

AGUA FUENTE DE VIDA



Miguel Auge

La Plata 2007

AGUA FUENTE DE VIDA

**Dr. Geól. Miguel Auge
Profesor Titular de Hidrogeología
Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Ciencias Geológicas**

auge@gl.fcen.uba.ar

Figura de tapa tomada de la Colección **AZUL Y VERDE** MINERALES

TEMAS

1. ORIGEN DE LA VIDA	1
2. CICLO HIDROLÓGICO	2
3. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL PLANETA	3
4. USOS DEL AGUA POR ACTIVIDAD	6
5. AGUA EN ARGENTINA	6
6. AGUA EN EL MUNDO	9
7. PROTECCIÓN DEL AGUA	10
8. PROVISIÓN A GENERAL RODRÍGUEZ	14
9. CONSTRUCCIÓN DE PERFORACIONES SEGURAS	18
10. ENSEÑANZA Y DIFUSIÓN	24
11. REGULACIÓN	24
12. CONCLUSIONES	25
13. BIBLIOGRAFÍA	26

CUADROS

1. AGUA EN LA TIERRA	4
2. EXTRACCIÓN DE AGUA EN EUROPA	5
3. USO DEL AGUA EN EL MUNDO	6
4. CONSUMO DE AGUA EN EL CONURBANO DE BUENOS AIRES	7
5. PRODUCTOS NECESARIOS PARA PREPARAR 1 m ³ DE SOLUCIÓN CLORADA	20
6. CANTIDAD DE LAVANDINA NECESARIA PARA PREPARAR 1 m ³ DE SOLUCIÓN CLORADA	21

FIGURAS

1. CICLO HIDROLÓGICO	3
2. DISTRIBUCIÓN EN LA HIDRÓSFERA	5
3. CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE UN POZO ABSORBENTE	8
4. DEFICIENTE FUNCIONAMIENTO DE UN POZO ABSORBENTE	8
5. DISPONIBILIDAD DE AGUA DULCE EN EL MUNDO	9
6. PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	10
7. DERROCHE VERSUS CUIDADO DEL AGUA	13
8. PERFIL HIDROGEOLÓGICO GRAL. RODRÍGUEZ - PILAR	14
9. ESPESOR Y PORCENTAJE DE ARENA - ACUÍFERO PUELICHE	15

10. ESPESOR Y PORCENTAJE DE ARENA - ACUÍFERO PUELICHE	16
11. PROFUNDIDAD TECHO - ACUÍFERO PUELICHE	17
12. CEMENTADO DE LA CAMISA	19
13. PERFORACIÓN CON FILTRO	19
14. PERFORACIÓN SIN FILTRO	19
15. PERFORACIÓN DE DIÁMETRO UNIFORME ACUÍFERO PAMPEANO	20
16. CEMENTADO DE LA CAMISA - ACUÍFERO PUELICHE	22
17. PERFORACIÓN DE DIÁMETRO VARIABLE ACUÍFERO PUELICHE	23
18. PERFORACIÓN DE DIÁMETRO UNIFORME ACUÍFERO PUELICHE	23

1. ORIGEN DE LA VIDA

Existen varias teorías sobre el origen de la vida en nuestro planeta, pero las más aceptadas refieren que la misma se produjo hace unos 3.500 millones de años por un proceso denominado **abiogénesis**, que significa la generación de seres vivientes a partir de sistemas inertes, mediante procesos inorgánicos. Al componente inicial de la vida se lo denomina **polímero primordial** y en su formación pudieron haber participado las proteínas y los ácidos nucleicos (ARN y ADN).

Las proteínas actúan como excelentes catalizadores, pero son incapaces de acumular información genética, por lo que no pueden replicarse. Por su parte los ácidos nucleicos almacenan información genética, pero necesitan de enzimas para duplicarse, vale decir de proteínas con actividad catalítica. Por ello, la combinación de ambos pudo haber originado la vida.

Luego de la aparición de la vida, los primeros organismos vivos del tipo unicelular (integrados por una sola célula) se desarrollaron en el agua.

Sin agua no existiría la vida, porque las plantas y los cultivos se alimentan con los minerales que tiene el suelo, pero para poder asimilarlos deben estar disueltos. Los vegetales absorben el agua con los minerales disueltos, a través de las raíces y mediante el proceso de fotosíntesis los transforman en sustancias alimenticias.

Tampoco existiría vida animal, porque la mayoría de los alimentos tienen un alto porcentaje de agua, como las carnes, verduras, frutas y leches. También el agua es uno de los componentes fundamentales de los seres vivos. Así, alrededor del 70% del peso de los bebés es agua, pasando al 60% en los jóvenes y adultos y al 50% en los ancianos.

De la superficie total de la Tierra, algo más del 70% está ocupado por el agua que forma los océanos y mares.

