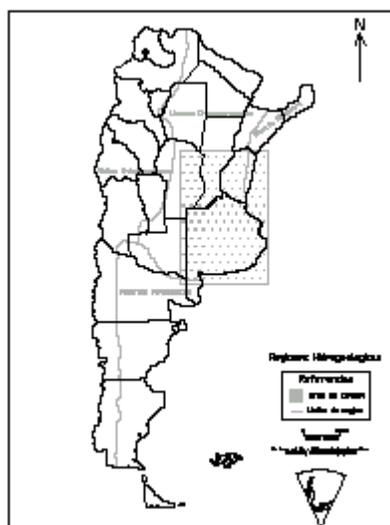


Figura 1. Ubicación de la Región en el Mapa Hidrogeológico Nacional y Cartografía de base utilizada

Estratigrafía y Litología

La estratigrafía en profundidad que se presenta se interpreta a partir de perforaciones existentes considerando las mismas como localidades tipo en cada subregión (Provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos y Córdoba) "Basamento Cristalino": Conforman la unidad más antigua reconocida. El "Basamento Cristalino" alcanzado por las diversas perforaciones profundas en la provincia de Buenos Aires, aflora a pocos kilómetros del área de estudio en la isla Martín García en el Río de la Plata y en la Rep. Oriental del Uruguay, se profundiza hacia la cuenca del río Salado en la provincia de Buenos Aires y vuelve a aflorar en superficie formando el Sistema Serrano de Tandilia. Está compuesto por gneises graníticos y es de edad precámbrica.

Metamorfitas Paleozoicas: Las Sierras de la Ventana están constituidas por rocas metamórficas, cuarcitas y ortocuarcitas en general, de edad Cámbrica-Pérmica, (Harrington, 1972) plegadas y deformadas que en profundidad que conforman niveles acuífugos, y el Basamento Hidrogeológico en la región periserrana Formación Botucatu y Formación Misiones: Las unidades asignadas en el presente trabajo corresponden a las atravesadas en las captaciones en Federación y en Concordia en el área de estudio, las descripciones litológicas corresponden a areniscas cuarzosas de tonos ocre amarillos y rojizos. Esta unidad corresponde a la Formación Botucatu y es correlacionable

con las captaciones en Uruguay (Silva Busso, 1997), su edad posible es Jurásico Medio (Fernández Garracino, 1994). La Formación Misiones corresponde a una litología limo-arenoso que intercala niveles limo-arcillosos considerada una variación lateral continente de las Formaciones Botucatú y Piramboia hacia el oeste Argentino (Fernández Garracino, 1996).

Formación Serra Geral : En la Provincia de Entre Ríos, la región oriental de Santa Fe y Sur de Córdoba la Formación Serra Geral representa la unidad expuesta más antigua, sus afloramientos se distribuyen en escasos puntos sobre el margen Argentino de Río Uruguay (Entre Ríos) y en el sur de las Sierras Pampeanas en las cercanías de la ciudad de Río Cuarto (Córdoba). Está constituida por numerosos mantos efusivos basálticos y cuerpos subvolcánicos asociados.

Formaciones Colorado, Pedro Luro y Ombucta: Constituye una secuencia estratigráfica de formaciones continentales del acuífero termal en la Cuenca de Bahía Blanca (Zambrano, 1980; Bonorino, 1988). La Formación Colorado Miembro Superior presenta areniscas medias a conglomeráticas con intercalaciones de arenas finas a muy finas de color rojiza, de origen continental. La Formación Pedro Luro esta constituida por arcillitas que intercalan niveles arenosos de origen marino. La Formación Ombucta se compone de arcillas yesíferas y tobas gris rosadas y de color rojo ladrillo intercalando niveles arenosos e incluso sabulíticos.

Formación Puerto Yerúa: Constituía por un pequeño espesor de areniscas gruesas. Los afloramientos son escasos se encuentran en la provincia de Entre Ríos sobre el margen del Río Uruguay. La base la constituye la formación Serra Geral y el techo la Formación Fray Bentos o Arroyo Avalos, y se le atribuye edad Cretácico superior (Tófaló, 1986).

