

## Gestión del agua subterránea en el Barrio Cerro Los Leones de Tandil (Argentina)

*Rodríguez, Corina Iris\**; *Jacinto, Guillermina\*\**; *Ruiz de Galarreta, Alejandro\**;  
*Banda Noriega, Roxana\**

### Resumen

En este trabajo se describen y analizan los actores y modos de explotación y uso involucrados en la gestión del recurso hídrico subterráneo en un barrio periférico de Tandil –Cerro Los Leones– (Provincia de Buenos Aires, Argentina), que carece de servicios de agua potable y cloacas. Estudios previos demostraron contaminación química y bacteriológica del agua que pone en riesgo la salud de la población. Se caracterizan los modos de uso y explotación del agua, señalando importantes deficiencias en el diseño, construcción y mantenimiento de perforaciones y sistemas de disposición de efluentes. Ante la necesidad y el desafío de la gestión integrada del recurso, se plantean lineamientos tendientes a su sustentabilidad, referidos a la planificación del uso, el abastecimiento de agua potable, el diseño de perforaciones y la educación ambiental.

**Palabras clave:** hidrogeología, gestión integrada de los recursos hídricos, Tandil

---

Este trabajo forma parte de la Tesis de Maestría en Ecohidrología (Universidad Nacional de la Plata) de la Lic. C.I. Rodríguez; recibido en abril 2010; admitido en setiembre 2010.

Autores: \*Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires –UNCPBA–. \*\*Centro de Estudios Sociales de América Latina, UNCPBA, Tandil (Buenos Aires, Argentina). E-mail: corinairis@yahoo.com

## Groundwater Management in Cerro Los Leones Neighborhood in Tandil (Argentina)

### Abstract

The groundwater management in a peripheral neighborhood in Tandil –Cerro Los Leones- (Buenos Aires Province, Argentina), deprived of water supply and sewer, its social actors and the resource exploitation and use are considered in this paper. Previous studies have shown chemical and bacteriological water contamination which generates a health risk for population. Water exploitation and use conditions are characterized pointing out several faults in design, construction and maintenance of wells and cesspits. Facing the needs and the challenge posed by an integrated water resource management, several guidelines aimed to sustainability were defined, including water use planning, drinking water supplying, boreholes design and environmental education.

**Keywords:** hydrogeology, integrated water resources management, Tandil

## Gestão da água subterrânea no Bairro Cerro Los Leones de Tandil (Argentina)

### Resumo

Neste trabalho se descrevem e analisam os atores e modos de exploração e uso envolvidos na gestão do recurso hídrico subterrâneo em um bairro periférico de Tandil –Cerro Los Leones- (Província de Buenos Aires, Argentina), que carece de serviços de água potável e cloacas. Estudos prévios demonstraram contaminação química e bacteriológica da água que põe em risco a saúde da população. Caracterizam-se os modos de uso e exploração da água, assinalando importantes deficiências no desenho, construção e manutenção de perfurações e sistemas de disposição de efluentes. Perante a necessidade e o desafio da gestão integrada do recurso, traçam-se lineamentos tendentes a sua sustentabilidade, referidos à planificação do uso, o abastecimento de água potável, o desenho de perfurações e a educação ambiental.

**Palavras chave:** hidrogeología, gestão integrada dos recursos hídricos, Tandil

## I. Introducción

Las problemáticas ambientales cubren un amplio espectro de situaciones, en las que están involucrados el medio físico-natural, la producción, la tecnología, la organización social, la economía, entre otros factores. Considerando que el ambiente se construye a partir de la interrelación entre la sociedad y la naturaleza, la búsqueda del desarrollo sustentable debe tender al equilibrio entre esos subsistemas, de modo tal de lograr el bienestar social, el desarrollo económico y la integridad ecológica [1]. En el análisis de la dimensión social, es sustancial la identificación de los actores y los procesos, así como de las relaciones que construyen la dinámica ambiental a diferentes escalas.

En lo que se refiere al uso y gestión de los recursos hídricos, tanto los sistemas de abastecimiento y distribución como el acceso a la información para su adecuado manejo y consumo y las políticas hídricas conllevan a la generación de determinadas condiciones de explotación y aprovechamiento del agua, en muchos casos signados por las deficiencias sanitarias y la disminución de la calidad del mismo.

Es fundamental contar con diferentes estrategias tendientes a la sustentabilidad. Una de ellas es la educación ambiental, cuya visión es interdisciplinaria, como un encuentro de saberes resultado de la articulación de diversas disciplinas y experiencias, que permiten tener una percepción integrada del ambiente, a partir de la cual emprender acciones racionales y en respuesta a las necesidades sociales.

Las estrategias ambientales deben enmarcarse en el enfoque de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), que plantea un tratamiento de los temas del agua de una manera sustentable y sistémica. La GIRH es definida como “un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales” [2<sup>24</sup>]. Si bien la definición es amplia y puede parecer utópica, lo importante es la concepción de integración y vinculación de los subsistemas natural y social, que rompe con el manejo tradicional y fragmentado de los recursos hídricos.

Los objetivos del trabajo que se expone en el artículo fueron: describir la red de actores que intervienen en la gestión del agua en Tandil, en particular en el Barrio Cerro Los Leones, caracterizar los modos de explotación y uso de dicho recurso y, en base a ambas variables, plantear pautas de sustentabilidad.

### **I.1. Área de estudio**

Se seleccionó como área de estudio el Barrio Cerro Los Leones, un sector periurbano localizado al Oeste de la ciudad de Tandil, Provincia de Buenos Aires, Argentina (**Figuras 1 y 2**). El Municipio provee los servicios de agua potable y cloacas a la ciudad a través del ente Obras Sanitarias Tandil (OST); sin embargo ninguna de las redes cubre la totalidad de la planta urbana, por lo cual la población no abastecida posee otros modos de explotación, uso y disposición del agua.

Un conjunto de factores convergieron para determinar el interés por indagar en esa zona: la mencionada ausencia de cobertura de ambos servicios sanitarios, antecedentes de contaminación microbiológica en el agua, bajo nivel socioeconómico de la mayor parte de la población y detección de enfermedades relacionadas con la calidad del recurso hídrico. A todo ello se agregó la presencia de actividades que podrían tener efectos adversos sobre la calidad del agua.

