GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUBTERRÁNEO EN LA LOCALIDAD BALNEARIA DE PEHUEN-CO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES). PELIGRO A LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO FREÁTICO

[1]Ruffo Andrés, [2]Bastianelli Nerea y [2]Lafont Daniela

[1]Departamento de Geología - Universidad Nacional del Sur - Av. Alem 1253 Cuerpo B. Segundo Piso (8000) - Bahía Blanca. + 54 291 4595101 – CONICET

[2]Departamento de Geología - Universidad Nacional del Sur - Av. Alem 1253 Cuerpo B. Segundo Piso. + 54 291 4595101 - CEGAMA – CIC de la Prov. de Buenos Aires. San Juan 670 (8000) – Bahía Blanca

andresgruffo@hotmail.com; nerea.bastianelli@uns.edu.ar; dlafont@uns.edu.ar

RESUMEN

La localidad balnearia de Pehuen-Co (provincia de Buenos Aires) presenta como única fuente de abastecimiento para consumo humano, el agua alojada en los médanos costeros. Ante la ausencia de una gestión y planificación integral del recurso hídrico subterráneo, el presente trabajo pretende contribuir al inicio de un programa de protección de la calidad del acuífero freático. A partir de la aplicación de metodologías internacionalmente utilizadas para obtener los índices de vulnerabilidad y carga contaminante, se determinó un peligro a la contaminación “Alto” para el acuífero freático de Pehuen-Co. Atendiendo a estos resultados, se pone de manifiesto la necesidad de contar con un plan integral de gestión del recurso hídrico subterráneo, que pueda anticipar conflictos y minimizar impactos negativos a terceros y al ambiente. El acceso y disponibilidad al agua potable y al saneamiento es un derecho humano básico.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años la sociedad argentina tomó conciencia de la vulnerabilidad y deterioro de la gestión de sus recursos hídricos, dándole la motivación para corregir el rumbo actual. Es necesario contar con una visión sustentable de los recursos hídricos y una base de conocimiento hidrogeológico sólido para garantizar una gestión y planificación eficiente sobre los recursos de agua subterráneos. De aquí se desprende que el aprovechamiento de estos recursos hídricos debe realizarse armonizando los aspectos sociales, económicos y ambientales, siendo de fundamental importancia la participación activa y el apoyo de la comunidad en su totalidad, así como también del compromiso político; entendiendo que del manejo inteligente de las fuentes de abastecimiento de aguas, depende la vida y la prosperidad de la localidad de Pehuen-Co.

La incorporación de la dimensión ambiental en la gestión de los recursos hídricos se logra mediante el establecimiento de pautas de calidad ambiental, el desarrollo de evaluaciones ambientales estratégicas y la realización de evaluaciones de riesgo e impacto y de auditorías ambientales para proyectos específicos. Así mediante el análisis de la vulnerabilidad ambiental se busca reducir los factores de riesgo y lograr el equilibrio entre el uso y la protección del recurso.

Las múltiples actividades que se desarrollan en la localidad y su área de influencia, afectan de una u otra forma sus recursos hídricos. De ello se desprende la necesidad de imponer prácticas sustentables en dichas actividades. Mantener y restaurar la calidad de las aguas constituye la meta de la gestión hídrica más valorada por la sociedad.

La contaminación de los recursos hídricos, que generalmente exhibe manifestaciones de diverso tipo y grado, exige asumir una estrategia integral conformada por acciones consistentes y sostenidas en el tiempo que permitan verificar la conservación de la calidad del agua así como el cumplimiento progresivo de restauración de dicha calidad.

En la provincia de Buenos Aires, la mayoría de las localidades costeras, se abastecen de agua a partir de la explotación del recurso hídrico subterráneo, ya que es la única fuente disponible y accesible. Ante la escasez de estudios previos sobre la gestión del recurso hídrico en la localidad de Pehuen-Co, el presente trabajo pretende ser el inicio de un programa de protección de la calidad del agua subterránea.

El peligro a la contaminación del acuífero se define como la interacción de la intensidad de la carga contaminante antrópica y la vulnerabilidad del acuífero (Foster e Hirata, 1988). La vulnerabilidad de los acuíferos frente a la contaminación es una propiedad intrínseca del medio que determina la sensibilidad a ser adversamente afectados por un contaminante externo (Foster, 1987).

