

VII Congreso Argentino
de Hidrogeología



V Seminario Hispano Latinoamericano
sobre temas actuales
de la **Hidrología**
Subterránea

Octubre | 2011
Salta Argentina

Compiladores | Rodolfo Fernando García | María Verónica Rocha Fasola

Hidrogeología Regional y Exploración Hidrogeológica

**“El acceso al agua potable
y al saneamiento:
un derecho humano universal”**

Organizado por:

Cátedra de Hidrogeología de la Universidad Nacional de Salta
Asociación Internacional de Hidrogeólogos - Grupo Argentino

CRITERIOS HIDROGEOLÓGICOS APLICADOS EN UN SECTOR DE LA REGIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL NORESTE DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Trovatto, María Marta ⁽¹⁾; Álvarez, María del Pilar ⁽¹⁾; Solero, Claudia ⁽¹⁾; Hernández, Mario Alberto ⁽¹⁾ y González, Nilda ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Cátedra de Hidrogeología. 60 y 122. FCNyM. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
Email: m.trovatto@hotmail.com

Resumen

Se presenta la aplicación de criterios hidrogeológicos, en un sector del Noreste bonaerense integrado por los municipios de La Plata, Berisso, Ensenada, Brandsen y Punta Indio (Consortio Región Capital), establecidos para la selección de un sitio de disposición final (SDF), en el marco del Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Se comentan, a su vez, los avances alcanzados en la gestión, luego de someter el Proyecto a diversas instancias de evaluación con participación activa de la sociedad. Con base en la síntesis del diagnóstico del medio subterráneo y, en los criterios hidrogeológicos, se realiza una valoración comparativa de los diferentes SDF propuestos. Como resultante de la combinación de aptitudes extremas se reconoce la ausencia de sitios que cumplan favorablemente con todos los requisitos. Con respecto a los sitios UNLP y Consortio RC, las limitaciones en sus aptitudes se vinculan con las áreas de recarga, y la profundidad del nivel freático. Por lo expuesto, la instalación de un SDF en la región requiere de una solución ingenieril adecuada, tanto en sitios con niveles freáticos someros asociados a zonas de descarga regional y local como en aquellos con profundidades mayores en zonas de recarga. Se concluye en la necesidad y valoración de estudios hidrogeológicos, el establecimiento de condiciones de exclusión y limitantes en la definición de criterios tendientes a la preservación del recurso hídrico subterráneo, aplicables en el contexto de planes de gestión de RSU con enfoque regional.

Palabras claves: Hidrogeología ambiental-criterios hidrogeológicos-residuos urbanos-escala regional.

Abstract

It present the application of hydrogeological criteria in a Buenos Aires Northeast sector composed of municipalities of La Plata, Berisso, Ensenada, Brandsen and Punta Indio (Capital Region Consortium), established for the selection of a disposal site, within the framework of the Integrated Management Plan of Municipal Solid Waste (MSW) are presented. We discuss, in turn, the progress made in managing the project after submitting to various instances of evaluation with active participation of society. Based on the synthesis of the assessment of the underground, and hydrogeological criteria, perform a comparative assessment of different proposed SDF. As a result of the combination of extreme aptitude recognized the lack of favorable sites that meet all requirements. With respect to UNLP and Consortium RC sites, limitations in their aptitude are related to recharge areas, and depth of the water table. For these reasons, the installation of a SDF in the region requires adequate engineering solution, both in sites with shallow groundwater levels drop zones associated with regional and local levels as those with greater depths to water table recharge areas. It concludes on the need and appreciation of hydrogeological studies, the establishment of conditions of exclusion and limiting the definition of criteria aimed at preserving the groundwater resource, applicable within the framework of MSW management plans with a regional approach.

Keywords: Environmental hydrogeology – hydrogeological criteria – municipal waste – regional scale.