Formación Saldán: Constituida por conglomerados y brechas con matriz arenosa y algo limosa de color rojo violáceo e intercalaciones de arenas rojizas, siendo el conjunto muy calcáreo poco yeso y muy consolidado Pueden alcanzar un espesor de 150 metros. y se le asigna edad Cretácico Superior (Santa Cruz, 1972). La localidad tipo se encuentra entre Saldán y Villa Allende, Córdoba.

Formación Mariano Boedo: Arenisca calcárea, rosada, friable, de grano fino a mediano, (Padula y Mingram, 1968). definida en las perforaciones de YPF en Córdoba y Santa Fe.

Formación Olivos: En el noreste de la Provincia de Buenos Aires, sobre el basamento, fueron depositadas areniscas y arcillas de color pardo a rojizo, con intercalaciones calcáreas, conglomeráticas y abundante yeso y anhidrita, de origen continental. Descriptas también en Cuenca del Salado, se les ha asignado una posible edad Terciario inf. Niveles correlacionables con esta afloran en la costa del Río Uruguay en Entre Ríos denominados Formación Fray Bentos o Arroyo Avalos (Tófaló, 1986).

Formación Chaco, Arcillas Abigarradas, y Arcillas Pardas: Las grandes unidades terciarias de subsuelo, reconocidas en la región comienzan, de abajo hacia arriba, con el denominado "Grupo Arcillas Abigarradas" (arcillas, margas, con yeso). Le siguen la Formación "Arcillas Pardas" que hacia el borde occidental de la cuenca está directamente sobre el Basamento, hacia el Este está debajo de la Formación Paraná. Esta unidad está integrada por arcillitas y margas castaño con intercalaciones arenosas y yeso, haciéndose más arenosa hacia; la sierra posee una descripción similar a la Formación Chaco.

Formación Fray Bentos Limolitas arenosas a arcillosas, de color rosado a castaño claro, muy homogénea, desde duras a friables según el cemento. El cemento, en general, es carbonato de calcio, (Herbst y Santa Cruz, 1985). Posee restos de vertebrados (mamíferos que indican una edad Oligoceno Inferior.), lo cual permite correlacionarla con los depósitos del Uruguay.

Formación Paraná: Son arcillitas limo-arenosas, gris verdoso oliva con intercalaciones de arenisca cuarzosa gris amarillenta. Las arcillitas pueden ser algo calcáreas con microfósiles marinos

y palinomorfos. Se distribuye en el subsuelo de la Cuenca Chacoparanense de forma muy variable hacia el norte desde Buenos Aires hasta la Provincia del Chaco y al oeste hasta las Sierras Pampeanas, e incluso en Tucumán presenta abundantes fósiles marinos.

Formación Puelches: Corresponden a depósitos continuos reconocido en parte de las provincias de Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires y franja oriental de Chaco. Conforman una secuencia de arenas cuarzosas, pardo amarillentas a blanquecinas de gran selección granulométrica y composicional con intercalaciones arcillosas de variado espesor, (Santa Cruz, 1972). Hay lugares donde la arena casi fue reemplazada en su totalidad por material fino. En esos casos, las Arenas Puelches pueden estar apoyadas directamente sobre la Formación Olivos. (Santa Cruz, J. N., 1993).

Formación Ituizangó: Son arenas y areniscas de distintos grados de coherencia.

Granulométricamente van desde arenas finas a gruesas, ocasionalmente hasta conglomerados.

Su color varía de blanco y amarillo a pardo oscuro. Existen intercalaciones de material fino de colores verdes grises y negro. Se apoya al Oeste y en la franja Norte-Sur sobre la formación Paraná, más al Este sobre la Formación Fray Bentos. En la mitad oriental de la provincia yace sobre el grupo Solari-Serra Geral.

Formación Santiago Temple: La Formación Santiago Temple, de origen continental sólo existe en el área occidental de la llanura (área pedemontana) siendo reemplazada lateralmente hacia el oeste por las Formaciones Paraná y Puelches. Está constituida por sedimentitas arcillo-limosas calcáreas de coloración rojiza y castaño y capas aisladas de arena gruesa y gravas presentando espesores variables entre 100 y 400 metros.

