



Identificación y cuantificación del índice de carga contaminante al acuífero freático en el balneario Pehuen-có, Buenos Aires, Argentina

Identification and quantification of the subsurface contaminant load into the phreatic aquifer in Pehuen-có, Buenos Aires, Argentina

Ruffo, Andrés Gabriel ^{1,2} ✉ - Rey, Matías ^{1,2} - Albouy, René ^{2,3}

Recibido: 20 de abril de 2021 • Aceptado: 14 de junio de 2021

Resumen

El agua es un bien escaso e indispensable para la vida humana y de gran importancia en el desarrollo socioeconómico de una región, razón por la cual, la gestión sustentable del recurso hídrico cobra especial relevancia. La localidad costera de Pehuen-Có, ubicada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, posee como única fuente de abastecimiento de agua para consumo humano la alojada en el acuífero freático del cordón costero medanoso. El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo un inventario de fuentes potenciales de contaminación, para luego determinar el índice de carga contaminante (ICC) de las mismas y plantear mejoras para la preservación y protección del recurso hídrico por parte de las autoridades y la población en general. De esta manera, utilizando la metodología propuesta por Foster et al. (2002), se logró identificar actividades y procesos con una mayor probabilidad de generar contaminación al acuífero y plantear mejoras para la preservación y protección del recurso hídrico. A partir de los resultados obtenidos, se evidencia que todas las actividades consideradas poseen un ICC de moderado a elevado. Dadas las características geológicas e hidrogeológicas del área y de acuerdo al análisis efectuado en este estudio, queda en evidencia la falta de protección del único recurso de agua disponible para consumo humano en la localidad.

Palabras clave: Pehuen-Có, carga contaminante, acuífero freático, cordón costero medanoso.

Abstract

Water is a scarce and essential resource for human life, of great importance in the socioeconomic development of a region, which is why the sustainable management of hydric resources is especially relevant. In the coastal town of Pehuen-Có, located in the southwest of the province of Buenos Aires, the only source of water supply for human consumption is the phreatic aquifer of the coastal dune chain. The objective of

1. CONICET. CCT Bahía Blanca. Camino La Carrindanga Km 7 (8000) Bahía Blanca.

✉ andres.ruffo@uns.edu.ar

2. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, San Juan 670, Bahía Blanca, Buenos Aires.

3. CGAMA, CIC, San Juan 670, Bahía Blanca, Buenos Aires.

this work is to carry out an inventory of potential sources of contamination and the determination of the subsurface contaminant load index of these sources, and to propose improvements for the preservation and protection of water resources by the authorities and the population in general. Thus, using the methodology proposed by Foster et al. (2002), it was possible to identify activities and processes with a higher probability of generating contamination to the aquifer and to propose improvements for the preservation and protection of the water resource. The results obtained show that all the activities considered have a moderate to high contaminant load index. Given the geological and hydrogeological characteristics of the area and according to the analysis carried out in this study, the lack of protection of the only water resource available for human consumption in the zone is evident.

Keywords: Pehuen-Có, contaminant load, phreatic aquifer, coastal dune chain.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El agua es un bien escaso e indispensable para la vida humana, de gran importancia en el desarrollo social, productivo y económico de una región. La falta de acceso al agua potable es considerada una de las principales causas de enfermedades en el país y el mundo (Peranovich, 2019) y su disponibilidad se relaciona íntimamente con la calidad de vida de la población (UNESCO, 2019).

En la provincia de Buenos Aires y particularmente en el sudoeste bonaerense, gran parte de los pueblos y ciudades se abastecen de agua subterránea (Kruse, 2015). En este contexto, los estudios que relacionan las actividades antrópicas con la posible contaminación de los acuíferos toman relevancia.

Distintas investigaciones realizadas en el área costera de la provincia de Buenos Aires exponen escenarios donde, tanto la falta de redes cloacales como la presencia de basurales a cielo abierto son frecuentes (Espinosa et al., 2009; Merlotto et al., 2012; Lexow et al., 2016). Esta situación repercute negativamente en la calidad y preservación del recurso hídrico subterráneo.

En la localidad de Pehuen-Có, la única fuente de abastecimiento de agua para consumo humano corresponde al acuífero freático, la cual se realiza mediante captaciones particulares. A su vez no existe un sistema de saneamiento de efluentes (cloacas) ni sectores adecuadamente acondicionados para depositar residuos sólidos urbanos.

Teniendo en cuenta estos dos factores, contar con un inventario de fuentes potenciales de contaminación, así como la estimación de los valores de su índice de carga contaminante (ICC) es de gran utilidad. En este sentido, se debe tener en cuenta el concepto de vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero, definido por Foster (1987) como el conjunto de características intrínsecas que determinan su susceptibilidad a ser adversamente afectado por una carga contaminante.