INTRODUCCIÓN

La presente contribución surge como resultado de las tareas llevadas a cabo por la Cátedra de Hidrogeología de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) en el marco del convenio establecido entre el Consorcio Región Capital (conformado por los municipios de La Plata, Berisso, Ensenada, Brandsen y Punta Indio, ver Figura 1), y las universidades UNLP y Tecnológica Nacional Regional La Plata, con el objeto de formular un Plan para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) de la Región Capital (RC).

En la elaboración del Plan participó un equipo interdisciplinario, dentro del cual los autores desarrollaron la temática geohidrológica para establecer, en primer lugar, undiagnóstico del medio físico subterráneo y luego, con el marco normativo vigente, definir los criterios hidrogeológicos a aplicar en la delimitación de zonas de exclusión y sitios de intervención potencial. Al término del año 2009, el plan de UNLP fue presentado ante el Consorcio RC, sometiéndolo a diversas instancias de evaluación con participación activa de la sociedad (ONG's y vecinos).

Los avances alcanzados en la gestión se vinculan con la sanción de la ordenanza N° 10661/09 "Basura Cero", y con la preparación del pliego de licitación nacional e internacional para adjudicar la construcción de la planta de tratamiento de RSU, impulsada por la Agencia Ambiental (Municipio de La Plata).

La UNLP fue consultada para la revisión del pliego, expresando su opinión favorable a través de un documento. En el año 2011, en respuesta a los requerimientos judiciales de la Corte Suprema de la provincia, la gestión del Consorcio, con apoyo del ejecutivo provincial, dió paso a la definición del sitio de disposición final (SDF). Por ser el Municipio de La Plata el mayor generador de residuos, el Consorcio seleccionó zonas de intervención dentro de dicho partido (Poblet, Etcheverry, Abasto), las cuales fueron rechazadas por los vecinos de las localidades mencionadas. En consecuencia, definió un nuevo sitio, dentro del Municipio de Ensenada, diferente a los sugeridos por UNLP.

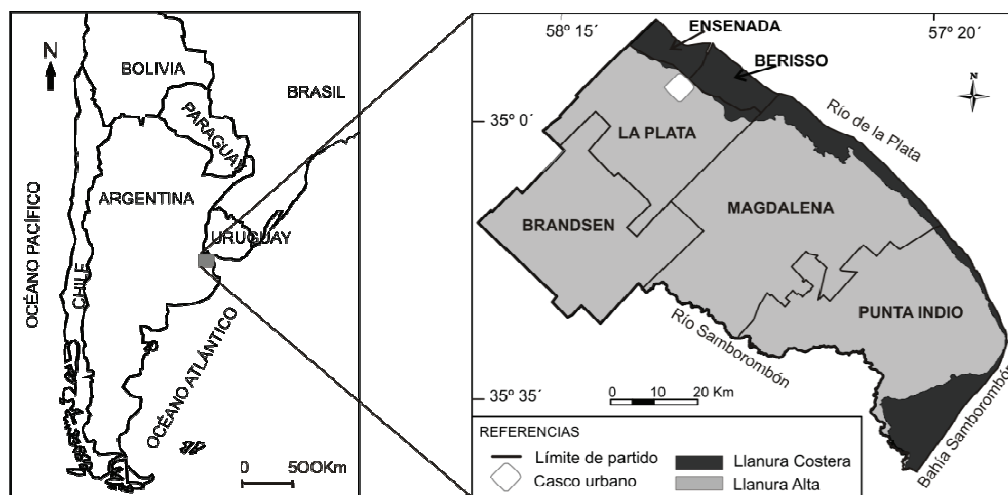


Figura 1: Mapa de ubicación y unidades geomorfológicas mayores.

Es el objetivo del presente trabajo mostrar, en base a una síntesis de los resultados obtenidos por el grupo (Trovato et al., 2010), la valoración comparativa desde el aspecto estrictamente hidrogeológico, de los SDF propuestos en las diversas instancias.