Sedimentos Pampeanos: Bajo esta denominación se agrupa a las Formaciones Ensenada y Buenos Aires. Las dos unidades son muy similares y en algunos casos de difícil separación.

Abarcan gran parte de la llanura Chaco-Pampeana; son depósitos medianos a finos, limos arcillo arenosos con intercalaciones calcáreas concrecionales o tipo mantiformes (tosca). El color dominante es el castaño, con tonalidades amarillentas a rojizas. De variable espesor en la región pampeana entre decenas hasta incluso cientos de metros y edad Holoceno-Plio-pleistoceno.

Formación Hernandarias: Limo arcilloso de 3 metros de espesor en la localidad tipo con finas láminas de arena, presenta en su localidad tipo un nivel yesífero. Esta formación constituye la cubierta cuaternaria que se extiende sobre la mayor parte de la provincia de Entre Ríos. Está constituida por limos arcillosos y arcillas limosas con proporción variable de arena fina a muy fina, distribuidas uniformemente en todo el perfil. Edad Holocena (Iriando, 1980)

Formación Junín: Se compone de sedimentos limo arenosos a arena limosos de coloración pardo rojizo a pardo claro, muy friables, y con cuerpos calcáreos escasos, de origen pedogenético. El espesor es muy variable. Al Sur de la depresión del Arroyo Vallimanca y las lagunas asociadas decrecen a 1 o 2 m.

Sedimentos Querandinos: Constituyen unidades de poco espesor (2 –4 metros) en los que predomina el tamaño de grano fino, limo y arcilla de colores grises y verdosos, y algunos cordones conchales y conglomerados calcáreos depositados durante la última ingresión marina que inundó completamente el estuario del Río de la Plata. Las acumulaciones post-pampeanas son discontinuas arealmente y se las encuentran en los valles de los ríos de la región noreste de Buenos Aires, Cuenca del Salado, Delta del Paraná, algunas depresiones interiores y zona costera del río De la Plata. Se asigna una edad entre 5000 a 6000 años (Iriando, 1990).

Formación Tezanos Pintos: Unidad loessica de granulometría limo-arcilla y muy escasa arena fina, friable y de abundante Carbonato de Calcio. Su origen es Eólico en épocas de clima árido o seco y de edad Ensenadense-Lujanense (Iriondo, 1980)

Formación Punta Médanos: Unidad compuesta por arenas cuarzosas de colores amarillentos de granulometría media a fina, que forman el cordón arenoso costanero y faja medanosa de la provincia de Buenos Aires. Se distribuye en alrededor de 600 Km de costa Atlántica con un ancho variable de 3 Km de promedio. Es la Formación continente del acuífero costero (CFI, 1990).

Hidrogeología

La Hidroestratigrafía de la región puede ser tan compleja como la estratigrafía, pero a los fines y alcances de este trabajo presentaremos la hidroestratigrafía relacionada a los principales acuíferos de las diferentes subregiones. En principio, se reconocen las siguientes unidades hidrolíticas reconocidas en gran parte de la provincia de Buenos Aires, Santa Fe y sur de Córdoba (Sala, J.M. et al 1983) y se tratan particularmente los acuíferos profundos.

Basamento Hidrogeológico: Constituido por rocas ígneas y metamórficas. Generalmente el "Basamento Cristalino" y las Metamorfitas Paleozoicas, son las unidades acuíferas basales de los sistemas acuíferos que se desarrollan por encima de los mismo.

Sección Hipoparaniana: Se reconoce una sucesión sedimentaria de origen mayoritariamente continental dividida en tres sub-secciones de las cuales la mejor conocida es la superior reconocidas como Formación Olivos que presenta varios niveles acuitados y algunos acuíferos de variable salinidad y muy poco conocidos a la actualidad.

Sección Paraniana: De origen marino, se encuentra sobre la anterior, constituida por la Formación Paraná, predominando los sedimentos acuicludos y existiendo algunas intercalaciones acuíferas de muy buen rendimiento. Se extiende ampliamente en la región a excepción de las zonas donde la altura relativa del basamento ha controlado la transgresión miocena.