La situación del barrio da lugar a condiciones ambientales particulares en relación al uso del recurso subterráneo. En primer lugar, las perforaciones en el acuífero freático carecen, en su mayoría, de un diseño que garantice la protección del acuífero y la vida útil de la obra. Por otro lado, los habitantes disponen sus efluentes domiciliarios en pozos absorbentes, en los que se repite la falta de un adecuado diseño y planificación, generando así un foco contaminante normalmente próximo a la perforación de bombeo. De este modo, el recurso se ve deteriorado afectando directamente a la población, que en muchos casos asume que el agua es de buena calidad evaluando sólo su aspecto claro y transparente. Esta situación no es fácilmente reversible, pues hasta la actualidad (año 2010) los residentes no han tenido soluciones para el abastecimiento y disposición de agua para consumo, sino sólo algunas alternativas puntuales como el abastecimiento mediante cisternas.

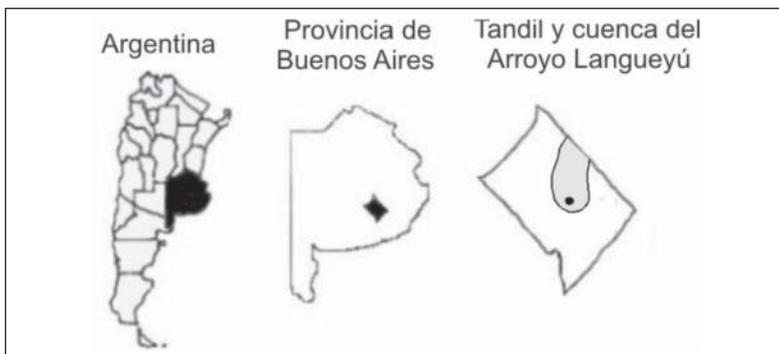


FIGURA 1. Ubicación relativa del partido de Tandil y la cuenca del Arroyo Languyú.

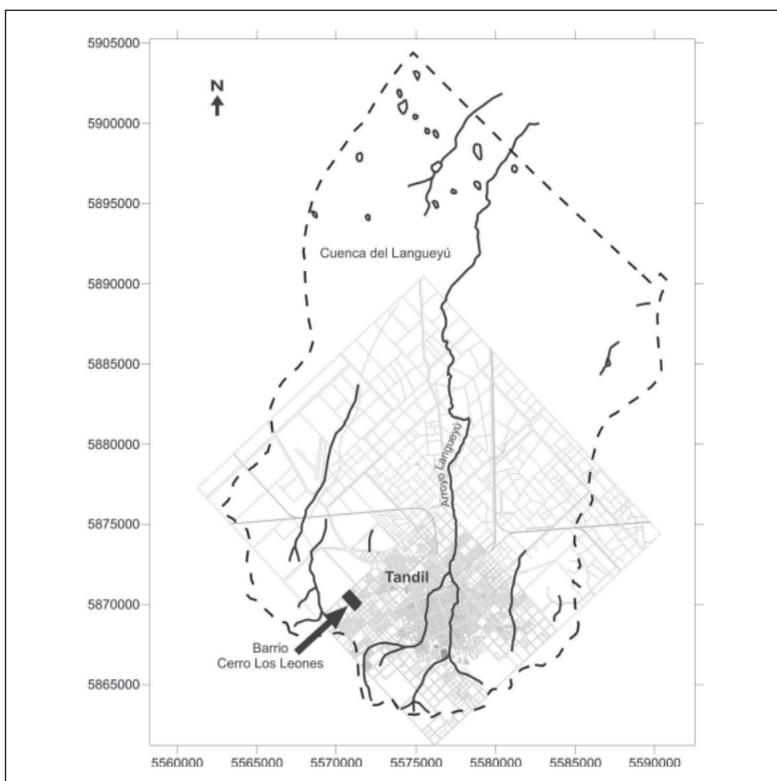


FIGURA 2. Ubicación del Barrio Cerro Los Leones en la cuenca del Arroyo Languyú.

## II. Metodología

El análisis de antecedentes involucró la indagación de fuentes primarias y secundarias; en particular, se relevó información sobre el manejo del agua en Tandil, la gestión de los servicios de red de agua potable y cloacas, así como sobre las principales fuentes de contaminación. La indagación de la literatura especializada, el examen de los datos proporcionados por instituciones públicas y los resultados de las entrevistas realizadas a informantes calificados constituyeron las principales vías de acceso a la información sobre el tema en el área de estudio.

Los conocimientos sobre el recurso hídrico subterráneo a escala regional y local provienen de los estudios realizados por un grupo de investigación especializado dentro del Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA), en el marco del cual se ha llevado adelante este trabajo. Aquellos sobre el Barrio Cerro Los Leones incluyen la descripción preliminar de las condiciones de uso del agua y las consecuencias sobre su calidad bacteriológica [3], las características hidrodinámicas e hidroquímicas en la zona [4] y las tareas de educación ambiental llevadas a cabo durante la investigación [5, 6].

La identificación y selección de informantes calificados para la realización de entrevistas semi-estructuradas tuvieron como objetivo el relevamiento de información cuali-cuantitativa sobre las condiciones de manejo actual de los recursos hídricos en la ciudad. Entre los entrevistados se incluyeron habitantes de diferentes sectores de la misma y del barrio, y personal técnico de OST, de la Municipalidad de Tandil, de la Dirección de Atención Primaria a la Salud, de la Secretaría de Desarrollo Social y de los Centros Comunitarios barriales. A nivel del Barrio Cerro Los Leones, las entrevistas focalizaron la indagación sobre la red social que interviene en el proceso de gestión del recurso hídrico, sobre las enfermedades de origen hídrico, las características ambientales, los focos de contaminación y la disposición de residuos, entre otras.

En paralelo al desarrollo de las entrevistas y para conocer en detalle la situación del barrio, se diseñó y ejecutó una encuesta sobre 44 viviendas que incluyó un total de 169 habitantes. Este relevamiento alcanzó aproximadamente el 50% de la población, considerando los 300 habitantes,

estimados por el Centro Comunitario Barrial. Entre los ítemes relevados se destacan: datos generales de la familia, antecedentes de enfermedades de origen hídrico, análisis previos del agua, modos de apropiación del recurso para diferentes usos, extracción y almacenamiento del agua, saneamiento y disposición de efluentes domiciliarios.

