

## **ASPECTOS GEOAMBIENTALES DE TANDIL – VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO FREÁTICO Y SUS IMPLICANCIAS AMBIENTALES**

Luis M. Giaconi – Cátedra de Geología Aplicada, FCNyM – UNLP - [lmgiaconi@gmail.com](mailto:lmgiaconi@gmail.com)

El presente resumen trata sobre alguno de los aspectos de interés geológico ambiental dentro del marco de la geología urbana y el ordenamiento territorial detectados durante el desarrollo de estudios que se realizan en la ciudad de Tandil, Provincia de Buenos Aires, sobre una superficie aprox. de 60 km<sup>2</sup> y una población de 120000 habitantes.

Una brevísima descripción de la geología del área destaca la presencia de un frente serrano, de manifiesta magnitud topográfica, compuesto por rocas de composición granítica del Precámbrico en estructura de Horsts y Grabens. El Basamento Cristalino presenta bloques fracturados por fallas directas de alto ángulo con fuertes rechazos verticales y rumbos dominantes E-O, NE-SO y NO-SE. Este cuadro domina el sistema estructural. La Orogenia Andina reactivó viejos planos estructurales y, por lo tanto, es la estructura del Basamento la que determina una geomorfología caracterizada por sierras, cerros y amplios valles. Las corrientes de agua fueron agentes erosivos muy importantes que actuaron en esas zonas de debilidad originando redes de drenaje de tipo consecuente (Teruggi, et al. 1980).

En el área proximal del frente serrano el sistema de valles que se produjo durante el levantamiento de las sierras quedó posteriormente subyaciendo a los depósitos eólicos del Pampeano, que cubrieron “tapizando” toda la región constituyendo la actual topografía de suaves lomadas, y los depósitos del Postpampeano circunscriptos mayormente a los depósitos fluviales, en los cuales se desarrollan los cursos actuales, y a depósitos arenosos algo gravosos de escasa dimensión para el ámbito específico.

Se distingue a) un área serrana con pendientes del 3,6 % y b) un área periserrana de pendientes intermedias y de llanura de muy baja pendiente regional. En el área serrana, el relieve se encuentra elaborado sobre rocas ígneas, metamórficas y de mezcla del Complejo Buenos Aires del Precámbrico, en tanto que en el área periserrana y de llanura el relieve se elabora en sedimentos y sedimentitas del Cenozoico Superior integrantes de Sedimentos Pampeanos y Postpampeanos, estos últimos de escaso espesor relativo.

En el área de estudio, el marco hidrogeológico está constituido por un medio poroso clástico superior de escaso espesor, altamente permeable (sedimentos fluviales gruesos del Postpampeano en cabeceras) a medianamente permeable (sedimentos finos con presencia de “tosca” del Pampeano y sedimentos fluviales finos del Postpampeano) al cual subyace un medio rocoso fisurado (Basamento Cristalino) que se comporta como hidroapoyo o basamento hidrogeológico del sistema. El basamento Cristalino está conformado por rocas acuífugas. Tienen la propiedad hidráulica de no poseer permeabilidad primaria. La permeabilidad secundaria, por fracturación, está restringida preferentemente a los niveles superiores liberados de la presión litostática.

La red de drenaje actual, posterior a la depositación de los sedimentos clásticos eólicos, se implantó sobre un diseño anterior, aunque sus características en cuanto a las dimensiones son reducidas si se las compara con el tamaño de los valles, teniendo en cuenta, además, que la búsqueda de los niveles de base en la actualidad se desarrollan, en cabeceras, sobre las rocas cristalinas del Basamento Precámbrico (medio fisurado) o bien sobre sedimentos más modernos (medio poroso clástico) del Pampeano y Postpampeano (Terciario Superior - Cuaternario). El arroyo Langueyú es la máxima expresión fluvial siendo su origen la confluencia de los arroyos del Fuerte y Blanco provenientes de pequeñas subcuencas.

Los dominios edáficos presentes en el área se circunscriben a la presencia dominante de suelos arguidoles en la subunidad geomórfica de piedemonte y loess sobre roca dentro de la unidad geomórfica de las sierras, y de suelos natracuales y hapludoles pertenecientes a la subunidad plano cóncavo y limos y arcillas dentro de la unidad geomórfica llanura, bajo un clima subhúmedo- húmedo con precipitaciones anuales de 860 mm que determinan una recarga local y directa del acuífero clástico freático.

La caracterización descripta coadyuva a la presencia de una zona no saturada (ZNS) o subsaturada o de aireación de escasa potencia sobre la cual se implanta el sistema antrópico urbano, suburbano y rural, de alta complejidad ambiental. Dicha complejidad determina la potencial presencia de elementos contaminantes en los suelos y el agua subterránea. En esta última, la contaminación es la alteración de las propiedades físicas, químicas y/o biológicas por la acción de procesos naturales o

artificiales que producen resultados indeseables, pudiendo ser natural y/o artificial y esta última, directa o inducida.