El objetivo de este trabajo fue llevar a cabo un inventario de fuentes potenciales de contaminación, para luego determinar el ICC de las mismas y plantear mejoras para la preservación y protección del recurso hídrico por parte de las autoridades y la población en general.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Ubicación geográfica y características climáticas

La localidad balnearia de Pehuen-Có (Figura 1), ubicada dentro del Partido de Coronel de Marina Leandro Rosales, es la principal villa turística de este distrito del sudoeste bonaerense. Se emplaza sobre una superficie aproximada de 7,3 Km². El ingreso al balneario se realiza por la Ruta Provincial N°113, la cual conecta con la Ruta Nacional N°3. Se ubica sobre una franja de dunas litorales cuyo eje principal posee dirección este-oeste, siendo su extensión norte-sur de aproximadamente 6 Km. Según los últimos datos disponibles, presenta 681 habitantes

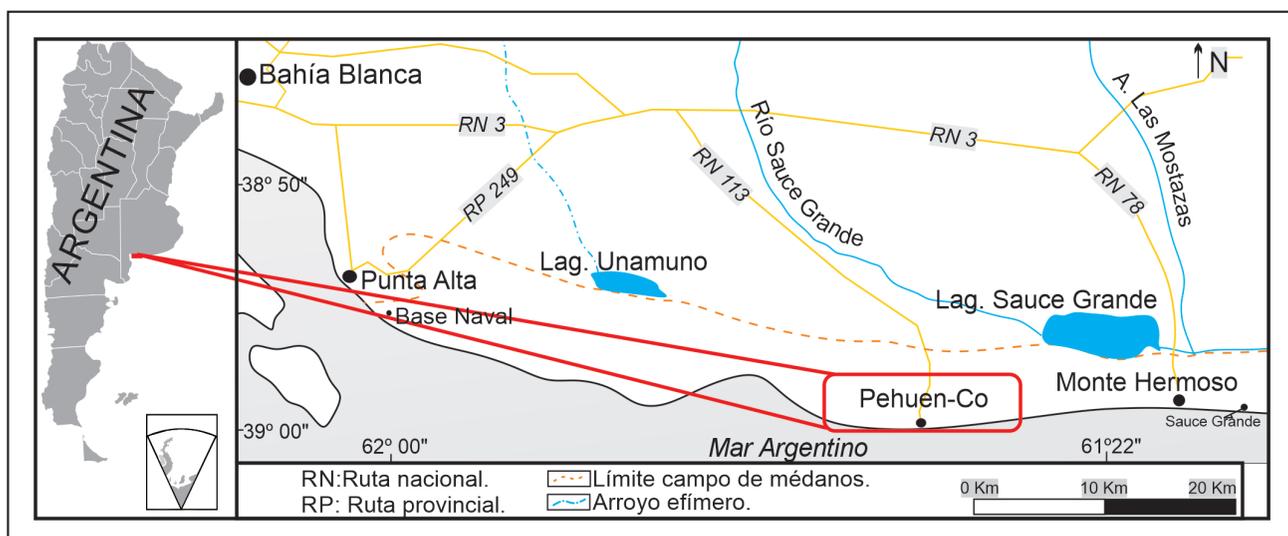


Figura 1. Área de estudio.

permanentes (INDEC, 2010), pudiendo superar los 10.000 habitantes durante la estación estival (Revista Hábitat, 2014). No posee servicios públicos de distribución de agua y red cloacal en el 100% de las partidas.

La principal actividad comercial del balneario es el turismo estival y el comercio relacionado a este. La infraestructura de servicios es limitada, contando con una sola estación de servicio ubicada en el ingreso a la villa. En lo que respecta a la recolección de residuos sólidos urbanos, esta es responsabilidad del municipio, acumulándose los mismos en un basural a cielo abierto, ubicado al noreste del área urbana, sin tratamientos previos.

Según los índices climáticos de Thornthwaite (1948) el clima de la región se clasifica como C1 d B'2 a', es decir subhúmedo mesotermal. La temperatura media anual ronda los 14,7 °C, siendo la media mínima de 7 °C en el mes de Julio y la media máxima de 27 °C en Enero. La precipitación media anual es de 732 mm (1982-2017), presentando máximos en Marzo (89 mm) y mínimos durante el mes de Junio (31 mm).

Geología e hidrogeología

Las rocas y sedimentos que afloran en el sector costero de la Provincia de Buenos Aires, están vinculadas genéticamente con las variaciones del nivel del mar, sucedidas durante el Pleistoceno-Holoceno, encontrándose depósitos tanto continentales como marinos (Aramayo et al., 2002).

De acuerdo con lo descripto por Zavala (1993), iniciando la secuencia sedimentaria se encuentra la Formación Monte Hermoso (Plioceno inferior a Plioceno medio), compuesta por limolitas arcillosas, limolitas arenosas, areniscas finas y brechas matrix sostén, correlacionables con los "Sedimentos Pampeanos" descriptos por Fidalgo et al. (1975). Sobre dicha unidad se encuentra la Formación Puerto Belgrano, de posible edad Pleistocena superior, formada por areniscas finas, medias y gruesas bien seleccionadas. Los depósitos que continúan la columna estratigráfica corresponden a la Formación Punta Tejada (Pleistoceno superior- Holoceno medio), la cual se subdivide en tres miembros informales. Su base está compuesta por brechas con intraclastos arcillosos (Miembro inferior), continuando con conglomerados

clasto sostén (Miembro medio) y culminando la secuencia con depósitos arenosos con gravas dispersas (Miembro superior). Sobre lo anterior se encuentra depositada una cubierta arenosa moderna, la cual compone los médanos actuales.