Sección Epiparaniana: Se desarrolla en toda el área de estudio a excepción de las áreas donde aflora el basamento de roca dura. Las arenas de esta sección denominadas Arenas Puelches o Formación Puelches continentes del Acuífero Puelches (Sala, 1975), ampliamente estudiados en el Conurbano Bonaerense y la zona de La Plata (EASNE, 1972, Hernández, 1975, 1978; Auge y Hernández, 1983, entre otros). Hacia el sudoeste también engranan lateralmente con sedimentos más finos denominados Araucanos. de características hidráulicas más limitadas. Por encima, los denominados Sedimentos Pampeanos contiene al denominado Acuífero Epipelches (Sala, J. M. y M. Auge, 1970) que además de la capa freática o libre presenta otros niveles productivos de carácter semiconfinado a semilibre. Los sedimentos pampeanos brindan caudales más bajos comparativamente con los caudales obtenidos en el Acuífero Puelches. En algunos sectores y por encima de esta unidad se identifican sedimentos más modernos denominados Post-pampeanos de menor espesor y variado origen. ;la Formación Junín de morfología eólica constituye una alternancia de elevaciones y depresiones poco pronunciadas.

La Sección Epiparaniana se conforma entonces con una serie de acuíferos semilibres, ubicados en las Arenas Puelches y en los Sedimentos Pampeanos, además estos últimos contienen a la capa libre o acuífero freático. La recarga del sistema se produce a partir de las precipitaciones, especialmente en las áreas interfluviales y la descarga principal se produce en los cursos de aguas principales. En Córdoba hay recarga de cursos fluviales en áreas de menor precipitación Cuencas de Acuíferos Profundos: La Hidroestratigrafía de la Cuenca de Bahía Blanca y del Sistema Termal Mesopotámico es más compleja por tratarse de acuíferos profundos y deben considerarse en forma particular. La Sección Hipoparaniana superior corresponde al acuífero termal surgente de la Cuenca de Bahía Blanca (Bonorino, 1988). La hidroestratigrafía de la Mesopotamia Argentina en la

Sección Oriental de Entre Ríos comprende las Secciones Intrabasálticas e Infrabasálticas, representados por los acuíferos Solari y Botucatú (Silva Busso, 1997). Últimamente, algunos autores denominan informalmente a los niveles infrabasálticos del Sistema Termal como “Acuífero Guaraní” (Montaño, et.al, 1996) o “Acuífero del Merco Sur” (Araujo et.al., 1995). En Córdoba, en el área de Las Varillas, se manifiesta surgencia de un acuífero profundo en un gran sector relacionado con la recarga regional.

DISCUSION y CONCLUSIONES

Estas “Subregiones Hidrogeológicas” presentan de echo variaciones locales que deberán atenderse con estudios más detallados las mismas son: Subregión Hidrogeológica I o Subregión Río Paraná Se extiende desde la Cuenca del Río Salado al sur y sudoeste, hacia el norte hasta al menos el meridiano 33°30' o lo bajos submeridionales, al este el Río Paraná y al oeste hasta aproximadamente el paralelo 62°30'. Los principales acuíferos de esta región se caracterizan por la siguiente estratigrafía e hidroestratigrafía.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sed. Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Puelches	Epiparaneano	Acuífero Puelches
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná
Formaciones Olivos, Mariano Boedo	Hipoparaneano	Acuitardo
Basamento Cristalino	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica II o Subregión Médano Invasor

Corresponde en su extensión a los afloramientos de la Formación Junín y aproximadamente se extiende desde la Cuenca del Río Salado al este, hacia el norte hasta la cuenca del Río Carcaraña, al oeste hasta aproximadamente el meridiano 63°30' y al sur hasta las Lagunas Encadenadas. Los principales acuíferos de esta región se caracterizan por la siguiente estratigrafía e hidroestratigrafía.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Formación Junín	Epiparaneano	Acuífero Libre S/D
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Sedimentos Pampeanos (Araucano)	Epiparaneano	Acuitardo
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná
Formación Olivos	Hipoparaneano	Acuitardo/Acuífugo
Basamento Cristalino ¹	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica III o Subregión Pampeana