METODOLOGÍA

Se realizó un seguimiento de la gestión del Consorcio, con el objeto de verificar la aplicación del plan propuesto, y de conocer la ubicación definitiva del SDF. Luego del anuncio del sitio seleccionado por el Consorcio RC, se utilizó como herramienta de valoración la caracterización del medio (hidrometeorológica, geológica, geomorfológica, hidrogeológica regional y vulnerabilidad del acuífero freático) y la tabla de criterios hidrogeológicos definida por el grupo (Trovatto et al., 2010). En el análisis se tuvieron en cuenta los criterios hidrogeológicos no excluyentes, considerando por un lado, la combinación de aptitudes extremas (casos hipotéticos), y por el otro la aptitud de los sitios propuestos por el consorcio y por la UNLP.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR

El área de estudio abarca 3900 km², en un ambiente de llanura al Noreste de la Provincia de Buenos Aires, con límites naturales dados por el río de la Plata al N-NE, Bahía Samborombón al SE y el río Samborombón al S-SW, y políticos al W y NW (Figura 1).

De un total de 830 mil habitantes, el 96% se localiza en La Plata, Berisso y Ensenada, y el 4 % restante en Brandsen y Punta Indio. En la primera, predomina la actividad administrativa y universitaria, seguida de las productivas primarias y secundarias, mientras que la industrial se concentra en Ensenada, y la agropecuaria en los partidos de Brandsen y Punta Indio. La generación de Residuos Sólidos Urbanos en la RC es del orden de 780 ton/día, y el actual sitio de disposición final, ubicado en el partido de Ensenada, ha alcanzado su límite receptivo.

Con clima subhúmedo-húmedo mesotermal, la precipitación modular anual (1909-2007) en la región es de 1042 mm, registrada en la estación La Plata Observatorio, con evapotranspiración real de 799 mm/año, y excesos hídricos del orden de 243 mm anuales.

Las unidades geomorfológicas mayores son la Llanura Costera del río de la Plata y la Llanura Alta (Cavallotto, 1995), Figura 1. La primera ocupa una franja litoral en los partidos de Ensenada, Berisso y Punta Indio, extendiéndose entre la cota de 5 m snm y la costa del río de la Plata. Presenta relieve plano a plano-cóncavo, con pendientes inferiores a 0,03 %, y sectores deprimidos con diseño de drenaje anárquico (UNLP, 2009).

La *Llanura Alta* comprende la mayor parte del área de estudio, donde se destaca un interfluvio principal, con rumbo aproximado NW-SE, descendiendo desde una altura máxima de 30 m snm. De relieve plano, actúa como divisoria de aguas entre las dos vertientes principales de la región: río de la Plata hacia el N, y margen izquierda del río Samborombón, hacia el S. Los arroyos muestran un rumbo general de escurrimiento SW - NE, drenando al río de la Plata. La vertiente del río Samborombón presenta numerosos cursos que drenan por su margen izquierda hacia la bahía homónima (Figura 2).

Existe otra geoforma (Cordones conchiles), asociada al margen litoral del río de la Plata y de la bahía, que si bien es de distribución restringida, resulta relevante en la evaluación de la vulnerabilidad, por su alta permeabilidad.

De acuerdo a González (2005), se presenta en la Tabla 1 el sistema geohidrológico regional, donde las unidades geológicas de importancia contienen el acuífero freático más semilibre y el semiconfinado, el primero por su directa vinculación con el ciclo exógeno y la localización del SDF, y el segundo por ser fuente principal de abastecimiento público.

Tabla 1: Sistema Geohidrológico (González, 2005).