El acuífero del cual se abastece la localidad de Pehuén-Có se encuentra alojado en las arenas que forman el cordón costero (Región Costera, según la clasificación de Regiones Hidrogeológicas propuesta por Auge, 2004). Dichos sedimentos se emplazan sobre una capa de limos loésicos (Fm. Monte Hermoso/ Sedimentos Pampeanos), la cual actúa como hidroapoyo del sistema. Ambas unidades son constituyentes de la Sección hidroestratigráfica Epiparaniana (DYMAS, 1974). Este acuífero libre es recargado por los excesos hídricos producidos por la precipitación, los cuales se estiman en un 32 % de las precipitaciones anuales, siendo el clima un factor determinante para el funcionamiento del sistema. Dicho valor fue estimado mediante la realización de balances de agua en el suelo, utilizando el software BALSHORT V3 (Carrica, 1993), a partir de la serie de precipitación diaria de Coronel Rosales (2000-2017) y las características edafológicas del área.

La potencia de la zona no saturada suele ser inferior a los 5 m. Los mayores espesores se relacionan con las crestas de los médanos, donde superan levemente los 10 m, mientras que puede ser inexistente en los bajos interdunales, donde es frecuente la presencia de humedales relacionados al afloramiento del nivel freático (Ruffo et al., 2017). Debido a la elevada permeabilidad y porosidad eficaz del medio arenoso (5 a 10 m/día y 10 a 15 % respectivamente) (Custodio y Llamas, 1976), cualquier fluido que sea vertido en el suelo, en cantidades suficientes, sería capaz de llegar al acuífero freático. Atendiendo a lo anterior, Ruffo et al. (2017) clasifican la vulnerabilidad intrínseca del acuífero como alta.

Regionalmente el flujo subterráneo presenta su nivel de descarga en el mar, no obstante lo cual, localmente sigue dos direcciones opuestas, una hacia el mar y otra hacia la llanura continental. De esta manera el acuífero costero es limitado por una interfase agua dulce/agua salada hacia el mar y otra interfase agua dulce/agua salobre hacia la llanura (Figura 2).

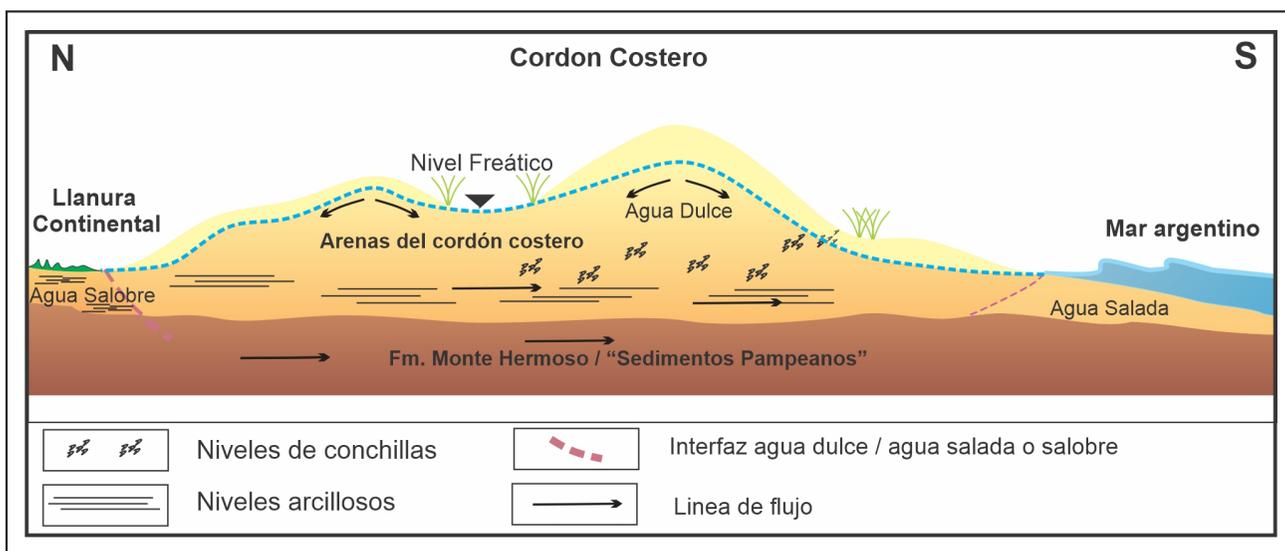


Figura 2. Modelo hidrodinámico del acuífero costero (modificado de Ruffo et al., 2018).

METODOLOGÍA

El inventario sistemático de las actividades potencialmente contaminantes se realizó siguiendo lo sugerido por *USEPA (1991)*, identificándolas y ubicándolas espacial, areal y temporalmente (período de funcionamiento). A su vez, dichas actividades fueron categorizadas como difusas, multipuntuales y puntuales, según los criterios propuestos por *Foster et al. (2002)*. El tipo de inventario y su grado de detalle deben estar en virtud del objetivo final del trabajo, tamaño del área considerada, la variedad de actividades en la misma y la disponibilidad de datos existentes, entre otros.