Corresponde en su extensión a la zona de afloramiento de los Sedimentos Pampeanos, es un área muy extensa con áreas de diferentes características hidráulicas e hidroquímicas. Se extiende desde la Cuenca del Río Salado al noreste y este, hacia el sur hasta la costa Atlántica y al oeste hasta aproximadamente el meridiano 63°30'. Los principales acuíferos de esta región se caracterizan por la siguiente estratigrafía e hidroestratigrafía.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Sedimentos Pampeanos (Araucano)	Epiparaneano	Acuitardo
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná ?
Formación Olivos?	Hipoparaneano	Acuitardo/Acuífugo
Basamento Cristalino	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Al igual que en la Subregión II, la ausencia de perforaciones profundas dificultan el conocimiento de la sección Hipoparaneana. La sección Paraneana contendría el Acuífero Paraná, pero existen escasos datos sobre la misma. En el área interserrana que se halla comprendida entre las Sierras Septentrionales y las Australes, la profundidad del basamento cumplió la función de control en el desarrollo y la profundidad de las secciones acuíferas que puedan hallarse. El incremento en la profundidad del basamento cristalino que se registra a través de los datos de las perforaciones profundas de la región, en dirección NO-SE, ha permitido el desarrollo de una columna sedimentaria de mayor espesor hacia la costa atlántica.

Subregión Hidrogeológica IV o Subregión Médanos Costeros

Se extiende a lo largo de las costas de la Provincia de Buenos Aires desde San Clemente del Tuyú hasta Monte Hermoso con algunas interrupciones como en el área ente Mar del Plata y Miramar donde aflora las ortocuarcitas precámbrica (Formación La Tinta). Los principales acuíferos de esta región se caracterizan por la siguiente estratigrafía e hidroestratigrafía.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Formación Punta Médanos	Epiparaneano	Acuífero libre costero
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Sedimentos Pampeanos (Araucano)	Epiparaneano	Acuitardo
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná ?
Formación Olivos?	Hipoparaneano	Acuitardo
Basamento Cristalino	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica V o Subregión Sistema Termal Bahía Blanca

La cuenca de Bahía Blanca presenta características muy particulares dentro de la región ya que en ella se explota un sistema hidrotermal profundo (cuenca Cretácica del Colorado) con una extensión de aproximadamente 3000Km² (Bonorino, A. -1988-). Limitada hacia el noreste por el faldeo occidental de la Sierra de Ventania, al este por el Río Sauce Grande, al sudoeste por los afloramientos de rocas graníticas en la Prov. de La Pampa y al Sur por el Río Colorado.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Chasico/Belén	Epiparaneano	Acuitardo
Formación Barranca Final	Paraneano	Acuífero/Acuífugo
Formación Elvira/Ombucta	Hipoparaneano	Acuífero
Formación Pedro Luro	Hipoparaneano	Acuitardo
Formación Colorado	Hipoparaneano	Acuífero (Mb. Sup)
Formación Fortín	Hipoparaneano	Acuífugo
Basamento Cristalino o Metamorf. Pleoz.	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica VI o Subregión Periserrana de Tandilia

Comprende las zonas ubicadas al pié y en las cercanías de las Sierras Septentrionales o de Tandilia, alineadas en el sentido NO-SE casi desde el mar hasta la Sierra de la China (Olavarría).

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Sedimentos Pampeanos (Araucano)	Epiparaneano	Acuitardo
Basamento Cristalino y/o Metamorfitas Precambricas	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica VII o Subregión Periserrana de Ventania

Abarca los alrededores de la Sierra de Ventania al norte de la Cuenca de Bahía Blanca y al Sudoeste de la Subregión III. Se han podido diferenciar las 3 secciones hidrogeológicas típicas de la provincia a saber: Hipoparaniana, Paraniana y Epiparaniana. La sección Hipoparaniana contiene el acuífero principal confinado, con agua poco mineralizada, característico del área. La Sección Paraniana, de origen marino, con aguas fuertemente mineralizadas.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Sedimentos Pampeanos (Araucano)	Epiparaneano	Acuitardo
Metamorfitas Paleozoicas	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica VIII o Subregión Oriental Cordobesa