Unidad geológica	Litología	Comportamiento Hidrológico
Pospampeano + Pampeano	Limos, arenas, limos arcillosos, Conchillas	Zona No-Saturada Acuífero (freático)
Pampeano	Limos loessoides, limos finamente arenosos, calcáreos	Acuífero (freático) Acuífero (semilibre)
Pampeano (inferior)	Limos arcillosos, Arcillas limosas	Acuitardo
F. Arenas Puelches	Arenas medianas a finas, ocasionalmente gruesas	Acuífero (semiconfinado)
F. Paraná (superior) F. Paraná (inferior)	Arcillas verdes, verdes azuladas Arenas medianas a finas, marinas	Acuífero (confinado)
F. Olivos (superior) F. Olivos (inferior)	Arcillas rojizas Arenas medianas, gravas basales	Acuífero (confinado)
Basamento hidrogeológico	Basaltos Granitos y gneises	Acuífugo

Con respecto al diagnóstico del medio subterráneo, se muestra en la Figura 2 una síntesis del mismo, a través de los mapas de espesor de la Zona No Saturada (ZNS), red de flujo, salinidad y vulnerabilidad del acuífero freático.

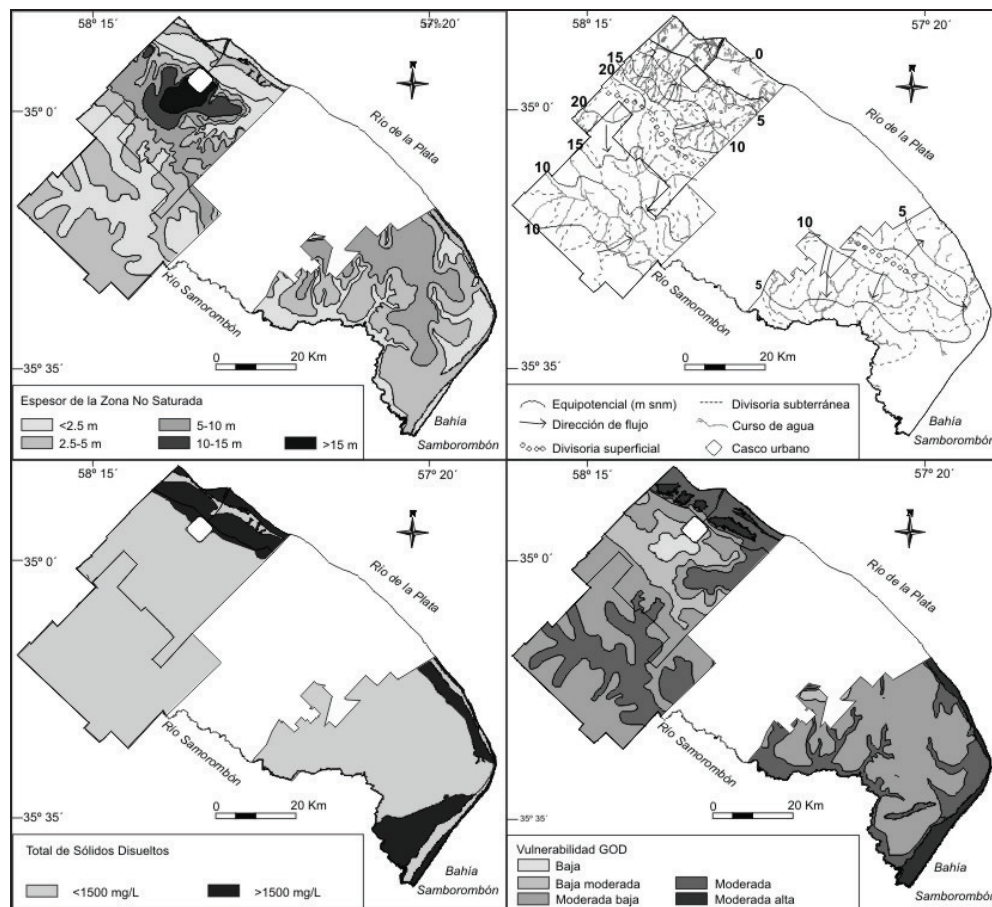


Figura 2: Mapas de Espesor de ZNS. Red de flujo, Salinidad y Vulnerabilidad del acuífero freático.