La caracterización del índice de carga contaminante (ICC), para cada una de estas actividades, fue realizado en función de cuatro características fundamentales y semi-independientes (*Foster et al., 2002*), como se muestra en la Figura 3:

- La clase de contaminante involucrado, definida por su persistencia en el ambiente subterráneo (por actividad bacteriológica y reacciones químicas) y su coeficiente de retardo (relacionado con el flujo del agua subterránea en el ambiente).
- La intensidad de la contaminación, definida por la concentración de cada contaminante considerado (en relación a valores guía de la OMS) y la proporción de la recarga involucrada en el proceso.
- El modo en que el contaminante es descargado al subsuelo, definido por la carga hidráulica (incremento sobre la tasa de recarga natural o sobrecarga hidráulica)

y respecto a la distancia relativa al nivel freático, donde el efluente o lixiviado es descargado o generado.

- La duración de la aplicación de la carga contaminante, definida por la probabilidad de descarga del contaminante al subsuelo (ya sea intencional, incidental o accidental) y por la duración de la aplicación de dicha carga en el subsuelo.

La carga hidráulica, en el caso de los desechos sólidos urbanos, se encuentra en relación directa con las precipitaciones, la pendiente del terreno, el tipo de cobertura y el grado de humedad y densidad aparente de los residuos. Estos dos últimos parámetros no están caracterizados, sin embargo es posible efectuar una cuantificación aproximada a partir de la precipitación (*Henry y Heinke, 1996*).

Para efectuar la valoración de los índices, la ubicación de los puntos dentro de los cuadros queda definida por el tipo de actividad (puntual, multipuntual o difusa y duración de la carga) y el contaminante analizado siguiendo los campos expuestos en la figura 3. En el caso del modo de disposición del contaminante, es necesario conocer tanto la carga hidráulica impuesta, como la profundidad relativa al nivel freático.

El valor del ICC se obtiene a partir de la sumatoria de los valores asignados a cada una de estas cuatro características fundamentales multiplicadas por un factor de peso homogéneo de 0,25. En base a esta valoración, el ICC de cada actividad se clasifica como reducido (0 - 0,30), moderado (0,31 - 0,60) o elevado (0,61 - 1). En los gráficos Clase de contaminante y Modo de disposición cada cuadrante tiene una calificación