La región abarca el Centro y NW de Córdoba hasta aproximadamente entre los meridianos de 62° y 63° L.O. y los paralelos entre 33°30' y 34° S.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Puelches	Epiparaneano	Acuífero/Acuitardo
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero Paraná ?
Formación Arcillas Pardas	Hipoparaneano	Acuitardo
Formación Serra Geral ? ²	Basme. Hidrogeol	Acuífero/Acuífugo

Subregión Hidrogeológica IX o Subregión Sierra Chica Oriental

Esta área presenta en profundidad una estructura fallada de bloques del Basamento Cristalino, que originaron fosas y pilares. Sobre el mismo se hallan sedimentitas rojizas continentales (Mesozoicas?) con carbonato de calcio y yeso. Por encima se disponen los materiales sedimentarios marinos de la Formación Paraná (Mioceno) constituida por arcillitas verde y arenas. El límite occidental de esta unidad coincide con la línea Obispo Trejo - Arroyito - Carrilobo-, presentando un espesor de 60-80 metros. La Formación Santiago Temple, de origen continental sólo existe en el área occidental de la llanura (área pedemontana) siendo reemplazada lateralmente hacia el oeste por las Formaciones Paraná y Puelches. Está constituida por sedimentitas arcillo-limosas calcáreas de coloración rojiza y castaño y capas aisladas de arena gruesa y gravas presentando espesores variables entre 100 y 400 metros.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Actuales o Aluvio	Epiparaneano	Acuíferos Aluviales
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Santiago Temple	Epiparaneano	Acuífero/Acuitardo
Formación Saldan	Paraneano	Acuífero Paraná ?
Basamento Cristalino	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica X o Subregión Mesopotámica Septentrional

Comprende la zona central de la Provincia de Entre Ríos limitada al sur por el Delta del Paraná, al Norte por los Ríos Feliciano y Guayquiraró, hacia el oeste el río Uruguay y el Río Paraná al este.

La estratigrafía se presenta en base a diversos autores y la hidroestratigrafía que se propone se encuentra en revisión.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Formación Hernandarias y/o Tezanos Pintos	Epiparaneana	Acuitardo
Formación Ituizangó y/o Salto Chico	Epiparaneana	Acuífero Ituizangó
Formación Paraná ²	Paraneana	Acuífero Paraná
Formación Fray Bentos o Arroyo Avalos	Hipoparaneana	Acuitardo
Formación Puerto Yerúa o Mercedes	Hipoparaneana	Acuífero Mercedes (Ur)
Formación Serra Geral (Fracturada)	INTRABASALTICA	Acuífero Arapey (Ur.)
Formación Serra Geral	INTRABASALTICA	Acuífugo

La región se caracteriza de otras en que el control estructural adquiere mayor importancia sobre el comportamiento hidráulica e hidroquímico de los acuíferos. Para Filí y Tujchneider, (1977) este control de las estructuras de profundidad es verificable en el Arroyo Feliciano y muy posiblemente en los principales cursos fluviales de la provincia de Entre Ríos. Además se conoce la influencia de las variaciones estratigráficas sobre la geohidrología de los acuíferos en esta región.

Subregión Hidrogeológica XI o Subregión Sistema Termal Mesopotámico

Comprendería la franja NNE-SSO limitada por el Río Uruguay al Este, los Ríos Gualeguaychú al Sur y oeste, y los afloramientos de la Formación Serra Geral en la Mesopotamia Argentina al norte. El Sistema Termal (Silva Busso, 1997), esta comprendido en la Secciones Intrabasáltica e Infrabasáltica características de esta subregión.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Formación Serra Geral (Mbo. Solari)	Intrabasáltica	Acuífero Solari
Formación Botucatú	Infrabasáltica	Acuífero Botucatú
Formación Primario	Infrabasáltica	Acuitardo
Formaciones Yaguari, Ascensio y Guichón	Infrabasáltica	Acuitardo
Sedimentos paleozoicos	Basamento Hidrogeo.	Acuífugo
Basamento Cristalino	Basamento Hidrogeo	Acuífugo