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se circunscribe a la localidad de Pehuen-Co, la cual se encuentra dentro del Partido de Coronel de Marina Leandro Rosales, provincia de Buenos Aires. Se ubica a una distancia de 68 Km de la ciudad de Punta Alta, cabecera de dicho partido (Fig. 1). El ingreso al balneario se realiza por la Ruta Provincial N°113/2, la cual conecta con la Ruta Nacional N°3. Esta villa turística se emplaza sobre una franja de dunas costeras cuyo eje principal posee dirección este-oeste, siendo su extensión norte-sur de aproximadamente 6 Km. Según el último censo realizado por la Asociación de Fomento “Amigos de Pehuen-Co” la población permanente se estima en 523 habitantes, pudiendo incrementar ese valor a 10.000 veraneantes durante la temporada alta (Revista Hábitat,2014).

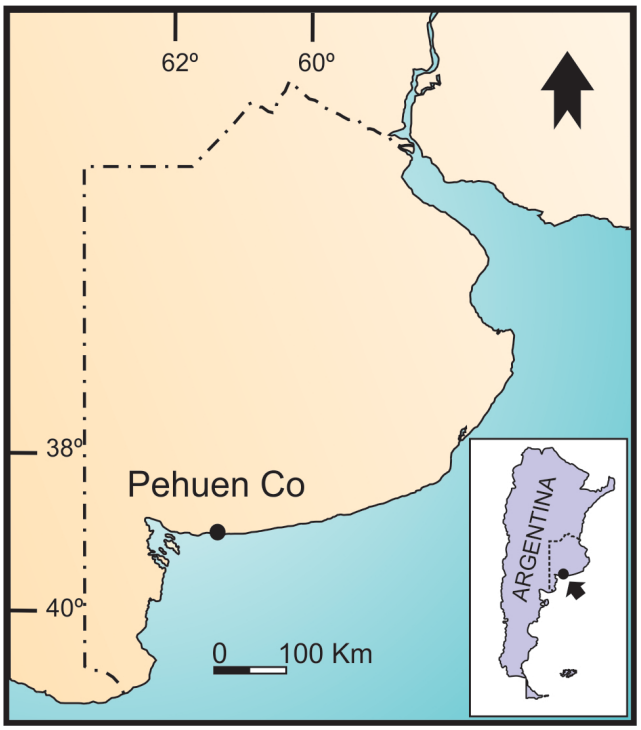

Figura 1: Ubicación de la localidad balnearia de Pehuen-Co.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Según los índices climáticos de Throthwaite el clima de la región se clasifica como C_1 d B`$_2$ a` es decir subhúmedo mesotermal. La temperatura media anual ronda los 16ºC, siendo la media mínima de 7 ºC en el mes de Julio y la media máxima de 27 ºC en Enero. La precipitación media anual es de 602 mm, presentando máximos en los meses de febrero y marzo (75 mm.). Los valores más bajos de precipitación se registraron durante el mes de Junio con 15,6 mm. (Valles y Silva Busso, 2016) Regionalmente se distinguen dos rasgos geomorfológicos principales. El primero de ellos corresponde a la llanura pampeana o nivel de planación general, caracterizándose por un relieve bajo y suaves pendientes. Posee cauces fluviales definidos y cuenta con abundante desarrollo de suelos. El segundo rasgo se encuentra restringido al sector costero, formado por cadenas de médanos, las cuales posee un amplio desarrollo en dirección este-oeste y una extensión de 4 a 6 Km en sentido norte-sur. Dichas cadenas de médanos se pueden subdividir en sectores de médano vivo, semi-fijo y fijo dependiendo de la estabilidad dinámica de la duna y su cobertura vegetal.

Las cadenas de médanos dificultan el drenaje de las aguas superficiales provenientes de la llanura, generando sectores anegados y humedales, los cuales son comunes en la región. En muchas ocasiones las lagunas temporales generan un incremento en la salinización del sector debido a la evapotranspiración.

Tomando la clasificación del INTA (1989) los suelos de la región se dividen en Udipsament típico en sectores de dunas estabilizadas y vegetadas, Hapludol éntico en sectores de interduna cubiertos por vegetación y Cuarzipsament típico en las dunas activas. Todos los suelos del sector son excesivamente drenados y profundos y de desarrollo incipiente.