Los mayores espesores de la ZNS se corresponden con las divisorias superficiales, especialmente la que separa el tributo fluvial al río de la Plata de la que concurre al río Samborombón, mientras que, las menores profundidades se relacionan con las planicies aluviales del río Samborombón y sus tributarios, y de los cursos que desaguan en el río de la Plata, y en su llanura aluvial. Las profundidades máximas, en los rangos 10 m – 15 m y > 15 m, coinciden con el ápice del cono de depresión del acuífero Puelche y su entorno.

En la red de flujo las curvas mayores configuran la zona de recarga principal (dentro de un panorama de recarga regional autóctona y directa), desde donde el flujo se dirige hacia los ríos de la Plata y Samborombón (de comportamiento efluente). Cabe aclarar que existe una recarga local asociada a los cordones de conchillas ubicados sobre el borde litoral (no diferenciable a la escala de mapeo). La descarga se produce de modo regional, hacia los mencionados ríos y localmente hacia los cursos menores, además de la local antrópica, reflejada en la curva equipotencial de 0 m, producto de la influencia del cono de depresión del acuífero Puelche subyacente, generado por la extracción para el servicio público en la capital provincial.

Se puede expresar que, por tratarse de una región húmeda, presenta importantes fluctuaciones del nivel freático en las zonas de recarga asociadas con los mayores espesores de la ZNS. Por el contrario, en las áreas de descarga, local y regional, la variación es mínima, determinando una capacidad de almacenaje subterráneo reducida (afloramiento de la superficie freática o al menos de la franja capilar adosada), con posibilidad de recarga rechazada durante episodios de gran disponibilidad de agua (Hernández, 2001).

La salinidad se expresa a través del Total de Sólidos Disueltos (TSD), definiendo dos zonas, una lindante al río de la Plata (Llanura Costera) y de la bahía Samborombón, con tenores >1500 mg/l, y otra sobre el resto del área (Llanura Alta) con concentración < 1500 mg/l.

La vulnerabilidad GOD (Foster e Hirata, 1987) del acuífero freático muestra un predominio regional de áreas calificadas como Baja-Moderada y Moderada-Baja, mientras que las de tipo Moderada surgen en la Llanura Costera del río de la Plata, áreas aledañas al río Samborombón y planicies de inundación de arroyos. El extremo Moderada – Alta se localiza en sectores coincidentes con los bañados y los cordones de conchilla y, el extremo Baja, se sitúa en una zona donde la influencia decisiva es el abatimiento del nivel de agua subterránea, por efecto de la extracción para abastecimiento público dentro del partido de La Plata.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta y describe a continuación, la Tabla 2 de Criterios geohidrológicos utilizada en la evaluación de los Sitios de Disposición Final. En ella se distingue entre criterios Excluyentes y No Excluyentes, y asigna a estos últimos una aptitud alta, media o baja a cada categoría.

Los Excluyentes comprenden las áreas de recarga preferencial (cordones de conchilla) y las distancias a los pozos de abastecimiento público e hidroformas asociadas (conos de depresión), cuyo común denominador se asocia con áreas afectadas para suministro público.

Dentro de los cinco criterios de carácter No Excluyente, el Número de cuencas superficiales afectadas y la Calidad de agua del acuífero freático no son citados en ninguna normativa. El primero, limita el alcance de una eventual filtración al medio subterráneo (mayor aptitud para una sola cuenca), mientras que el segundo resguarda las áreas con

mejor calidad basadas en el TSD (1500 mg/l, normado en el Código Alimentario Argentino). Los tres criterios restantes, están basados en las respectivas normativas, diferenciando la aptitud en relación al predominio de uno u otro fenómeno (recarga – circulación - descarga), a la profundidad del acuífero freático e influencia del espesor de la ZNS (mayor aptitud en profundidad > 5 m) y al distanciamiento de 1000 m para pozos particulares.

Tabla 2: Criterios geohidrológicos (Trovatto et al 2010).