Subregión Hidrogeológica XII o Subregión Pampeana Deprimida

Esta subregión queda limitada al este por el Océano Atlántico, al norte por el Estuario del Plata y al oeste y sur por el límite de la transgresión marina reciente o Querandino. Se corresponde a la cuenca inferior del Río Salado y es frecuente encontrar áreas de características similares en los

ríos y arroyos de noroeste de Buenos Aires que desembocan en el Estuario del Plata (Reconquista, Matanza Riachuelo, Luján, etc.), aunque en ese caso la Formación Olivos apoya sobre le Basamento Cristalino.

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Formación Querandí	Epiparaneano	Acuitardo/Acuífero
Sedimentos Pampeanos	Epiparaneano	Acuífero Pampeano
Formación Puelches	Epiparaneano	Acuitardo
Formación Paraná	Paraneano	Acuífero
Formación Olivos	Hipoparaneano	Acuitardo/Acuífugo
Formación Las Chilcas (Pedro Luro?)	Hipoparaneano	?
Formación Belgrano (Colorado?)	Hipoparaneano	?
Formación Fortín y Río Salado	Hipoparaneano	?
Basamento Cristalino .	Basme. Hidrogeol	Acuífugo

Subregiones Hidrogeológicas Propuestas y su distribución geográfica

Las Subregiones propuestas se localizan aproximadamente como muestra el mapa de la figura 2



Figura 2. Mapa de las Subregiones Hidrogeológicas propuesto

Los límites propuestos tomados en base a la estratigrafía que se detalla en la bibliografía y la litología descrita en la captaciones revisadas (Santa Cruz y Silva Busso, 1996) no constituyen límites fijos y están aún en revisión, pero pueden considerarse lo suficientemente representativas en esta fase de estudio.

EASNE, (1972);Sala, (1975)	Sala, (1983), Bonorino, (1988)	Santa Cruz y Silva, 1999
Epipelches	Epiparaneana	Sección Suprabasaltica
Puelches		
Hipopuelches	Paraneana	
	Hipoparaneana	Sección Intrabasaltica
		Sección Infrabasaltica

Hydrostratigrafía general Integrada para el área de estudio

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Araujo L., Franca, A. Potter, P., 1995. Acuífero Gigante del Mercosur (Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay). Mapas Hidrogeológicos de las Formaciones Botucatu, Piramboia, Rio do Sul, Buena Vista, Misiones y Tacurembó. UFPR-PETROBRAS.

Auge, M. P. y Hernández, M., 1983. "Características geohidrológicas de un acuífero semi confinado (Puelche) en la Llanura Bonaerense. Su implicancia en el ciclo hidrológico de las llanuras dilatadas" Hidrogeología de las Grandes Llanuras, Actas del Coloquio de Olavarría. II 1019:1042, UNESCO-CANAPHI, Buenos Aires.

Bonorino, A. 1988. Geohidrología del Sistema Hidrotermal Profundo de la región de Bahía Blanca, Tesis Doctoral, Dpto de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca , Argentina

CFI, 1990. Evaluación del Recurso Hídrico Subterráneo del la Región Costera Atlántica, Región I: Punta Rasa-Punta Médanos. Informe Final. Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Buenos Aires. (Inédito)

EASNE, 1972. Estudio de Aguas Subterráneas del Noreste de la Prov de Buenos Aires. Consejo Federal de Inversiones, Provincia de Buenos Aires, Fernández Garracino, C., 1990. La sucesión estratigráfica del pozo YPF Nogoyá 1, Provincia de Entre Ríos, Argentina. Tercera Reunión Argentina de Sedimentología Actas: 125-129, San Juan.

Fernández Garracino, C., 1994. Contribución al Conocimiento de la Provincia de Misiones, Argentina. Algunas posibilidades exploratorias. Boletín de informaciones petroleras, tercera época, Buenos Aires

Fili, M. y Tujchneider, O. 1977- "Investigaciones Geohidrológicas en la Provincia de Entre Ríos" temas Actuales de la Hidrología Subterránea- Univ. Nac. Mar del Plata- CFI

Herbst, R., J. Santa Cruz, 1985. Mapa Litoestratigráfico de la Provincia de Corrientes. Universidad Nacional del Nordeste, d'Orbignyana 2: 1-50, Corrientes

Hernández, M.A. 1975. "Efectos de la Sobreexplotación de aguas subterráneas en el Gran Buenos Aires y alrededores. Rep. Argentina". II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica.