La identificación y caracterización de los actores involucrados en la gestión del agua siguió la tipología propuesta por Dourojeanni [7, 8] que indica algunas variables a considerar en el proceso de materialización y participación de actores para mejorar el manejo de cuencas. La primera variable es el nivel de gestión que los actores realizan en área, incluyendo cuatro niveles:

- el *científico-ambiental*, formado por grupos u organismos dedicados a su investigación);
- el *económico-productivo* conjunto de usuarios que generalmente actúan en forma individual al intervenir en los sistemas hídricos compartidos;
- el *normativo y de control* que debe orientar y controlar los procesos de gestión para el manejo integral del agua; y
- el *político-social*, que debe ser conducido por consejos, comisiones o comités de cuencas, que tienen la responsabilidad de orientar las políticas de aprovechamiento del agua.

La segunda variable es el carácter formal o informal, referido a la situación legal con que actúan en la cuenca o sector, relacionado al otorgamiento de derechos de uso del agua y al control que ejercen sobre el manejo del recurso. La tercera variable es el perfil endógeno o exógeno del actor con relación al lugar donde habita y toma decisiones que afectan la dinámica del área y el uso del agua. La cuarta variable es el carácter público o privado del actor interviniente.

Los recorridos por la zona permitieron observar y analizar las condiciones de vida de la población y las zonas bajo riesgo de contaminación del agua subterránea a partir de la determinación de diversos focos. Se prestó especial atención a las características constructivas y al contexto de cada perforación. Estas observaciones, conjuntamente con la información obtenida en las encuestas y considerando los antecedentes sobre

la calidad química y microbiológica del agua, permitieron determinar los modos de aprovechamiento y uso del recurso.

Finalmente, se elaboraron pautas de gestión sustentable proponiendo alternativas para mejorar las condiciones de vida y disminuir el riesgo de contraer enfermedades hídricas, así como para mantener y/o mejorar la calidad del agua en el área de estudio. Dichas pautas, fueron consideradas desde tres perspectivas: las referidas a la planificación y el control, las dirigidas a la capacitación y educación ambiental, y las vinculadas con medidas de carácter técnico y estructural.

### III. Resultados y discusión

#### III.1. Red de actores involucrados en la gestión del agua en Tandil

Los procesos de gestión de los recursos requieren la participación de actores, llamados “actores del proceso de gestión” [7]. Siguiendo la metodología que dicho autor plantea, se identificaron los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico.

Uno de los principales actores locales es el Municipio de Tandil, organismo encargado de los servicios de agua potable y cloacas, responsabilidad delegada por Obras Sanitarias de la Provincia de Buenos Aires en 1980 [9]. De ese modo, el Municipio cuenta con OST, organismo que funciona desde 1938, encargado de la distribución de agua potable a través de una red, del mantenimiento de los sistemas cloacales y pluviales y del tratamiento de los efluentes cloacales en una planta ubicada al norte de la ciudad. En algunos sectores urbanos donde se han detectado problemas de contaminación en el acuífero freático o en sitios donde es dificultoso perforar, OST se encarga de abastecer con agua potable a los residentes. El agua es transportada y distribuida mediante camiones cisterna en forma gratuita para los habitantes, aunque no resuelve por completo sus necesidades, debido a que el recurso es otorgado dos o tres veces por semana, en un determinado volumen, a veces insuficiente cuando la familia es numerosa.

Si bien la temática legal y normativa es de sumo interés al abordar la gestión del agua, no será objeto de análisis en este trabajo. Sí cabe destacar que, ante la carencia de legislación a nivel municipal sobre la explotación

del recurso hídrico subterráneo, rige la legislación provincial, especialmente el *Código de Aguas* -Ley 12.257 y su Decreto Reglamentario 3511/07-, que instituye a la Autoridad del Agua (ADA) como entidad de aplicación. Otro organismo responsable de la normativa y el control es la Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas (DIPSOH), encargada de la realización de proyectos y obras hidráulicas orientadas al saneamiento ambiental y control de inundaciones de la Provincia de Buenos Aires. A mayor escala, el Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA) se encarga de organizar, administrar y ejecutar programas de Infraestructura que deriven de las políticas nacionales relativas al agua potable y saneamiento básico, en toda la extensión del país.

En el ámbito económico-productivo, los habitantes de la ciudad constituyen un conjunto en el que puede diferenciarse entre aquéllos cubiertos por los servicios de agua potable y cloacas, los que acceden solamente al primero de esos servicios, y los que carecen de ambos. En el primer caso, los usuarios no encuentran grandes dificultades en el acceso al agua potable, ya que la reciben por red, y desagotan sus efluentes al sistema cloacal abonando una tasa municipal. La existencia y funcionamiento de medidores del consumo de agua de red son limitados, por lo cual, en general, los usuarios abonan un monto fijo bimestral independientemente del volumen consumido. Los que no poseen dicho servicio deben realizar perforaciones, recurriendo a otro grupo de actores económicos: los perforistas. Numerosas empresas comercializan y distribuyen agua y bebidas envasadas, adquiriendo un rol especialmente importante en los últimos años a partir de la preocupación social por la calidad del recurso.

En las zonas no abastecidas por la red cloacal, se requiere la realización de pozos absorbentes, lo que implica la intervención de actores que se encargan de su construcción. La existencia de este tipo de pozos genera en muchos casos la relación con otros actores económicos, que son los que se abocan a desagotarlos, los que utilizan un vehículo popularmente conocido como camión “atmosférico”.

Otro núcleo involucrado en la apropiación y uso del recurso hídrico está constituido por las actividades productivas que utilizan el agua para sus procesos. Incluye diversas industrias, algunas agrupadas en el Parque

Industrial Tandil ubicado al NO de la ciudad, y muchas otras dispersas en el ejido urbano. Por otro lado, existen actividades que pueden impactar sobre su calidad, como los criaderos de animales, ubicados en los barrios periféricos, las actividades agrícolas tanto en sectores periurbanos como rurales, los sitios de disposición de residuos sólidos, entre otras.