Las mediciones realizadas del nivel estático del acuífero freático, durante un ciclo hidrológico en monitores distribuidos por toda el área de interés mediante censo, determinan la presencia de dos áreas generales: a) profundidades entre 5 y 15 m. a mayores (mayormente en el área periserrana) y b) profundidades menores 5 m. (mayormente en el área de llanura), siendo sus permeabilidades medias y bajas a muy bajas (0,01 a 1 m/día a  $< 1 \cdot 10^{-3}$  m/día) respectivamente.

La vulnerabilidad es un concepto cualitativo, que en la generalidad se refiere al grado de protección natural de un acuífero frente a la contaminación. Por ello, también se la conoce como protección o defensa natural. Ésta, en el caso de acuíferos libres, es función inversa de la profundidad de yacencia (e) y directa de la permeabilidad vertical ( $K_v$ ) de la zona subsaturada o ZNS. Establecer cuantitativamente el grado de vulnerabilidad de unidades acuíferas no es tarea sencilla debido a la variedad de factores que inciden en ello, pero reduciendo las variables a considerar a sólo dos (espesor de la zona subsaturada y su permeabilidad), se puede lograr una caracterización semicuantitativa referida a la vulnerabilidad relativa de los acuíferos libres (Auge, 2004).

Por este método, la vulnerabilidad relativa determinada en el área para el acuífero libre varía entre 6 y 7, con sectores puntuales de valor 8. En esos órdenes de magnitud, la vulnerabilidad relativa del agua subterránea del acuífero libre es generalmente media ( $e + K_v$  de 5 a 7 – grupo II – vulnerabilidad media) con valores puntuales de alta vulnerabilidad ( $e + K_v$  de 8 a 10 – grupo III – vulnerabilidad alta) en áreas arenosas, general aunque no excluyentemente, proximales al curso de los arroyos.

El mapa de vulnerabilidad en sí mismo sólo expresa la predisposición del acuífero libre (ambiente natural) a ser impactado por contaminantes por lo que, entonces, debe acompañarse al mismo con la determinación del riesgo a ser contaminado. Ello se realiza con la confección del mapa de riesgo. En él se señala la ubicación de las fuentes reales o potenciales de emisión de contaminantes (zonas urbanas, con la indicación de los sectores cubiertos con desagües cloacales, basurales, terrenos cultivados, emplazamientos industriales, sectores ganaderos, etc.), interesando especialmente el conocimiento de la materia prima utilizada y los efluentes vertidos por la industria y, pese a que es mucho más difícil de establecer, la carga de contaminantes que produce la actividad industrial. Algo similar ocurre con los terrenos cultivados, donde es importante determinar el tipo y el volumen aplicado de fertilizantes y pesticidas, con el objeto de orientar las determinaciones analíticas de laboratorio cuyos tenores se deben referenciar respecto a valores establecidos de riesgo para la salud y el ambiente.

El sistema antrópico implantado sobre el medio natural en Tandil coadyuva a la determinación genérica de riesgo medio a alto a la contaminación respecto a algunos elementos de interés analizados. Así, en algunas zonas del área de estudio se determina contaminación artificial directa mediante la presencia de nitratos en el agua subterránea en tenores superiores al establecido como límite admisible por el Código Alimentario Argentino para agua potable (45 mg/l) y de metales pesados de origen industrial en el agua superficial encauzada del A° Langueyú, hidrodinámicamente influente respecto al agua subterránea. Respecto a la contaminación natural, no se han determinado hasta el presente tenores de As provenientes de las trizas vítreas del Pampeano que establezcan tenores de riesgo para la salud y los medios ecológicos sensibles siendo significativos los tenores de carbonatos provenientes de la “tosca”.

La ubicación de las baterías de captación del agua subterránea para consumo de la población de Tandil dentro del área urbana y aguas abajo de la ciudad, determina la necesidad de una exhaustiva evaluación de su pertinencia actual. Por lo que se recomienda, además y a los mismos fines, el preventivo estudio y evaluación de localización territorial de futuras áreas institucionales de reserva ambiental en zonas no antropizadas (no pobladas y exentas de cultivos) próximas a las divisorias de agua de las cuencas de los arroyos Langueyú y Tandileofú (al oriente de la ciudad) y/o Langueyú y Chapaleofú (al occidente) al amparo adicional de una ZNS de mayor espesor a lo que coadyuva favorablemente el mecanismo de recarga local y directa por precipitaciones del acuífero libre.

#### REFERENCIAS

- Auge, Miguel. “Hidrogeología Ambiental” IV Curso de Postgrado. UBA 2004
- Giacconi, Luis M. y Ruiz de Galarreta Víctor A.. “Hidrogeología del Faldeo Nororiental del Sistema de Tandilla”. Gago Tonín S.A. Consultores - Dirección de Hidráulica de la Prov. de Bs. As. 1996. Inédito
- Hernández, M., Ruiz de Galarreta, A., y Martínez, S., 1985. Programa de Investigación Hidrogeológica de la zona no saturada en el área Tandileofú-Chelforó, Pcia de Bs. As. Estado Actual. I Jorn. Geol. Bonaerenses. CIC, La Plata. ps 493-496.
- Teruggi, M., y Kilmurray, J., 1980. Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires. Geol. Reg. Arg. Vol II. Córdoba.