La vegetación predominante en las dunas fijas y semifijas presenta arbustales psamófilos de alta cobertura y pastizales. La flora en los sectores de interduna varía de la anterior, dominando los juncos, gramíneas y ciperáceas (Celsi y Monserrat, 2008). El sector urbano de Pehuen-Co posee una densa cobertura vegetal, incluyendo árboles de gran porte como eucaliptus, pinos (Pinus spp) y acacias. A su vez son abundantes los tamariscos (Tamarix) y las plantas arbustivas de variados géneros.

Desde el punto de vista geológico, 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).

Los afloramientos existentes han sido analizados por varios autores, pudiéndose considerar a Ameghino (1889, 1898) pionero en la zona, definiendo su “Piso Hermósico” en la unidad limosa aflorante en las barrancas costeras y correlacionando el “Piso Puelche” de Doering (1882) con la unidad arenosa que suprayace a dichos depósitos. Posteriormente Fidalgo (1975); Fidalgo y Tonni (1982) y Zavala (1993) realizaron análisis estratigráficos en el sector. Zavala (op. cit.) divide los afloramientos en tres unidades formacionales.

Iniciando la secuencia se encuentra la Formación Monte Hermoso (Plioceno inferior a Plioceno medio), compuesta por limolitas arcillosas, limolitas arenosas, areniscas finas y brechas matrix sostén. 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.

CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

El acuífero del cual se abastece la localidad de Pehuen-Co se encuentra alojado en las arenas que forman el cordón costero. Dichos sedimentos se emplazan sobre una capa arcillosa, la cual actúa como hidroapoyo del sistema. Este acuífero libre es recargado mayormente por los excesos hídricos producidos por la precipitación, siendo el clima un factor determinante para el funcionamiento del sistema. Debido a la elevada permeabilidad y porosidad eficaz del medio, cualquier fluido que sea vertido en el suelo, en cantidades suficientes, sería capaz de llegar en poco tiempo al acuífero freático.

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 (Fig. 2).

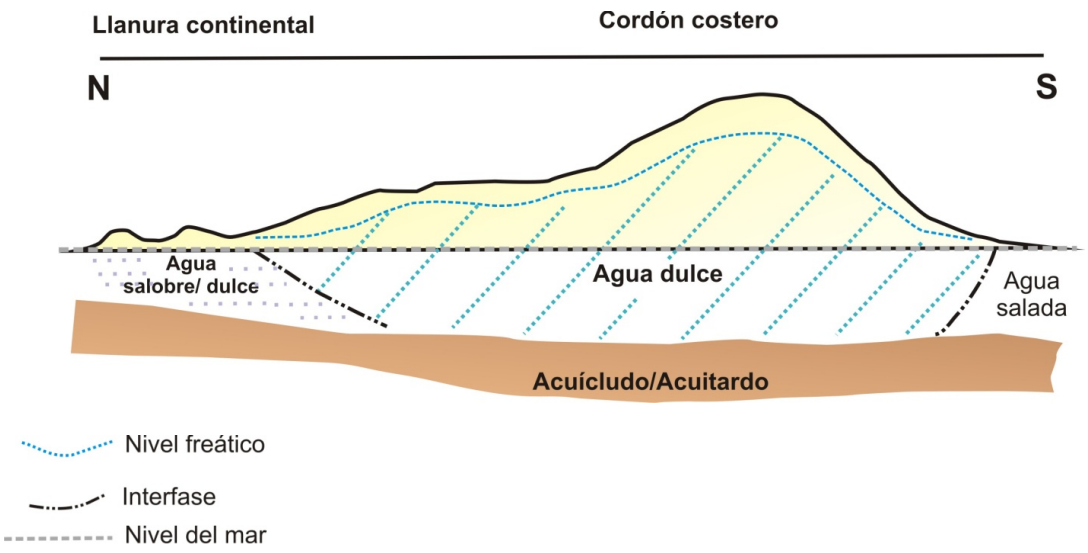

Figura 2: Interfases limitantes del acuífero costero (modificado de Carretero et al., 2013).

Los sectores medanosos con mayores alturas topográficas coinciden en subsuelo con los sectores de mayor altura en el nivel freático (Carretero, 2010).

METODOLOGÍA

En este trabajo la metodología adoptada para establecer el índice de vulnerabilidad ha sido la implementación del “método GOD” (Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988). Este método es de tipo multiplicativo con el objeto de facilitar la aplicación del mismo y de extenderlo a áreas con menos disponibilidad de datos. Así, la vulnerabilidad se estima multiplicando los índices asignados a los siguientes parámetros (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes del Índice GOD

G	**G**roundwater ocurrence. Régimen hidráulico del agua subterránea: evalúa el tipo de acuífero (libre, semiconfinado, confinado).
O	**O**verall acuifer class. Naturaleza del acuífero: litología y grado de consolidación del acuífero y/o zona no saturada.
D	**D**epth to groundwater table. Profundidad del agua subterránea: profundidad del nivel freático, asignando mayores índices a profundidades menores o más cercanas a la superficie.