El agua es una de las sustancias más nobles que existen en la naturaleza. Puede presentarse en los 3 estados de la materia (líquido, sólido, vapor) y mantenerse durante largo tiempo (años) conservando su calidad, si no es afectada por contaminación.

El volumen total de agua en nuestro planeta no ha variado en los últimos 30 a 40 mil años, pero si ha sufrido un deterioro notorio la calidad, debido al crecimiento de la población y de las actividades asociadas.

A principios del siglo 20, la población mundial era de unos 1.600 millones, la industria tenía escaso desarrollo y por ende producía pocos efluentes y la agricultura se practicaba sin emplear plaguicidas y fertilizantes sintéticos. Al finalizar el siglo 20, la población mundial creció a más de 6.000 millones, la industria tuvo un desarrollo espectacular y la agricultura, casi sin excepción, utiliza plaguicidas y fertilizantes para mejorar los rendimientos.

Los crecimientos demográfico e industrial y el cambio en las prácticas agrícolas, generaron una alta carga de sustancias contaminantes que afectaron y afectan la calidad del agua, del suelo, del aire y de la biota, que en definitiva resultan en una degradación general de la calidad de vida de la población.

2. CICLO HIDROLÓGICO

Las ideas de los filósofos griegos y romanos sobre el origen del agua superficial y la subterránea tuvieron vigencia hasta el siglo 17 y se basaban en que la lluvia no era suficiente para abastecer el caudal de los ríos y que el suelo carecía de la permeabilidad necesaria para permitir la infiltración. Por ello, el funcionamiento hidrosférico o ciclo hidrológico, tal como se lo conoce en la actualidad, recién fue descubierto en el siglo 17, por dos investigadores franceses: Pierre Perrault y Edmè Mariotté y constituyen el punto de partida de la hidrología como ciencia. Perrault, midió la lluvia durante 3 años en la cuenca alta del Sena y el escurrimiento del río; concluyó que el volumen de agua precipitada era 6 veces mayor que la escurrida superficialmente. De esta forma se demostró la falacia de que las lluvias eran insuficientes para alimentar manantiales y ríos. Mariotté, llega a resultados similares en lo referente a la relación precipitación escurrimiento superficial y también define con precisión infiltración y circulación del agua subterránea. Posteriormente, Edmund Halley realizó mediciones de evaporación en el Mar Mediterráneo, demostrando que el volumen evaporado era suficiente para suplir la cantidad de agua que retorna a través de los ríos.

La ecuación que expresa el funcionamiento del ciclo hidrológico es:

$$P = Evt + Es + I$$

P: precipitación Evt: evapotranspiración Es: escorrentía I: infiltración

Precipitación. Es uno de los componentes primarios del ciclo y constituye la variable de entrada de todo sistema hidrológico. Se define como la caída de agua al estado líquido (lluvia) o sólido (nieve). La precipitación es un fenómeno discontinuo y sumamente variable en el espacio y en el tiempo.

Evaporación (E). Es la transformación del agua líquida en vapor. Principal responsable de la **evaporación**, es la energía solar. La evaporación junto con la **transpiración (Evapotranspiración Evt)** constituyen variables de significativa importancia hidrológica, siendo frecuentes en muchas partes del mundo valores de **Evt** entre el **60 y 90%** de la lluvia. La evaporación se asume como pérdida en la ecuación que sintetiza el balance hidrológico. La evaporación de un suelo sin vegetación se produce en la capa superficial, lo que genera un desequilibrio y el ascenso de agua más profunda por capilaridad. Si el suelo está saturado y desnudo, la evaporación es mayor que si está cubierto con vegetación.

Transpiración (Tr). Proceso físico – biológico por el que el agua líquida se vaporiza por acción del metabolismo de las plantas. El agua del suelo penetra por los pelos absorbentes de las raíces debido al proceso de ósmosis y llega a los vasos del tallo. La transpiración, que se produce por los estomas de las hojas, genera la succión necesaria para que el agua ascienda.

De ellos se desprende un neto predominio de las aguas marinas (más del 97% del total) que evidentemente constituyen la reserva más importante para los usos corrientes del futuro (agua potable, riego, uso industrial). Lamentablemente, al presente, el costo de la desalación del agua de mar es muy elevado, por lo que sólo existen pocas plantas de tratamiento en el mundo, donde no hay otra alternativa para la provisión (Kuwait - Israel) o en sitios turísticos con alto poder económico (Islas Canarias).

La mayor concentración de agua dulce (1,9%) se ubica en los casquetes polares en forma de hielo, lejos de los ámbitos poblados.