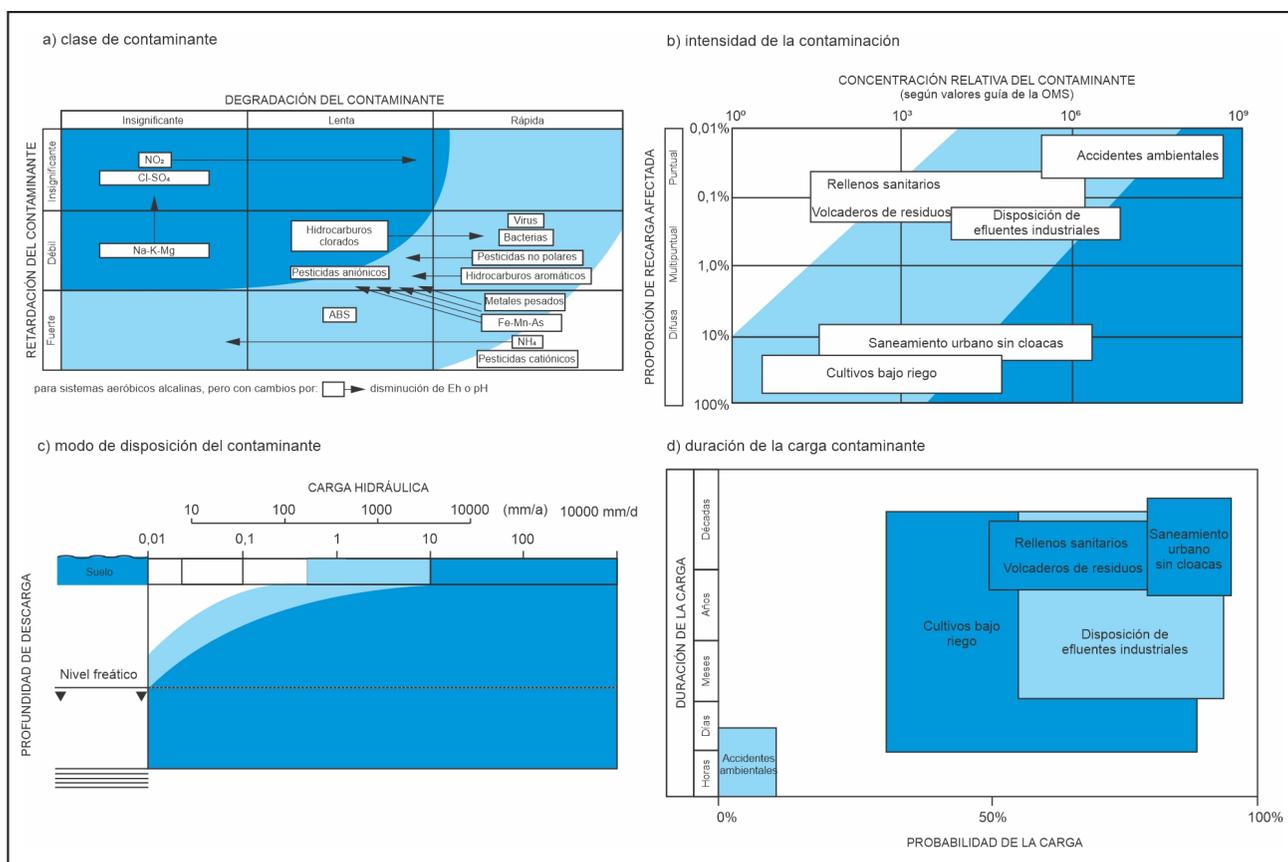


Figura 3. Caracterización de la carga contaminante según sus características fundamentales (*Foster et al., 2002*).

determinada. En los casos correspondientes a Intensidad y Duración, el valor relativo se calcula mediante interpolación lineal. Los aspectos teóricos y prácticos sobre la persistencia y movilidad de las sustancias consideradas y su relación con el medio físico, tanto en la zona no saturada como en la zona saturada (acción bacteriana, adsorción, solubilidad, capacidad de intercambio catiónico, hidrólisis, etc.), resultan de gran importancia al efectuar estas valoraciones.

RESULTADOS

El inventario realizado permitió identificar cuatro actividades potencialmente contaminantes, a saber: Estación de servicio (Es), basural a cielo abierto (Bca), posibles derrames accidentales (Da) y falta de servicio cloacal en la totalidad del área urbana (Usc) (Figura 4). Estas actividades fueron clasificadas como fuentes puntuales en los primeros casos y como difusa-multipuntual en el último.

Fuentes de contaminación difusa – multipuntual

Áreas residenciales urbanas sin servicios de cloacas (Usc)

El consumo de agua, así como el volumen de desechos líquidos se ve condicionado por la estacionalidad poblacional que presenta el balneario. Los datos de Aguas Bonaerense S.A (ABSA) para la provincia de Buenos Aires indican una dotación promedio de 300 L por habitante (ABSA, 2019). Por lo tanto, el consumo de agua durante la temporada estival es aproxima-

damente 1400 % mayor que el resto del año. Esto implica que la carga hidráulica que recibe el acuífero desde los pozos sépticos, en temporada alta, se verá significativamente incrementada respecto al resto del año.

Considerando los datos expuestos, la carga hidráulica al acuífero resulta de 0,03 mm/día para la temporada baja (USCTB) y 0,41 mm/día para la temporada estival (USCTA) (Figura 5). La descarga en pozos negros suele ocurrir dentro de los primeros dos metros de la zona no saturada.

Datos correspondientes a análisis fisicoquímicos y bacteriológicos actuales e históricos, brindados por el Municipio de Coronel Rosales y particulares, exponen con frecuencia niveles de contaminación bacteriológica en los pozos de explotación tanto domésticos como públicos. Los valores de coliformes totales en algunos casos superan los 2400 MNP /100 ml y se detecta presencia de pseudomonas, sumado a valores de nitratos superiores a 45 mg/L. Por su condición de limitante para el consumo humano (C.A.A., 1969) y su movilidad en el subsuelo, en el presente trabajo se tomará como indicador de contaminación el ion nitrato (NO₃).

Fuentes de contaminación puntual

Basural a cielo abierto (Bca)

Este se encuentra emplazado al noreste de la localidad, dentro del área urbana, sobre una superficie aproximada de 5 Has. Según información local, el mismo tendría una antigüedad de 40 años en el mismo sitio, migrando su cabecera de recepción



Figura 4. Identificación de actividades potencialmente contaminantes.

en sentido noreste, debido a recurrentes quejas de los habitantes por la proximidad a sus propiedades. Los residuos son vertidos sin ningún tipo de clasificación ni tratamiento, directamente sobre las arenas del cordón costero medanoso previamente excavadas. Es posible encontrar desechos orgánicos, plásticos, aceites, baterías, chatarra, restos de poda, inertes, entre otros. Debido a la elevada permeabilidad del sustrato, los lixiviados generados en el mismo se infiltran llegando al nivel freático, constituyendo una fuente puntual y continua de contaminación.

De esta manera, considerando el área sin escurrimiento superficial por sus características psamíticas, la carga hidráulica se estima en 1mm/día (50% de la precipitación anual).

Debido a las variadas fuentes de contaminantes existentes en el basural, se propone como indicadores los nitratos (BCA1) y metales pesados (BCA2) (Figura 5).

Estaciones de servicio (Es)

Las estaciones de servicio son una de las fuentes antrópicas de mayor contaminación de las aguas subterráneas (Lexow et al., 2016), sobre todo debido a que, si bien las regulaciones existentes (aplicadas por la Secretaría de Energía a partir de 1993) han mejorado, las fugas de combustible son situaciones que se dan con cierta frecuencia, más aún en pequeños centros urbanos donde el control y monitoreo es menor.