Este método para la evaluación del índice de vulnerabilidad de un acuífero tiene como salida: no significante (0-0,1); baja (0,1-0,3); moderada (0,3-0,5); alta (0,5 a 0,7) y extrema (0,7-1).

Por otro lado se aplicó la metodología propuesta por Foster e Hirata (1988) partiendo del reconocimiento del grado de dificultad en la estimación cuantitativa de determinadas variables (como concentraciones y volúmenes de carga contaminante) que deben ser consideradas en la aplicación sobre el terreno.

En la localidad balnearia, se identificaron como actividades potencialmente contaminantes el sistema de saneamiento urbano sin cloacas y el basurero local.

Posteriormente se procedió a la caracterización del Índice de Carga Contaminante (ICC) en función de las siguientes características semi independientes (Fig 3).

a) La clase de contaminante: definida por su tendencia hacia la degradación o transformación in-situ (como resultado de la actividad bacteriológica o reacción química en el ambiente subterráneo) y por su coeficiente de retardo (relacionado con el flujo de aguas subterráneas y los procesos como intercambio de cationes, sorción, etc.).

b) La intensidad de la contaminación: definida por la concentración relativa de cada contaminante involucrado de acuerdo con los valores recomendados por la OMS para la calidad de agua potable y por la proporción en área de la zona de recarga del acuífero, afectada.

c) El modo de disposición en el subsuelo: está definido por la carga hidráulica (incremento sobre la tasa de recarga natural o sobre recarga hidráulica) asociada con la descarga de contaminante y la profundidad debajo de la superficie del terreno, en la cual el efluente o lixiviado contaminado que ingresa es descargado o generado.

d) El tiempo de aplicación de la carga contaminante: definido por la probabilidad de descarga del contaminante al subsuelo y por el período durante el mismo es aplicado.