Cuando se trata de salud, y en relación a las enfermedades de origen hídrico, intervienen los establecimientos y profesionales tanto del ámbito público como privado. En el primer grupo, pueden citarse el Hospital Municipal Ramón Santamarina, el Hospital de Niños Dr. Debilio Villegas y las Salas de Atención Primaria a la Salud que se distribuyen en los diferentes barrios de la ciudad. En cada barrio, además, los Centros Comunitarios que cuentan con trabajadores sociales –en muchos casos intermediarios entre el ámbito gubernamental y los habitantes- se constituyen en participantes activos en la gestión debido a que se encargan de elaborar y difundir campañas de concientización sobre enfermedades hídricas y en ocasiones distribuyen cloro para la desinfección de tanques y cañerías. Asimismo, en muchas zonas, los habitantes se agrupan en Comisiones Vecinales para solicitar el abastecimiento de agua y cuentan con representantes que se encargan de la gestión política de sus necesidades.

Por último, otro sector vinculado a la gestión del recurso hídrico, perteneciente al ámbito científico, es la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, específicamente dentro del CINEA, donde se aborda esta investigación, diagnóstico y gestión del mismo como parte integrante del sistema ambiental.

En la **Tabla 1**, se sintetiza la red de actores y su nivel de gestión.

**TABLA 1. Actores involucrados en la gestión del agua en la ciudad de Tandil**

<b>Actor</b>	<b>Nivel de gestión</b>
Municipio de Tandil	Normativo y de control
Obras Sanitarias Tandil (OST)	
Entes gubernamentales provinciales o nacionales (Ejemplos: ADA, DIPSOH, ENOHSA)	
Establecimientos de Salud	
Comisiones y agrupaciones vecinales	Político-social
Centros Comunitarios barriales	
Usuarios	Económico-productivo
Empresas comerciantes de agua y bebidas	
Actividades productivas	
Empresas de desagote de pozos	
Perforistas y constructores de pozos	
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA)	Científico-ambiental

### **III.2. Caracterización socioeconómica del Barrio Cerro Los Leones**

El análisis del subsistema social a escala del Barrio Cerro Los Leones fue posible a través de las encuestas y las entrevistas realizadas a actores claves en la gestión del agua (tales como la Trabajadora Social del Centro Comunitario, el enfermero y la médica de la Sala de Atención Primaria a la Salud, integrantes de la Comisión Vecinal del Barrio, personal de los establecimientos educativos y habitantes del barrio). A partir del análisis e interpretación de la información relevada, fue posible caracterizar la situación social del barrio y conocer los modos de explotación y uso del agua subterránea, al no contar con información o estudios previos relacionados.

Según las estimaciones del Centro Comunitario, en el año 2008 existían aproximadamente 300 habitantes, aunque ese número ha crecido debido a la permanente instalación de familias, muchas de ellas conformadas por inmigrantes de países limítrofes empleados en la zona, principalmente en la fabricación de ladrillos.

La situación socio-económica es compleja. Se evidenció una alta presencia de familias de bajos ingresos, que habitan en viviendas con deficiencias básicas y en menor proporción de clase media, con mejor situación económica. Sólo el 37% de la población encuestada respondió que

se encontraba trabajando, muchos de los cuales lo hacen fuera del barrio. Las actividades económicas desarrolladas en el barrio son diversas.

Existen centros de referencia barriales, donde la población concurre a realizar actividades, satisfacer necesidades o consultar ante problemáticas sociales, económicas y de salud. Uno de ellos es el Centro Comunitario, que se encarga de distribuir alimentos a las familias carenciadas y es el lugar de encuentro para diversas actividades y talleres de capacitación.

Integrantes de la Comisión Vecinal barrial plantearon que uno de los objetivos primordiales que persigue su grupo consiste en el abastecimiento de agua potable para la zona. Durante el año 2009, el gobierno local prometió la realización de una obra que abastecería de dicho recurso al barrio, a partir de una perforación ubicada en el Parque Industrial, tarea frenada posteriormente en ámbitos gubernamentales, debido a diferencias entre la dirigencia política municipal y provincial, ambas de distinta orientación partidaria. Ante tal situación, los vecinos efectuaron una movilización, difundiendo sus reclamos en medios radiales, televisivos y periódicos locales. Manifestaron las dificultades existentes en el acceso al agua, agravadas por la sequía producida desde 2008 que indujo el descenso de los niveles freáticos y el secado de los pozos. De ese modo, y conociendo los estudios antecedentes realizados por integrantes del CINEA, los vecinos lograron, a principios de 2010, el otorgamiento de la obra de agua potable a la empresa Ecosur Bahía S.A., de la ciudad de Bahía Blanca. La iniciativa sería financiada por el Estado Nacional, a través del ENOHSA, demandando una inversión cercana a los 2 millones y medios de pesos con un plazo de culminación de alrededor de 4 meses. De esta manera queda en evidencia la importancia de la participación social en la gestión del recurso.

En relación a los análisis bacteriológicos de aguas, las encuestas informaron que el 43% de la población nunca los ha realizado. El 25% de los encuestados respondió haber sufrido algún tipo de enfermedad posiblemente relacionada con el agua, tales como diarreas, vómitos, problemas intestinales, entre otros. Si bien existe un registro de epidemiología a escala barrial, es de carácter incompleto, debido a que muchas afecciones son derivadas directamente al Hospital Municipal de la ciudad de Tandil.

Según el personal de salud del barrio, las patologías posiblemente relacionadas y predominantes en el sector de estudio, son parasitosis y diarreas. El seguimiento de los casos de hepatitis no se ha llevado a cabo en el barrio, sino que directamente se remite al ámbito provincial.

### **III.3. Condiciones de explotación y uso del recurso hídrico**

Toda la población del barrio se abastece del recurso hídrico subterráneo. La mayor parte (75%) lo realiza directamente a través de perforaciones o pozos, mientras que la minoría recibe agua mediante camiones cisternas. El 18% de la población encuestada compra bebidas envasadas para el consumo.

Respecto de la extracción del agua, el 18% de las familias indicó que comparte la perforación con la vivienda vecina. La mayoría de los equipos de extracción no se encuentra adecuadamente protegido superficialmente, evidenciándose en el 35% de los hogares diferentes grados de contaminación. Otra de las cuestiones técnicas importantes es la presencia de cañerías de encamisado en las perforaciones, conociéndose que solamente la posee el 30% de los pozos.