En la localidad existe únicamente una estación de servicio, ubicada en la entrada a la misma. De acuerdo con los datos brindados por residentes de la localidad, posee una antigüedad de 35 años, aunque fue remodelada y acondicionada hace 20

años. La causa más probable de contaminación en estos casos es la rotura de los tanques de almacenamiento subterráneos (dentro de los primeros 4 m de la zona no saturada) o sus cañerías, provocando el vertido y transporte por disolución de hidrocarburos a la zona no saturada y posteriormente al acuífero. Por lo anteriormente expuesto, se considerará una carga hidráulica de 0,64 mm/día (equivalente a la recarga por agua de lluvia) y una posibilidad de ocurrencia de 0,057 año⁻¹ (USEPA, 1986), utilizando como indicador los hidrocarburos livianos (Figura 5).

Derrames accidentales (Da)

Dentro de esta categoría se puede considerar el transporte de sustancias peligrosas y altamente contaminantes, como pueden ser plaguicidas, combustibles, aceites, químicos, etc., teniendo en cuenta tanto rutas y caminos como terminales de carga y descarga. Estos eventos son de un gran impacto puntual pero escasa probabilidad de ocurrencia, con una afectación inmediata. Para el caso de estudio se consideró un derrame producido por un camión de transporte de plaguicidas retenidos en la zona no saturada, por lo que su transporte se daría por lixiviación en la recarga en tránsito (Figura 5).

De acuerdo a lo anterior, las valoraciones de las variables semi-independientes de cada indicador considerado, según el caso, son expuestas en la Figura 5.

En la Tabla 1 se muestran los valores de ICC calculados mediante la sumatoria de cada característica semi-independiente multiplicada por un factor de 0,25. Los valores obtenidos se clasifican de moderados a elevados.