La geología en el Desarrollo de los Pueblos. Hernández, M.A, 1978. "Reconocimiento Hidrodinámico e hidroquímico de la interfase Agua Dulce-Agua Salada en las aguas subterráneas del estuario del Plata". (Partidos de Quilmes y Berazategui, Buenos Aires). VII Congreso Geológico Argentino, Neuquén , Actas II: 273-285.

INCyTH, 1991. Mapa Hidrogeológico de la República Argentina (escala 1:2500000), Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas Hídricas, OSP, PHI-UNESCO, Argentina.

Iriondo, M., 1980. El cuternario de Entre Ríos, Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral, n°11, p.:125-141, Santa Fe, Argentina.

Montaño Carrion , R. 1990. Optimización de la Explotación del Sistema Acuífero Jurásico Triásico Tacurembó- Buena Vista. 6 Congreso Brasileño de Aguas Subterráneas, ABAS, ANAIS: 180-198.

Padula, E. y A. Mingramm 1968. Estratigrafía, distribución y cuadro geotectónico-sedimentario del "Triásico" en el subsuelo de la llanura Chaco-Paranense. 3as. Jornadas Geológicas Argentinas Actas 1: 291-331, Buenos Aires.

Sala, J. M. (1975). "Recursos Hídricos, Especial Mención de las Aguas Subterráneas" Relatorio Geología de la Pcia. de Buenos Aires. IV Congreso Geológico Arg. pp. 169 - 193 Bs. As. Sala, J. M.; González, N. y Kruse, E. (1983) - "Generalización Hidrológica de la Provincia de Bs. As. -" Coloquio Internacional Sobre Hidrología de Grandes Llanuras. Comité Nacional para el Programa Hidrológico Internacional, Olavarría, Argentina.

Sala, J. M. y Auge, M. (1970)- "Algunas Características Geohidrológicas del Noreste de la Prov. de Bs. As." Actas IV Jorn. Geol. Arg. 321-336. Bs. As.

Santa Cruz, J., 1972a. Geología al Este de la Sierra Chica (Córdoba). Valle del Río Primero. Asociación Geológica de Córdoba Boletín 1: 102-109, Córdoba

Santa Cruz, J., 1972b. Estudio sedimentológico de la Formación Puelches en la provincia de Buenos Aires. Asociación Geológica Argentina Revista 27(1): 5-62, Buenos Aires

Santa Cruz J. N, 1993 Aspectos e Hidrogeológicos e Interpretación de una Nueva Caracterización Formacional de la Subyacencia del Acuífero Puelches. Seminario Hispano-Argentino, Mar del Plata, Argentina. Pag 261-272..

Santa Cruz, J. y Silva Busso, A., 1996. Disponibilidad del Agua Subterránea para Riego Complementario en las Provincias de Buenos Aires, Entre Ríos, Córdoba y Santa Fé, PROSAP, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Argentina (Inédito)

Silva Busso, A. 1997. Estratigrafía y Correlación de los Niveles Mesozoicos de las Captaciones de Agua Termal de la Región Mesopotámica Argentina y Litoral Uruguayo, Congreso Internacional Sobre Aguas, apartado 2-3, UBA, UNESCO, Buenos Aires, Argentina.

Teruggi, M. E., 1955. Los basaltos tholeiíticos de Misiones. Universidad Nacional de La Plata, Museo de La Plata Notas 18 (Geología 70): 259-278, La Plata

Tófaló, O., 1986c. Petrología y diagénesis de secuencias terciarias de la Mesopotamia centrooriental. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Boletín Sedimentológico 3(1-2): 1-14, Tucumán

Zambrano, J., 1980. Comarca de la Cuenca Cretácica del Colorado. Geología regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias. Córdoba. Pg. 1033-1070.