	Criterio	Categorías	Aptitud	Normativa
Excluyente	Área de recarga preferencial (cordones de conchilla)			Art.13. Ley 13592/06
	Distancia al borde del cono de depresión regional actual	< 100 m		
	Distancia a pozos abastecimiento público	<1.000m		
No Excluyente	N° de cuencas superficiales afectadas	1	alta	Art.13. Ley 13592/06
		2	media	
		>2	baja	
No Excluyente	Áreas con predominio de Recarga-Conducción-Descarga	Conducción	media	Art.13. Ley 13592/06
		Descarga	alta	
		Recarga	baja	
No Excluyente	Profundidad nivel freático	> 5m	alta	Res. SPA 1143/02 y Ley 25.916/04
		entre 0,5 y 5 m	media	
		<0,5m	baja	
No Excluyente	Distancia a pozos particulares	>1.000m	media / alta	Art.13. Ley 13592/06
		<1.000m	baja	
		Calidad de agua del acuífero freático	> 1500 mg/l	
< 1500 mg/l	baja			

Sobre la base de los criterios No Excluyentes, se muestran en la Tabla 3 dos casos hipotéticos (Tipo I y II) obtenidos a partir de la combinación de aptitudes extremas, los sitios propuestos por UNLP y, el seleccionado por el Consorcio (RC). A fin de facilitar la comparación, se asignó un puntaje igual a 2 a cada criterio individual valorado con Aptitud Alta (A: Aptitud Alta = 2), e igual 1 a los de Aptitud Baja (B: Aptitud Baja = 1), de modo de obtener una calificación numérica final, producto de la suma de los puntajes individuales, donde el valor 10 representa la máxima calificación y 5 la mínima.

Tabla 3: Valoración de los SDF.

Casos	N° de Cuencas afectadas	Áreas con predominio de Recarga-Conducción-Descarga	Profundidad Nivel Freático	Distancia a pozos particulares	Calidad de agua del acuífero	Aptitud
Tipo I	1 (A)	Descarga (A)	> 5 m (A)	> 1000 m (A)	> 1500 mg/l (A)	5 *A = 10
Tipo II	> 2 (B)	Recarga (B)	< 0.5 m (B)	< 1000 m (B)	< 1500 mg/l (B)	5 *B = 5
Informe UNLP	1 (A)	Recarga (B)	> 5 m (A)	> 1000 m (A)	< 1500 mg/l (B)	3*A+2*B=6
Ensenada	1 (A)	Descarga (A)	< 0.5 m (B)	> 1000 m (A)	> 1500 mg/l (A)	4*A+1*B=8

En relación a los casos hipotéticos, el Tipo I o de Aptitud Alta (Aptitud = 10), no se encuentra presente en la región, siendo la principal limitante de su existencia la profundidad del nivel freático ya que todas las otras condiciones se cumplirían en la llanura costera pero los espesores de ZNS no superan los 0,5 m. La situación Tipo II o de Aptitud Baja, tampoco se halla en la zona debido a que las áreas de recarga poseen profundidades mayores a 0,5 m.

Entre estos dos extremos se ubican los sitios propuestos por UNLP y, el seleccionado por el Consorcio RC. Los primeros alcanzan una calificación = 6 no logrando la máxima por tratarse de una zona de recarga y consecuentemente poseer agua de buena calidad. Por su parte, en el definido por el Consorcio RC, la puntuación obtenida es la mayor para la región (Aptitud = 8), ya que, tal como se menciona en el párrafo anterior, la condición de nivel freático > 5m no se cumple, en combinación con las otras condiciones dentro del área de evaluación.

Es posible advertir una situación contrapuesta en relación a los condicionantes “descarga” y “profundidad de niveles > 0,5 m”, ya que sobre la geoforma Llanura costera, unidad que representa la zona de descarga regional, el espesor de la ZNS no supera los 2,5 m (Figura 2), salvo en los sitios donde se encuentran los cordones de conchilla, que por su parte son condicionantes excluyentes (áreas de recarga preferencial).