Con respecto al saneamiento en la perforación, las encuestas indicaron que el 67% no realiza ningún tipo de desinfección, el 26% lo hace pero sin información clara y el resto simplemente desconoce de qué se trata. En cambio, la mayoría respondió que realiza desinfección de tanques y cañerías, alcanzando el 75%. Estas labores requieren que los habitantes accedan a la información necesaria sobre cómo realizarlas, ya sea a través de los medios de comunicación locales (gráficos, radiales o televisivos) y canales de difusión barriales, o mediante la autoridad de control local constituida por la Dirección de Bromatología. Sólo el 13% de los encuestados respondió haber recibido instrucciones respecto a cómo realizar dicho saneamiento.

También se detectaron importantes deficiencias en los sistemas de almacenamiento y distribución del agua. La mayoría (77%) posee tanques individuales, mientras que el resto lo comparte con un vecino, almacena el agua en recipientes o la acarrea desde la perforación. Las cañerías, en muchos casos, se ubican en el exterior de las viviendas o sólo cubren un sector de las mismas.

En paralelo a la carencia de red de agua potable, las viviendas del barrio Cerro Los Leones no poseen red cloacal, por lo cual vierten sus efluentes en pozos absorbentes. Sólo el 20% posee una cámara séptica previa, dispositivo que permite una mejor separación y digestión de los sólidos. El resto utiliza letrinas, que constituyen baños precarios instalados en el exterior de las viviendas. En muchos casos el estado de los pozos absorbentes y letrinas denota su falta de mantenimiento. A esto se suma que la mayoría de los habitantes desconoce las características constructivas de los mismos, observándose pozos desmoronados y otros con coberturas deficientes.

Esta situación posibilita la generación de focos de contaminación, que afectan directamente a las perforaciones de bombeo. Ambos pozos en muchos casos se comunican a través del flujo subterráneo, con lo cual la contaminación orgánica y biológica de origen fecal es de gran importancia. A este respecto, un factor a considerar es la distancia existente entre las perforaciones de bombeo de agua y los pozos de disposición de efluentes cloacales. Diferentes autores han establecido recomendaciones, según CoFAPyS el distanciamiento mínimo recomendado entre ambos es de 25 metros [10]. Se destaca que menos del 20% de los casos lo cumplen.

En trabajos previos se evidenció la degradación de la calidad del agua que consume la población de este barrio. Por un lado, se detectó el incremento de las concentraciones de nitratos, que alcanzan hasta 110 mg/l en algunas perforaciones y superan en muchos casos el límite recomendado por la legislación argentina de 45 mg/l [4]. Asimismo, se han determinado organismos patógenos en niveles superiores a lo indicado en el Código Alimentario Argentino, incluyendo la presencia de *Escherichia coli* y *Pseudomona aeruginosa* así como el recuento de bacterias aeróbicas mesófilas mayor a 500 UFC/ml y de más de 3 coliformes totales/100 ml en numerosos casos [3]. Además, se observó que la mayor contaminación del recurso se produce en la zona más poblada del barrio, permitiendo la interconexión hidráulica entre los pozos de bombeo de agua y los sitios de disposición de efluentes domiciliarios y vertido de residuos.

El uso doméstico del agua que no cumple las características de aptitud para el consumo humano, como en este caso, puede afectar la salud, e impactar sobre la calidad de vida de la población.

### **III.4. Fuentes de contaminación del agua subterránea**

En la zona del Barrio Cerro Los Leones el principal peligro de contaminación de las aguas subterráneas lo constituye el vertido de los efluentes domiciliarios en pozos absorbentes, aunque se han registrado otras actividades que pueden afectar el recurso.

Se observaron basurales espontáneos, tanto dentro como en la periferia del barrio. El más relevante para este trabajo se encuentra ubicado en una cava, a sólo pocos metros de las viviendas, donde se disponen diferentes residuos. Se ha identificado la disposición en este sitio, de residuos tanto de origen industrial, como domiciliarios y materiales de construcción [11].

Se ha evidenciado dentro de la zona habitada del barrio, la presencia de criaderos de animales, algunos destinados al consumo familiar y otros a la comercialización que, en algunos casos, se ubican muy próximos a las perforaciones de captación de agua para consumo humano, con la consecuente posibilidad de contaminación.

Hasta el momento de realización de este estudio, no se conocieron estrategias de gestión de la contaminación hídrica en el barrio. El gobierno municipal no ha difundido proyectos que aborden los modos de disposición de efluentes y la existencia de residuos de distinto origen. Respecto de la disposición de dichos residuos en las cercanías del barrio, los vecinos comentaron que han hecho reclamos al gobierno local, sin lograr respuestas efectivas.

### **III.5. Pautas de gestión sustentable**

El análisis integral de la situación permitió visualizar que, a partir de las condiciones de explotación y uso del agua por parte de la población, surgen alteraciones en el funcionamiento del sistema hidrológico, siendo la calidad del agua subterránea uno de los principales factores afectados.

Ante este panorama, se plantearon pautas de gestión ambiental que pretenden colaborar en la búsqueda de la sustentabilidad. Se enunciarán diferentes medidas, tanto de tipo estructural como no estructural, considerándose estrategias de planificación, evaluación, control y seguimiento (que deberían ser encaradas por el gobierno municipal y provincial y otras instituciones), de educación ambiental, destinadas a

la capacitación y concientización de la población para preservar y conservar el recurso hídrico así como mejorar su calidad de vida, y otras basadas en propuestas técnicas tendientes a solucionar algunos de los problemas detectados, tanto en los sistemas de extracción de agua como en los destinados a la disposición de efluentes domiciliarios.

Las medidas planteadas, enmarcadas en el enfoque de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), de carácter sustentable y sistémico, pretenden ser útiles para los tomadores de decisiones y permitirían llevar a cabo elecciones racionales e informadas entre acciones alternativas ajustadas a la realidad local [2].

### **III.5.1. Planificación, control de la explotación y uso del agua**

Para organizar y adecuar la explotación y uso del recurso subterráneo a escala local, se requieren estrategias de planificación y control en el ámbito regional que consideren a todos los actores involucrados en la gestión. Una de las principales tareas consiste en la planificación territorial, destinada al ordenamiento de los usos del suelo en distintas áreas de una cuenca, permitiendo la preservación del recurso en las zonas de recarga, así como en zonas de explotación para consumo humano.