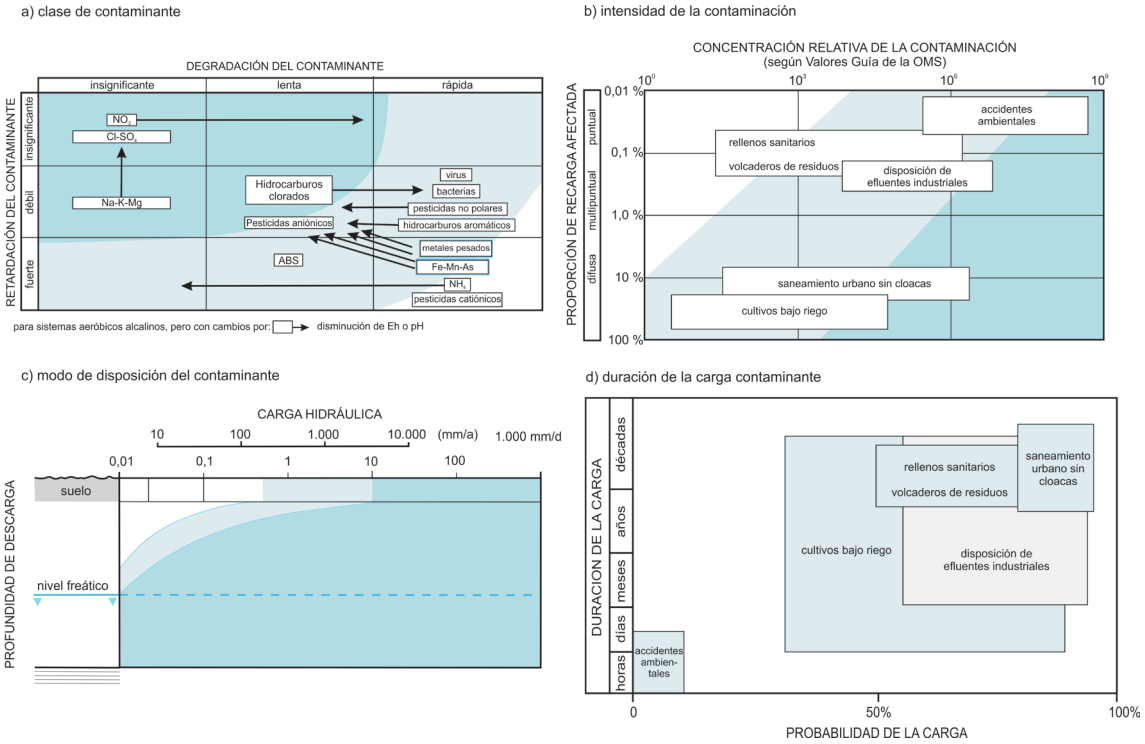

Figura 3: Caracterización de las cargas contaminantes

El ICC se obtiene de la sumatoria de cada una de estas características semi-independientes multiplicada por un factor de peso homogéneo de 0,25. Para efectuar las valoraciones es muy importante conocer aspectos teóricos y prácticos acerca de la movilidad y la persistencia de los compuestos o sustancias involucrados en las principales actividades potencialmente generadoras de carga contaminante al subsuelo. Es decir aquellas características fisicoquímicas como son la adsorción, la capacidad de intercambio iónico, la solubilidad, como así también procesos químicos tales como precipitación, hidrólisis, complejación y biodegradación para evaluar el transporte de los contaminantes tanto en la zona no saturada como saturada. El ICC se clasifica como reducido (0 – 0,30), moderado (0,31 – 0,60) o elevado (0,61 – 1).

El peligro de contaminación del acuífero es el resultado de la interacción entre la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación y el ICC.

RESULTADOS

Los niveles freáticos censados en el área de estudio presentan variaciones coincidentes con los rasgos topográficos, encontrándose dicho nivel a aproximadamente 5 mbbp. en sectores de interduna y a 14 mbbp. en la duna.
A partir de la utilización del método GOD se obtuvo, en ambos sectores, una vulnerabilidad del acuífero “alta”.

Se identificaron aquellas actividades reconocidas como amenazas potencialmente contaminantes para el recurso hídrico subterráneo. Las mismas fueron categorizadas en difusas, multipuntuales y puntuales, siguiendo el criterio de Foster et al. (2002).

Fuentes de contaminación difusa - multipuntual

La localidad balnearia de Pehuen-Co, carece tanto de servicio de agua corriente como cloacales, utilizándose domiciliariamente pozos sépticos. Las áreas urbanas sin servicios cloacales (USC) corresponden a una fuente de aporte multipuntual a través de pozos ciegos, sin embargo en su expresión territorial la sumatoria de los aportes individuales podrían resultar, para el sector considerado, del tipo difuso. El área afectada corresponde a unas 337 Ha, con una población fija de 523 habitantes, que asciende a unos 10.000 en temporada alta. Teniendo en cuenta los valores reportados por Lexow et al. (2016), se consideraron 400 L/d de consumo de agua por habitante. A partir de dicho valor se calculó un aporte al subsuelo de 0,06 mm/día durante la temporada baja y 1,18 mm/d durante la temporada alta.

Desde fines de la década de los 80' se han registrado con frecuencia registros de contaminación bacteriológica en los pozos de explotación domésticos. Si bien estos efluentes se caracterizan por presentar elevadas concentraciones de sólidos disueltos, materia orgánica, cloruros, nitratos, nitritos, detergentes, microorganismos, etc. a los efectos de caracterizarlos se tomaron como indicadores el nitrato (NO_3) y las bacterias, por sus condiciones de limitante para el consumo humano identificados como Usc_a y Usc_b respectivamente (Fig. 4).

La distancia horizontal que puede recorrer un patógeno dentro de la zona saturada se encuentra limitada por la velocidad del agua subterránea (Lewis et. al., 1982). Foster et al. (2002) luego de analizar varios casos que resultaron en enfermedades de transmisión hídrica, consideran como límite de protección aceptable una curva isócrona de 50 días.

Debido a la marcada estacionalidad poblacional a la que se encuentra sometido Pehuen-Co, las descargas y consecuentemente las concentraciones de bacterias en los pozos ciegos varían según la época del año.

Fuente de contaminación puntual

La recolección de los residuos sólidos urbanos (RSU) se encuentra a cargo de la Municipalidad de Coronel Rosales. Los mismos son volcados en un basural a cielo abierto, sin ningún tipo de tratamiento previo, ni control. El vertedero de RSU se encuentra a unos 1,5 Km al NO del centro de la localidad y presenta unas 4,5 ha de extensión.