CONCLUSIONES

En base a la utilización de la tabla de criterios hidrogeológicos, fue posible la comparación de diferentes situaciones frente a la localización de un Sitio de Disposición Final de RSU.

Dentro de los criterios no excluyentes adquieren importancia los vinculados al área de recarga y a la profundidad del nivel freático, con aptitudes opuestas establecidas para cada una de ellas.

Se reconoce el carácter relevante del proceso de recarga, debido a su predominio sobre toda la Llanura Alta, con influencia de movimientos verticales sobre subhorizontales (característicos de la dinámica subterránea en ambientes llanos), donde prevalece la lentitud natural del flujo y aguas de buena calidad

Con la combinación de aptitudes extremas (Alta o Tipo I y Baja o Tipo II), no se localizan en la región sitios que cumplan favorablemente con todos los requisitos No excluyentes.

En el análisis de los sitios UNLP y Ensenada, la mejor valoración fue obtenida por este último, seguida por la UNLP. Dadas estas circunstancias, y con el objeto de preservar el recurso hídrico subterráneo resulta de suma importancia recurrir a una adecuada solución ingenieril en la instalación de un SDF, ya sea tanto en sitios con niveles freáticos someros asociados a zonas de descarga regional y local como en aquellos con profundidades superiores a 5 m (zonas de recarga).

Se concluye en señalar la necesidad y valoración de los estudios hidrogeológicos, el establecimiento de condiciones de exclusión y limitantes en la definición de criterios, la profundización en el estudio de los elementos diagnósticos a escala de detalle, aplicables en el contexto de planes de gestión de RSU con enfoque regional, tendientes a proteger la fuente de abastecimiento de agua subterránea.

REFERENCIAS

- Cavallotto, J. L.**, 1995. Evolución geomorfológica de la llanura costera ubicada en el margen sur del río de la Plata. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. La Plata, Argentina (inédito).
- Código Alimentario Argentino**, 2007. Capítulo XII, Bebidas Hídricas, Agua, y Agua Gasificada, Art. 982 AGUA POTABLE. Resol. Conjunta 68/2007 SPRRS y 196/2007.
- Foster, S. y R. Hirata.**, 1987. Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Centro Panam. Ing. Sanit y Cs. Ambiente. CEPIS. Lima, Perú.

- González, N.**, 2005. Los ambientes hidrogeológicos de la provincia de Buenos Aires. En: De Barrio, R. E., Etcheverry, O., Caballé, M. F., y Llambías, E., (edit.). Geología y Recursos Minerales de la Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino. Cap.XXII: 359–374. La Plata, Argentina.
- Hernández, M. A.** 2001. La importancia de la zona no saturada en la hidrología de llanuras. Anales Acad. Nc. De Cs. Ex., Fís. y Nat., (53):73 – 82.
- Ley Nacional 25916**, Gestión de residuos domiciliarios. (BO Sep/2004).
- Ley Provincial 13592**, Gestión integral de residuos sólidos urbanos. (BO 20/Dic/2006).
- Ordenanza 10661/09**. Basura Cero. Municipalidad de La Plata.
- Secretaría de Política Ambiental. Res. N° 1143**. Disposición de residuos sólidos urbanos en rellenos sanitarios. Anexo I. 13/08/2002.
- Trovatto, M. M., Álvarez, M. Pilar., Solero, C., Hernández, M. A., González, N.**, 2010. Aplicación de criterios hidrogeológicos en la definición de un sitio de disposición final, Provincia de Buenos Aires. Argentina. X Congreso Latinoamericano de Hidrología Subterránea. Caracas, Venezuela.
- UNLP**, 2009. Plan de gestión integral de residuos sólidos urbanos (RSU) para el Consorcio Región Capital. Informe Dimensión Medio Natural. Convenio UNLP-MLP. La Plata, Argentina (inédito).