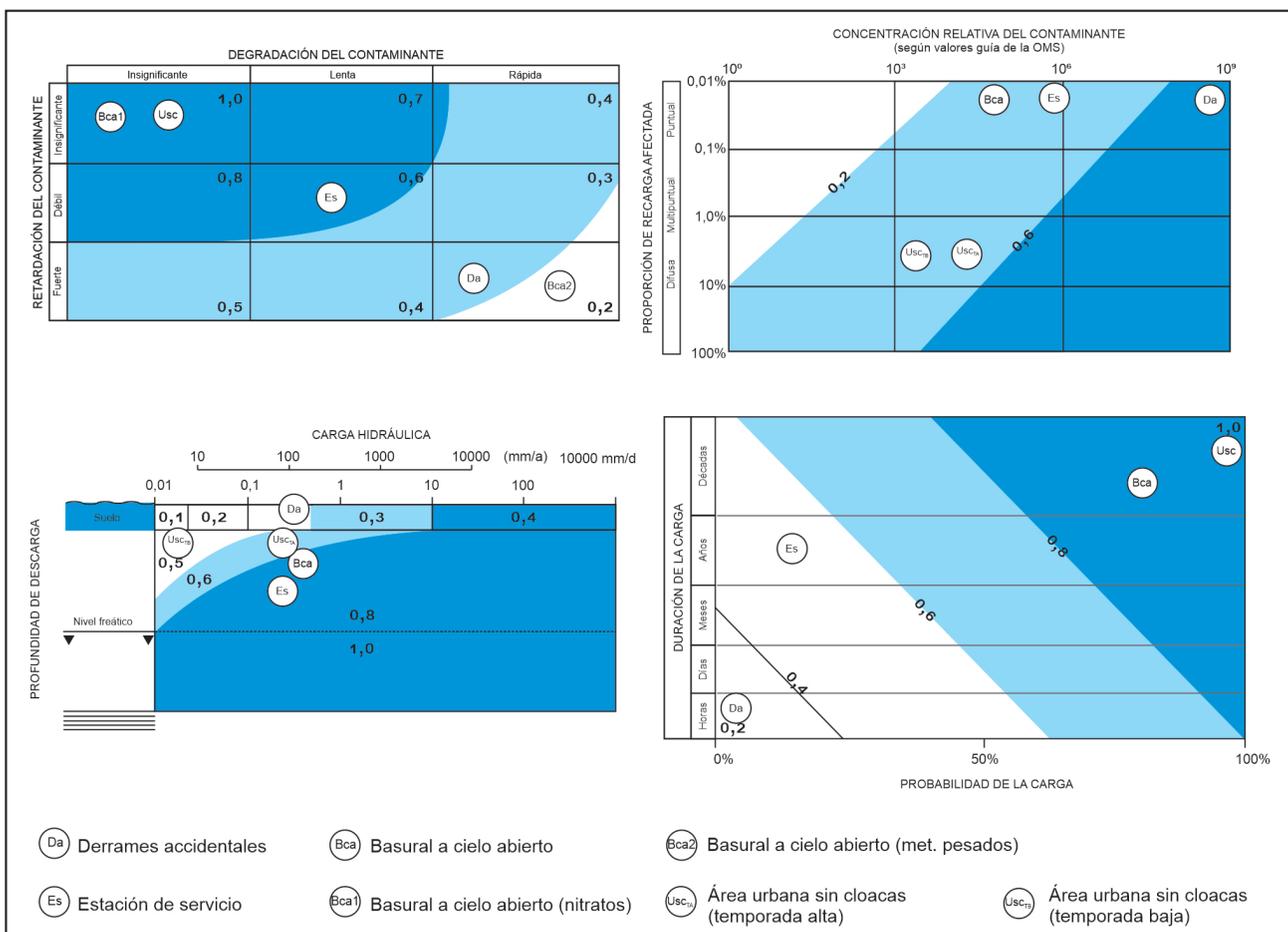


Figura 5. Caracterización de las cargas contaminantes inventariadas.

Tabla 1. Caracterización de las cargas contaminantes.

Tipo de Actividad		Contaminante considerado	Clasificación del contaminante				ICC	
			Clase	Intensidad	Modo	Duración	Valor calculado	Clasificación
Bca	Bca1	NO ₃	1	0,3	0,8	0,9	0,75	Elevado
	Bca2	Metales pesados	0,2	0,3	0,8	0,9	0,52	Moderado
Usc	Usc _{TA}	NO ₃	1	0,5	0,6	1	0,78	Elevado
	Usc _{TB}	NO ₃	1	0,4	0,5	1	0,73	Elevado
Es		Hidrocarburos livianos	0,6	0,4	0,8	0,5	0,58	Moderado
Da		Plaguicidas	0,2	0,7	0,3	0,2	0,35	Moderado

CONCLUSIONES

A partir del análisis del inventario de actividades potencialmente contaminantes y su valoración según la metodología propuesta, se expone que todas las actividades consideradas poseen un ICC de moderado a elevado.

Las actividades que presentan una mayor problemática, en base a su clasificación, son el basural a cielo abierto y la falta de redes cloacales. Con respecto al primero, la ausencia de una barrera impermeable o geotextil, sumado a falta de control y separación de los residuos, representa un desafío que debería ser abordado cuanto antes. La utilización de pozos “negros” (en muchos casos sin cámaras sépticas) por la totalidad de los inmuebles, implica una fuente de contaminación multipuntual-difusa, que se incrementará con el aumento poblacional del área. Cabe destacar que en este caso, tanto en temporada baja como alta, el ICC clasifica como elevado.

La única actividad que posee un monitoreo periódico es la estación de servicio, de acuerdo a la legislación vigente de la Secretaría de Energía. Esto expone la falta de control sobre el

resto de las actividades inventariadas, lo cual implica un riesgo no solo ambiental, sino a la salud pública (OMS, 2019).

Dadas las características geológicas e hidrogeológicas del área y de acuerdo al análisis efectuado en este estudio, queda en evidencia la falta de medidas de protección del único recurso de agua disponible para consumo humano en la localidad. Dicha situación atenta contra el acceso y disponibilidad al agua potable y al saneamiento por parte de la población, el cual es considerado un derecho humano básico (COHIFE, 2003; ONU, 2010).

Como medidas para la preservación y protección del recurso hídrico se plantea la necesidad de contar con un relleno sanitario impermeabilizado, donde los residuos sólidos sean depositados de manera controlada, sumado a campañas de reciclado y clasificación de residuos urbanos. A su vez, se recomienda la instalación de biodigestores y/o cámaras sépticas que permitan un pretratamiento básico de los efluentes domiciliarios, antes de ser descargados en la zona no saturada.

Los lineamientos básicos aquí expuestos pueden resultar extrapolables a numerosas localidades que presenten características geológicas, hidrogeológicas similares y utilicen el recurso hídrico subterráneo para abastecimiento de su población.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

ABSA, 2019.

Cuidemos el agua, ABSA cambia con vos.

Folleto Online En: https://www.aguasbonaerenses.com.ar/recursos/articulos_archivos/528_1923.pdf. Último ingreso 18/02/2020.

AUGE, M., 2004.

Regiones Hidrogeológicas. República Argentina y provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fé. Ciudad de La Plata. 112 pp.

EBook: <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/RegionesHidrogeol.pdf>.

ARAMAYO, S.A., SCHILLIZI, R.A., Y GUTIÉRREZ TÉLLEZ, B.M. 2002.

Evolución paleoambiental del Cuaternario en la Costa Atlántica del sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev. Soc. Geol. España* 15 (1-2): 95-104.

CARRICA, J., 1993.

Balshort: Un programa de balance hidrológico diario del suelo aplicado a la región sudoccidental pampeana. *XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas Tomo VI:243-248.*

CÓDIGO ALIMENTARIO ARGENTINO, 1969.

Ley 18.284, Capítulo XII: “Bebidas hídricas, agua y agua gasificada”, artículo 982 (actualizado en 2019). 60 pp. Ministerio de Salud y Acción Social, Argentina.