El basural de Pehuen- Co (BPC) constituye una fuente puntual, continua y de disposición directa sobre el terreno. Al tratarse de un sitio de acumulación de residuos sin control se encuentran elementos muy variados: desechos orgánicos, chatarra, productos oleosos, baterías, plásticos, restos de poda, inertes, etc. La producción de lixiviados está 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. Si bien estos dos últimos parámetros no están caracterizados es posible efectuar una cuantificación aproximada a partir de la precipitación (Henry y Heinke, 1996) y considerando el área sin escurrimiento superficial por tratarse de una zona medanosa resulta en un 35% de la precipitación anual (Carrica et al., 2012), es decir una carga hidráulica de 0,58 mm/d. Se proponen como indicadores a considerar los metales pesados y nitratos (NO_3) identificados como BPC_a y BPC_b respectivamente (Fig.4).

En los gráficos Clase de contaminante y Modo de disposición, la ubicación de cada tipo de amenaza (una vez seleccionada la sustancia contaminante indicadora), es

relativamente sencilla, puesto que cada cuadrante tiene una calificación determinada. En los casos correspondientes a Intensidad y Duración, el valor relativo se debe calcular mediante interpolación lineal.

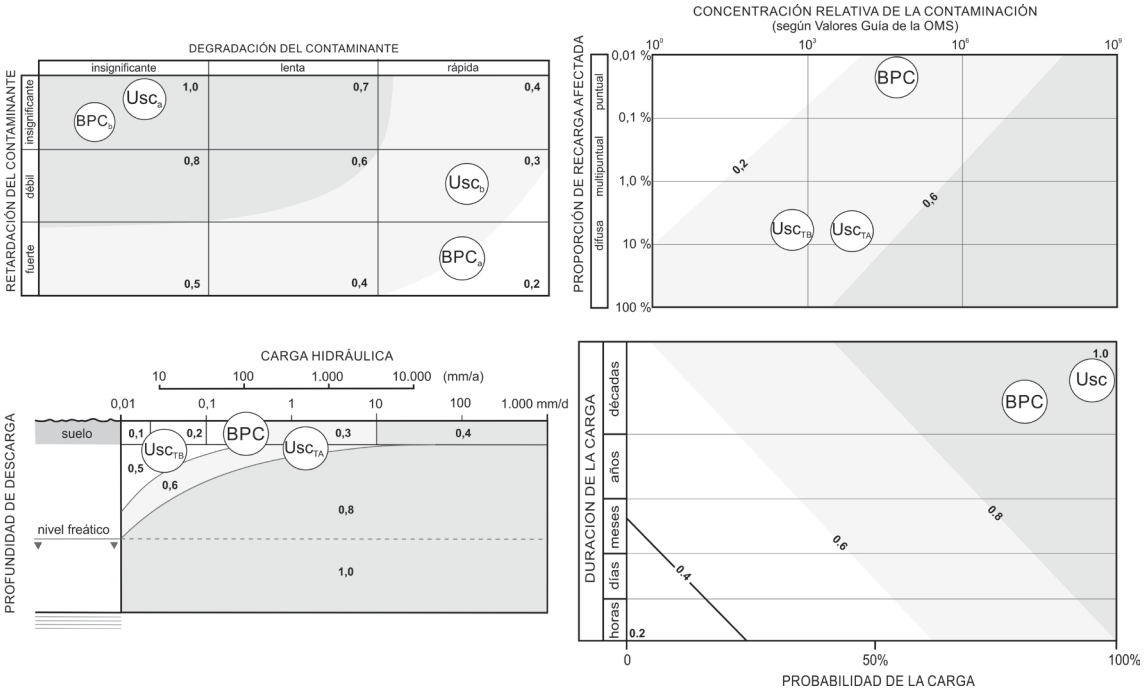

Figura 4: Caracterización de las cargas contaminantes

En la Tabla 2 se muestran los ICC calculados al aplicar la sumatoria de cada una de las características semi-independientes multiplicada por el factor 0,25. Los valores obtenidos clasifican como moderados y elevados.