El abastecimiento de agua potable y el manejo adecuado de los efluentes domiciliarios son objetivos primordiales. Deben elaborarse y presentarse proyectos de obras de saneamiento, con el financiamiento necesario para su construcción y funcionamiento. El inicio de la obra de provisión de agua potable para el Barrio Cerro Los Leones se prevé para los primeros meses del 2010. La zona de explotación debe poseer la menor afectación posible de fuentes contaminantes hacia el recurso subterráneo. Debe asegurarse la cantidad y calidad del mismo, a fin de abastecer sin inconvenientes a toda la comunidad barrial.

En cuanto a la explotación del recurso, se requiere el control y otorgamiento de permisos para la realización de perforaciones, tal como lo establece el Código de Aguas, Ley 12.257, especialmente cuando las mismas abastecerán al consumo de poblaciones sin agua potable.

En relación con la generación de efluentes domiciliarios, es fundamental el control y asesoramiento sobre la construcción y funcionamiento de los sistemas de disposición de efluentes. Asimismo, sería importante

considerar el tendido de la red cloacal, teniendo en cuenta el incremento poblacional en la zona. El tratamiento de las aguas residuales domiciliarias debe ser entendido como una necesidad, a fin de mantener condiciones adecuadas de salud e higiene para la población y conservar la calidad de los recursos hídricos.

Considerando que otra de las fuentes de contaminación del agua está constituida por los residuos sólidos, se requiere el control de los sitios de disposición conjuntamente con el manejo de los mismos, tendiente a evitar la generación y crecimiento de basurales espontáneos así como la disposición en cavas de canteras localizadas en el barrio.

Todas las estrategias comunitarias requerirán de consenso, por lo cual será útil la formación de un grupo de acción y decisión, en el que participen diferentes actores del proceso de gestión, incluyendo habitantes del barrio, representantes de los establecimientos locales, del Centro Comunitario, del Gobierno local, de instituciones de salud, de OST, entre otros. Además, las estrategias deben basarse en información fidedigna sobre la problemática hídrica local, por lo cual será de suma utilidad la evaluación y el monitoreo de los indicadores de sustentabilidad antes planteados.

### **III.5.2. Educación ambiental, capacitación y transferencia**

Como herramienta imprescindible en el camino hacia la sustentabilidad, se generaron y pusieron en práctica estrategias de educación ambiental y transferencia en el área de estudio, con el propósito de promover un cambio de hábitos y actitudes cotidianas [5, 6].

En líneas generales, se plantearon estrategias para el ámbito educativo formal y no formal dentro del Barrio Cerro Los Leones, incluyendo talleres en los establecimientos locales y encuentros con la comunidad. En el ámbito formal, se incluyeron las Escuelas Primaria N° 4 y Secundaria N° 15 y el Jardín de Infantes N° 915. En ámbitos no formales, se trabajó con los habitantes durante los censos y muestreos y en la devolución de resultados. Posteriormente, se convocó a un taller abierto a la comunidad.

Del diálogo y la participación surgieron ideas consensuadas tendientes a mejorar la situación. Considerando las características hidrogeológicas locales y la situación sanitaria evaluada, se generaron alternativas para

mejorar las condiciones de explotación y uso del agua, entre ellas: desinfección de tanques, pozos y cañerías, protección sanitaria de las perforaciones y distanciamiento entre éstas y los pozos absorbentes. También se consideró el abastecimiento de agua apta para consumo de los grupos poblacionales más susceptibles. Otro tema incluido fue la minimización en el consumo del recurso, evitando su derroche. Se destacó la importancia de la ausencia de animales y residuos cercanos a las perforaciones. Se tuvieron en cuenta cuestiones vinculadas a la higiene personal y de los alimentos, así como las alternativas de disposición y tratamiento de efluentes.

Estas tareas deben continuarse en forma de charlas y talleres en todos los niveles educativos y para la comunidad en general, en temas como: saneamiento y desinfección de tanques y cañerías, potabilización, enfermedades hídricas, manejo de residuos sólidos, medidas estructurales relacionadas con el almacenamiento y distribución de agua así como la construcción de perforaciones y pozos absorbentes, importancia de la participación ciudadana en la toma de decisiones. Asimismo, será útil la difusión en los medios locales de comunicación de las medidas a tener en cuenta para el uso del agua, factibles de realizar por los habitantes.

### **III.5.3. Diseño y construcción de las perforaciones de captación**

Se entiende por diseño de pozo a todas las consideraciones o requisitos básicos tenidos en cuenta para realizar una perforación. Incluye diversos criterios técnicos, como la protección del pozo de toda fuente de contaminación, a partir del sellado o aislamiento de capas, la construcción adecuada según el caudal de extracción, considerando especialmente la profundidad y el diámetro correctos, la longitud y tipo de filtros y la elección de los materiales según condiciones de resistencia y durabilidad.

En este trabajo sólo se pretende indicar la importancia del diseño, sin entrar en detalles, debido a que numerosos autores indican los criterios a tener en cuenta [12, 13].

### **III.5.4. Sistemas de distribución y almacenamiento de agua**

Además de proteger la fuente de agua, se requiere la correcta construcción y mantenimiento de los sistemas de distribución y almacenamiento en los domicilios. En numerosas viviendas del Barrio Cerro Los Leones se observan deficiencias en las cañerías de distribución del agua, así como en el tanque de reserva (principalmente en las tapas). Esto posibilita la contaminación microbiológica en las etapas de transporte y almacenamiento, e incluso durante el consumo del agua.

La estrategia primordial consiste en la educación sanitaria de la comunidad. Se deben difundir medidas claras de higiene, así como asesorar en la correcta construcción del sistema de distribución del agua, la hermeticidad en los tanques, de modo de evitar las pérdidas, las fuentes de contaminación y promover la limpieza y mantenimiento de los depósitos de almacenamiento.

### **III.5.5. Desinfección y potabilización**

La desinfección tiene por objetivo la obtención de agua exenta de bacterias y organismos patógenos, conforme a las normas establecidas. A continuación se plantean medidas relacionadas con dicho proceso, pudiendo ser aplicables al área de estudio.