Disponibile en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/caa_capitulo_xii_aguas_actualiz_2019-11.pdf

- COHIFE (CONSEJO HÍDRICO FEDERAL), 2003.
Principios rectores de política hídrica de la Argentina.
Fundamentos del Acuerdo Federal del Agua. 20 pp.
- CUSTODIO, E. Y LLAMAS, 1976.
Hidrología Subterránea,
Ediciones Omega, Barcelona. ISBN 84-282-0446-2
- DYMAS, 1974.
Contribución al mapa geohidrológico de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000.
DYMAS (CFI-PBA), La Plata, Inédito.
- ESPINOSA, M., BOCANEGRA, E., DEL RÍO, J. L., ZAMORA, A. 2009.
Evaluación de la calidad del agua subterránea en Mar de las Pampas, provincia de Buenos Aires.
Contaminación y protección de recursos hídricos.
VI Congreso Argentino de Hidrogeología. Santa Rosa, La Pampa.
- FIDALGO, F., COLADO, U.R. Y DE FRANCESCO, F. O., (1975).
Sobre intrusiones marinas cuaternarias en los partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena
(Provincia de Buenos Aires).
5° Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 225-240, Carlos Paz.
- FOSTER, S., 1987.
Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy.
Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollution, Proceedings and Information No. 38 of the International Conference held in the Netherlands, TNO Committee on Hydrological Research, Delft, The Netherlands.
- FOSTER, S., HIRATA, R., GOMES, D., D'ELIA, M., PARIS, M., 2002.
Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies.
World Bank, WMATE. Washington, 101 pp.
- HENRY, J.G. Y HEINKE, G.W., 1996.
Ingeniería Ambiental.
Segunda Edición. Prentice Hall. México. 778 pp.
- INDEC, 2010.
Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010.
Disponible en: <https://www.indec.gob.ar/>.
- KRUSE, E. 2015.
Uso del agua subterránea y desarrollo sustentable.
Núcleos; Buenos Aires; p. 30- 36.
- LEXOW, C., DI MARTINO, C., LAFONT, D., ALBOUY, R., MARCOS, A., 2016.
Identificación y cuantificación de la carga contaminante al acuífero freático en la localidad de Monte Hermoso.
Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. N° 37: 37-44. Buenos Aires.
- MERLOTTO, A., PICCOLO, M. C. Y BÉRTOLA, G. R. 2012.
Crecimiento urbano y cambios del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén,
Buenos Aires, Argentina.
REVISTA DE GEOGRAFÍA NORTE GRANDE, 53: 159-176. ISSN 0718-3402.
- O.M.S (ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD), 2019.
Seguridad del paciente Agua, saneamiento e higiene en los centros sanitarios.
Informe del Director General. 72.ª Asamblea Mundial de la Salud. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/328713/A72_27-sp.pdf.
- O.N.U. (ASAMBLEA GENERAL DE NACIONES UNIDAS), 2010.
Resolución A/RES/64/292. El derecho humano al agua y saneamiento. Aprobada el 28 julio 2010.
Disponible en: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292&Lang=S.
- PERANOVICH, A. (2019).
Enfermedades transmitidas por el agua en Argentina y Brasil a principios del siglo XXI.
Saude soc. vol.28 no.2 São Paulo Apr./June 2019.
- REVISTA HÁBITAT. 2014.
Hábitat.
Publicación anual de la Sociedad de Fomento "Amigos de Pehuén-Có. N°42. Diciembre.

- RUFFO, A. G., BASTIANELLI, N Y LAFONT, D., 2017.
Gestión del recurso hídrico subterráneo en la localidad balnearia de Pehuen-Có (Provincia de Buenos Aires).
Peligro a la contaminación del acuífero freático. "Cuarto Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la provincia de Buenos Aires". Universidad Nacional de Quilmes año 2017. Disponible en <https://digital.cic.gba.gob.ar/>.
- RUFFO, A. G., ALBOUY, R., BASTIANELLI, N., CARRICA J., 2018.
Humedales en la franja de médanos costeros entre monte hermoso y Pehuen Co, provincia de Buenos Aires, Argentina.
Tipificación hidrológica.
"XIV Congreso Latinoamericano de Hidrogeología, X Congreso Argentino de Hidrogeología, VIII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea". E-Book: El Agua Subterránea: Recurso sin Fronteras: Humedales Vinculados al Agua Subterránea. Salta 2018. ISBN 978-987-633-537-9. 133-140.
- THORNTHWAITE, C. W., (1948).
An approach toward a rational classification of climate.
Geologic. Rev. Vol. 38. 55-94. En Custodio y Llamas 1976. Hidrología Subterránea, Ediciones Omega, Barcelona. ISBN 84-282-0446-2. 323-324.
- UNESCO, (2019).
WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO).
Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. París, UNESCO."
- USEPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 1986.
Hazardous waste tank failure model: Description of methodology.
EPA 530-SW- 86-012.
- USEPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY), 1991.
Guide for conducting contaminant inventories for public drinking water supplies: technical assistance document.
Environmental Protection Agency, Office of Water. Washington D.C.
- ZAVALA, C. 1993.
Estratigrafía de la localidad de la Farola de Monte Hermoso (Plioceno - Reciente). Provincia de Buenos Aires.
XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos Actas Tomo II: 228 - 235.