Tabla 2. Caracterización de las cargas contaminantes

TIPO DE ACTIVIDAD		TIPO DE CONTAMINANTE	CLASIFICACION DEL CONTAMINANTE				ICC	
			CLASE	INTENSIDAD	MODO	DURACION	VALOR	CLASIFICACION
Usc	a	NO_3 TA	1	0,5	0,6	1	0,78	elevado
		NO_3 TB	1	0,4	0,5	1	0,73	elevado
	b	Bacterias TA	0,3	0,5	0,6	1	0,60	moderado-elevado
		Bacterias TB	0,3	0,4	0,5	1	0,55	moderado
BPC	a	Metales pesados	0,2	0,3	0,3	0,9	0,43	moderado
	b	NO_3	1	0,3	0,3	0,9	0,63	elevado

TA: Temporada Alta. TB: Temporada Baja

A partir de los resultados obtenidos de ICC y la vulnerabilidad calculada, el peligro a la contaminación del acuífero freático de la localidad de Pehuen-Co clasifica como “Alto” (Tabla 3).

Tabla 3: Peligro a la contaminación del acuífero

PELIGRO		Vulnerabilidad				
		Ínfima	Baja	Moderada	Alta	Extrema
ICC	Reducido	MB	MB	B	M	A
	Moderado	MB	B	M	A	A
	Elevado	B	M	A	A	E

● USC NO_3 ○ USC bacterias TA ● USC bacterias TB

● BPC Metales pesados ● BPC NO_3

MB: muy bajo; B: bajo; M: moderado; A: alto; E: extremo

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La contaminación del agua subterránea es difícil de detectar y corregir, tal es así, que a menudo no se detecta hasta que el contaminante mismo surge dentro de un pozo que está localizado a una cierta distancia de la fuente de contaminación. Un acuífero, una vez contaminado, puede deteriorarse totalmente como fuente de abastecimiento para consumo humano. En el caso de las aguas subterráneas, al no ser visibles, la acción protectora o de corrección llega, generalmente, muy tarde. Frecuentemente, cuando dicha contaminación se pone de manifiesto, ya ha alcanzado un importante desarrollo en extensión del área afectada. Lógicamente, la persistencia y evolución de la contaminación depende del contaminante ya que algunos son fácilmente degradables de manera natural, otros lo son con dificultad y algunos resultan estables. Es de suma importancia la protección de los reservorios de agua subterránea, contra la contaminación, cualquiera sea su origen (urbano, industrial, agrícola, acabado sanitario inadecuado de las perforaciones, entre otros).

Las aguas residuales domésticas y los desechos sólidos contienen altas concentraciones de organismos fecales, de materia orgánica y de compuestos nitrogenados. Cuando estos se vierten directamente al suelo y se infiltran, el agua subterránea puede ser afectada por patógenos bacteriales y virales, incluyendo aquellos que causan diarrea, tifoidea y hepatitis; y por nitratos, amonio, detergentes, desinfectantes y otras sustancias químicas. Estos pueden tornar el agua no potable debido a su concentración que pone en peligro la salud humana.

De modo general el agua subterránea puede sufrir una contaminación directa, sin dilución, cuando se introducen directamente las sustancias contaminantes en el acuífero, como en el caso de las fosas sépticas; o bien una contaminación indirecta, con dilución, cuando es producto de entrada de aguas contaminadas debido a la alteración de las condiciones hidrodinámicas preexistentes, como las producidas a causa del bombeo.

El tipo, extensión y duración de las alteraciones en la calidad del agua dependen de la influencia que ejerzan las actividades humanas, de los procesos geoquímicos, físicos y biológicos que tengan ocurrencia en el suelo y el subsuelo y de las condiciones hidrogeológicas existentes.

A la suceptibilidad que tiene el agua de un acuífero de ser afectada negativamente por un contaminante externo se le denomina “vulnerabilidad a la contaminación” (Foster, 1987). De acuerdo a Vrba y Zaporozec (1994) la vulnerabilidad es una propiedad intrínseca del sistema hidrogeológico que depende de la sensibilidad del mismo a impactos producidos por actividades humanas e impactos producidos por procesos naturales. Existe también el concepto de peligrosidad, que mide el riesgo asociado únicamente a la salud humana.

Un acuífero puede presentar zonas más vulnerables que otras. Son precisamente las zonas más vulnerables aquellas que interesa identificar para controlar el desarrollo de actividades que puedan resultar contaminantes. La clasificación del acuífero freático de la localidad de Pehuen-Co como de “alto” grado de vulnerabilidad, sumado a los ICC obtenidos como moderados a elevados, da como resultado un peligro a la contaminación “Alto”.