Para comenzar, deben fomentarse las tareas de desinfección de tanques, cañerías y perforaciones, así como la utilización de clorinadores para la dosificación adecuada de cloro en los tanques domiciliarios. Como medida complementaria y necesaria para el éxito de la desinfección, podría realizarse la entrega periódica de un derivado de cloro. Esta tarea requiere el asesoramiento adecuado sobre la manipulación y uso del mismo, en tanto puede implicar riesgos para la salud.

En los casos que se evidenciaron microorganismos patógenos en agua, incluso superando los parámetros establecidos por la legislación, se debe garantizar la desinfección. Para ello pueden utilizarse diferentes métodos, desde tareas sencillas como el hervor del agua o la exposición de la misma al sol, pasando por la cloración y filtros de arena hasta la ozonización. La opción de hervir el agua garantiza la desinfección pero puede no ser adecuada en casos donde hay elevada cantidad de sales disueltas o algún ión supera los valores recomendados.

Para reducir la concentración de nitratos en las aguas subterráneas debe comenzarse por la prevención, es decir evitando o reduciendo las fuentes de contaminación. En el caso del Barrio estudiado, se pueden seguir varias alternativas como la sustitución de las fuentes de agua por otras con menores contenidos de nitratos o el mezclado, es decir la reducción controlada de nitratos a una concentración aceptable por la dilución del agua con otra con tenores bajos. Alternativas más complejas incluyen la eliminación por intercambio iónico o desnitrificación microbiana.

En esta zona, la geología no permite profundizar las perforaciones debido a la escasa profundidad del basamento cristalino. De hecho, la mayoría de los pozos existentes alcanzan el hidroapoyo.

Una estrategia sencilla sería la identificación en la comunidad de aquellas perforaciones con mayores niveles de nitratos, superiores a 45 mg/l. Así, podría suministrarse agua segura, sea embotellada o transportada en camiones cisterna. Esta alternativa está siendo aplicada en este barrio, donde OST abastece de agua potable a las viviendas con problemas en las perforaciones o antecedentes de contaminación bacteriológica.

Como medida simultánea y de gran importancia, se requiere la realización frecuente y continuada de controles de la calidad del agua para consumo humano, tanto los parámetros físico-químicos como bacteriológicos establecidos en la legislación argentina. De ese modo, se posibilitaría el monitoreo de la situación y la aplicación de las medidas pertinentes, procurando el abastecimiento de agua segura en casos que existan evidencias de contaminación.

### **III.5.6. Disposición y tratamiento de efluentes domiciliarios**

El manejo apropiado de los efluentes domiciliarios puede reducir la contaminación del agua subterránea y, por ende, contribuir a la disminución de la transmisión y contagio de enfermedades hídricas. La solución más pertinente para la evacuación de los efluentes sería la conexión a una red cloacal, que los recolecte, trate y disponga correctamente. En casos de barrios o sectores como el abordado en este trabajo, diversas circunstancias tanto sociales y económicas como tecnológicas lo vuelven difícil.

Deben construirse los sistemas domiciliarios según criterios de protección del recurso subterráneo. Es fundamental la utilización de cámaras sépticas como primera etapa del tratamiento. Dicha cámara, conjuntamente con la infiltración en el subsuelo, constituye un sistema efectivo y económico factible de ser utilizado en viviendas individuales. Diversos autores describen tratamientos de efluentes domiciliarios de pequeña escala [14, 15].

Algunas alternativas para la disposición de los efluentes en el suelo son los terrenos y pozos filtrantes, los lechos bacterianos y filtros de arena. La selección debe responder a diversos factores referidos principalmente a las características edáficas e hidrogeológicas.

Cabe aclarar que estas alternativas de tratamiento de efluentes, se enfocan especialmente en la eliminación de la carga bacteriológica y orgánica vertida sobre el suelo. Sin embargo, no logran disminuir el incremento salino provocado por las concentraciones de nitratos, cloruros y otros contaminantes persistentes, contenidas en los líquidos domiciliarios. Esta situación se ve claramente reflejada en la zona de estudio, a través del aumento del ión nitrato en la zona de mayor densidad de pozos absorbentes [4]. Por lo tanto, pueden requerirse tratamientos adicionales tendientes a la eliminación o reducción de sales presentes.

### **III.5.7. Implementación de indicadores de sustentabilidad**

Un insumo para tender hacia el desarrollo sustentable es la disponibilidad de información sobre el agua. Una herramienta útil para tal fin son los indicadores de sustentabilidad. Éstos deben brindar una imagen representativa de las condiciones ambientales, así como las presiones y respuestas de la sociedad, generar información concisa y clara, fácil de comprender y utilizar [16, 17], responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas y ser útiles para realizar comparaciones entre diferentes sitios.

La Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación Argentina [18] ha establecido una serie de indicadores de desarrollo sostenible. Algunos de ellos podrían ser aplicables a esta situación, tales como los relativos a la población abastecida con agua de red pública y

desagües cloacales, la cantidad de niños menores de 5 años con enfermedades relacionadas al agua (diarrea, cólera, fiebre tifoidea) y el gasto público en ambiente y saneamiento.

Asimismo, sería importante la utilización de otros indicadores, ente ellos algunos relacionados a la calidad del agua medida a través de la concentración de ciertos iones y la presencia de microorganismos patógenos, otros referidos a los sistemas de extracción de agua y de disposición de efluentes y residuos, u otros que aborden las respuestas gubernamentales y sociales ante la problemática hídrica.

#### **IV. Conclusiones**

El subsistema social del Barrio Cerro Los Leones, inserto en la ciudad de Tandil, se abastece del recurso subterráneo para diversos usos y se encuentra inmerso en una red de actores vinculados a la gestión del agua. Dicha red es compleja, e intervienen usuarios individuales, sectores económicos, políticos, normativos, de investigación, entre otros.

Una serie de factores dejan en claro las dificultades y obstáculos existentes para una gestión integrada de los recursos hídricos, entre los que se incluyen la ausencia de servicios de agua potable y red cloacal, la falta de difusión e información a la población y las debilidades en la gestión municipal así como las dificultades socioeconómicas de los habitantes del barrio. Se han evidenciado numerosas deficiencias en lo referido al diseño, construcción y funcionamiento de las perforaciones de captación, del mismo modo que los sistemas de distribución y almacenamiento presentan inconvenientes en su construcción y mantenimiento. Por otra parte, los efluentes domiciliarios constituyen la principal fuente de contaminación del acuífero, ya que están dispuestos principalmente en pozos absorbentes que también carecen de un diseño y funcionamiento adecuados.

A partir de esta investigación y su relación con trabajos previos, se ha puesto de manifiesto la relación existente entre las condiciones de uso del recurso hídrico subterráneo y la calidad del mismo, con los potenciales impactos sobre la salud de la población que lo consume.

Ante este diagnóstico, se enunciaron distintas pautas de gestión sustentable, que incluyen medidas estructurales y no estructurales

tendientes al mejoramiento de los modos de uso del agua, tanto alternativas como recomendaciones posibles de llevar a cabo acordes a la realidad del área de estudio. Se destaca la necesidad de implementar indicadores de sustentabilidad, útiles para el seguimiento de la problemática, así como para su aplicación y comparación con otros sectores de características similares.

Estas pautas brindan el marco general para la puesta en práctica de otras propuestas, especialmente las referidas a la capacitación continua sobre la problemática ambiental local, así como las medidas que todos y cada uno de los actores involucrados puede y debe tomar, con el objetivo de encaminar la gestión del agua hacia la sustentabilidad.

## Notas

1. Según comunicación personal de la médica de la Sala de Atención Primaria a la Salud del barrio Cerro Los Leones.

2. Expuesto en: RODRIGUEZ, C. I.; RUIZ DE GALARRETA, V. A.; GONZÁLEZ, N.; BARRANQUERO, R.; VARNI, M. Evolución de los niveles freáticos

y su relación con la explotación del recurso. Barrio Cerro Los Leones, Tandil. Ponencia aceptada para publicación en el X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo (ALHSUD). Caracas (Venezuela), Octubre de 2010 (en prensa).

## Referencias bibliográficas

- ALLEN, A. Introducción Teórica al Desarrollo Urbano Sustentable. M1: Teoría y Metodología de la Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano. Maestría en GADU. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de Mar del Plata. Centro de Investigaciones Ambientales (CIAM). Mar del Plata, Argentina; 1996. p. 5-53.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP GWP. *Manejo Integrado de Recursos Hídricos*. TAC Background Papers N° 4. Estocolmo, 2000.
- RODRÍGUEZ, C. I., RUIZ DE GALARRETA, A., TABERA, A. Condiciones de explotación y uso doméstico del agua: el caso de un barrio periférico de la ciudad de Tandil, Buenos Aires, Argentina. *Cuadernos del CURIHAM*. 2008, Vol. 14: 51-58.
- RODRÍGUEZ, C. I.; RUIZ DE GALARRETA, A.; QUIROGA, M. A.; LANDA, R. Hidrodinámica e hidroquímica subterránea en la zona del barrio Cerro Los Leones, Tandil, Buenos Aires. En: Yaglián, E. y Rodríguez, M. E., Editores. *Actas del II Congreso Internacional sobre gestión y tratamiento integral del agua*. Córdoba, 5-7 de noviembre de 2008. (pp. 572-81).
- RODRIGUEZ, C. I.; RUIZ DE GALARRETA, A. La educación ambiental como una estrategia de gestión integral del agua. En: *El reto del desarrollo sostenible. Estrategias y acciones. Diálogos y propuestas*. Actas del IV Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, 22- 24 de septiembre de 2008. (pp. 120-1).
- RODRIGUEZ, C. I.; DÍAZ, A.; BANDA NORIEGA, R.; RUIZ DE GALARRETA, A. Educación y transferencia para la gestión del agua: casos de Tandil. Ponencia en: *Actas del*

- Congreso de Ciencias Ambientales COPIME 2009*. C.A. Buenos Aires; 7-9 de octubre de 2009 (en Cd).
7. DOUROJEANNI, A. *Procedimientos de gestión para el desarrollo sustentable*. Chile: CEPAL-ECLAC; 2000. Disponible en: < [www.eclac.org/publicaciones/xml/1/5541/lc1413e\\_Cap1-4.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/1/5541/lc1413e_Cap1-4.pdf) >
  8. DOUROJEANNI, A. ¿Quién gobierna a quién en la gestión del agua? CEPAL. Naciones Unidas. Foro de los Recursos Hídricos. Primer Encuentro Nacional. *El agua un derecho para todos*. Quito, Ecuador, 18-19 de abril de 2002, p. 1-42.
  9. BARRANQUERO, R. *Calidad del agua de consumo en la ciudad de Tandil*. [Tesis de Licenciatura] Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil; 2005. (inédita).
  10. CoFAPyS. CONSEJO FEDERAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Ministerio de Economía y obras y servicios públicos. *Normas de estudio, criterios de diseño y presentación de proyectos de desagües cloacales para localidades de hasta 30.000 habitantes*. Fundamentación de normas; 1993, Vol. II: 7-70.
  11. MIGUEL, R. E. *Gestión de residuos de arenas de fundición en Tandil y su impacto en el sistema hídrico subterráneo*. [Tesis de Maestría]. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata; 2009.
  12. AHRENS, T. P. Well design criteria: Part one. *Water Well Journal*. 1957; 11 (9): 1-40.
  13. CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. *Hidrología Subterránea*. Barcelona: Ediciones Omega; 1976.
  14. HERNÁNDEZ MUÑOZ, A., HERNÁNDEZ LEHMAN, A., GALÁN MARTÍNEZ, P. *Manual de depuración Uralita*. Sistemas para depuración de aguas residuales de hasta 20000 habitantes. Madrid: Thomson Editores; 2004.
  15. MARINELARENA, A. *Manual de autoconstrucción de sistemas de tratamiento de aguas residuales domiciliarias*. La Plata: FREPLATA Editores; 2006.
  16. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPEMENT. *OECD core set of indicators for environmental performance reviews*. Environment Monographs No. 83. Paris: OECD; 1993.
  17. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPEMENT. *OECD Environmental indicators. Development, measurement and use*. Reference paper. Paris: OECD; 2003. Disponible en: < [www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/7/47/24993546.pdf) >
  18. SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. Argentina. Indicadores de desarrollo sostenible. Disponible en: < [www.ambiente.gov.ar/?idseccion=60](http://www.ambiente.gov.ar/?idseccion=60) > [3 de septiembre de 2010].