Atendiendo a estos resultados, se pone de manifiesto la necesidad de la localidad balnearia de contar con un plan integral de gestión de sus recursos hídricos subterráneos, que pueda anticipar conflictos y minimizar impactos negativos a terceros y al ambiente.

El consumo de agua no potable y la falta de servicios y saneamiento adecuados constituyen causas principales de enfermedades que impactan negativamente en el desarrollo de la comunidad y la salud de los habitantes. La atención a estos problemas exige la integración de las cuestiones relativas al agua potable y al saneamiento en la gestión de las políticas hídricas y la disponibilidad de recursos financieros permanentes para obtener una cobertura de agua potable y saneamiento para la totalidad de la población urbana y rural. Asimismo, el impacto de la contaminación directa o indirecta sobre las fuentes de agua destinadas al consumo humano requiere el desarrollo de investigaciones sistemáticas sobre la incidencia de su calidad en los indicadores de salud de la población. El acceso y disponibilidad al agua potable y al saneamiento es un derecho humano básico (COHIFE,2003).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMEGHINO, F. 1889. Contribución al conocimiento de los mamíferos fósiles de la República Argentina. Actas de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba 6: 1-1027.

AMEGHINO, F. 1898. Synopsis geológico-paleontológica. Segundo Censo Nacional, Tomo I: 113-225. Buenos Aires.

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.*

CARRETERO, S. 2010. Tesis de posgrado, “Comportamiento hidrogeológico de las dunas costeras en el sector nororiental de la provincia de Buenos Aires”, UNLP.

CARRETERO, S., KRUSE, E., ROJO, A. 2013. Condiciones hidrogeológicas en Las Toninas y Santa Teresita, Partido de La Costa. Temas actuales de la hidrología subterránea, edulp, 29-37.

CARRICA, J.C., LEXOW, C. y BONORINO, A.G. 2012. La recarga a través de cordones medanosos en zonas semiáridas. Estudio de caso: Médanos, Prov. de Buenos Aires, Argentina.

CELCI, C.E. y MONSERRAT, L.A. 2008.La vegetación dunícola en el frente Costero de la pampa austral (partido de Coronel Dorrego, Buenos Aires)

COHIFE (CONSEJO HÍDRICO FEDERAL), 2003. Principios rectores de política hídrica de la Argentina. Fundamentos del Acuerdo Federal del Agua. 20 p.

DOERING, A. 1882. Geología. Informe oficial de la Comisión Científica agregada al estado mayor general de Expedición al Rio Negro (Patagonia). III, Geología: 300-530. Buenos Aires.

FIDALGO, F., DE FRANCESCO, F. O. y PASCUAL, R. **1975**. Geología superficial de la llanura bonaerense. Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino. Bahía Blanca, 103-108.

FIDALGO, F. y TONNI, E. P. 1982. Observaciones geológicas y paleontológicas en las "Barrancas de Monte Hermoso" (Provincia de Buenos Aires). III Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Resúmenes: 16-17 Corrientes

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. e HIRATA, R., 1988. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru.81 pp.

FOSTER, S., HIRATA, R., GOMES, D., D'ELIA, M. yPARIS, M., 2002. Groundwater quality protection: a guide for water service companies, municipal authorities and environment agencies. World Bank, WMATE. Washington, 101 pp.

INTA, 1989. Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires. Escala 1:500.000 Buenos Aires. 525 pp.

LEWIS, W. J., S. S. D. FOSTER, y B. DRASAR. 1982. The risk of groundwater pollution by on-site sanitation in developing countries. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical manual. Lima, Perú.

LEXOW, C., DI MARTINO, C., LAFONT D., ALBOUY R. y MARCOS, A. 2016. Caracterización de la carga contaminante al acuífero freático - fuente de abastecimiento de la localidad de Monte Hermoso. IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Catamarca, Argentina.

REVISTA HÁBITAT. **2014**. Hábitat. Publicación anual de la Sociedad de Fomento "Amigos de Pehuen-Co. Nº42. Diciembre 2014.

VALLES, S. y SILVA BUSSO, A. 2016. Aspectos hidrogeologicos de la zona costera entre pehuén-co y punta alta, provincia de buenos aires. IX Congreso Argentino de

Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Catamarca, Argentina, 2016

VRBA, J. y ZAPOREZEC, A. 1994. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability. International Contribution to Hydrogeology, Vol 16. International Association of Hydrogeologists. Ed. Heisse. Hannover.

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 deExploración de Hidrocarburos Actas Tomo II: 228 – 235.