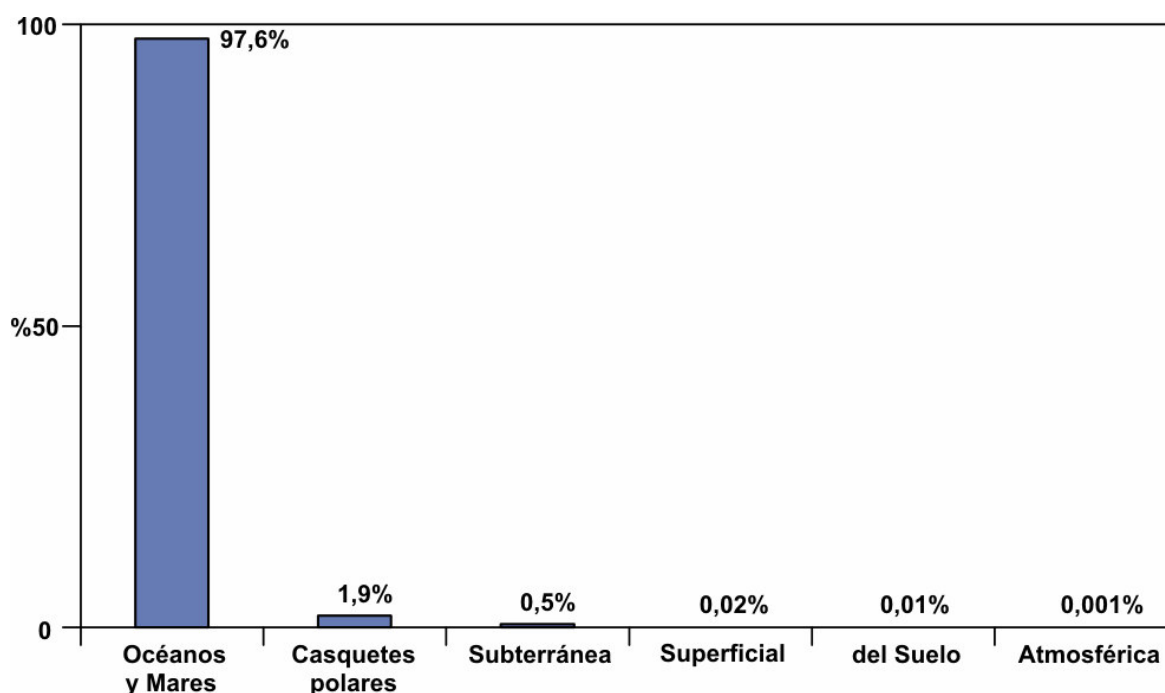
De las aguas continentales, el volumen almacenado hasta unos 1.000 m de profundidad (0,5%) supera con amplitud al que instantáneamente pueden contener los ríos y los lagos del mundo (0,02%).

CUADRO 1

	AGUA EN LA TIERRA			
	Area km² .10⁶	Volumen km³ .10⁶	%	Altura equivalente (m)
Océanos y mares	362	1.350	97,6	2.650
Casquetes polares	17	26	1,9	50
Subterránea	131	7	0,5	14
Superficial	1,5	0,3	0,02	0,6
del Suelo	131	0,2	0,01	0,4
Atmosférica	510	0,02	0,001	0,04
Total	510	1.383	100,03	2.715

FIGURA 2

DISTRIBUCIÓN EN LA HIDRÓSFERA



Algunos ríos, sin embargo, tienen caudales sorprendentes, caso del Río de la Plata que con un módulo de 20.000 m³/s, sería hábil por sí solo para abastecer a la población mundial actual (6.000 millones), a razón de 290 l/día por habitante (Auge, 2004).

De cualquier manera, el agua superficial está más expuesta a la contaminación y generalmente es mucho más cara, por el tratamiento que necesita para su potabilización, que la subterránea. Por ello, en la mayoría de los países desarrollados, que se caracterizan por optimizar los usos de los recursos naturales, el empleo de agua subterránea para consumo humano, supera apreciablemente al del agua superficial (cuadro 2).

CUADRO 2

EXTRACCIÓN DE AGUA EN EUROPA		
	km³/año	Agua subterránea para uso humano %
Alemania	6,24	67
Bélgica	0,57	76
Dinamarca	0,70	98
Francia	5,00	50
Holanda	1,15	63
Inglaterra	2,50	32
Italia	9,95	36

4. USOS DEL AGUA POR ACTIVIDAD

También resulta interesante indicar el consumo total de agua en el mundo y su evolución histórica, así como la distribución en relación al uso (cuadro 3).

CUADRO 3

USO DEL AGUA EN EL MUNDO							
	Consumo total	Agricultura		Industria		Agua potable	
año	km3/año	km3/a	(%)	km3/a	(%)	km3/a	(%)
1900	400	350	87,5	30	7,5	20	5
1950	1100	820	74,5	220	20	60	5,5
1975	3000	2200	73	650	22	150	5
2000	5000	3400	68	1250	25	350	7

Del cuadro 3 se desprende el neto predominio de la agricultura como consumidor de agua, alrededor del 70% del total extraído desde 1900, frente al **consumo humano** que sólo incidió en un promedio del 6%.

5. AGUA EN ARGENTINA

Alrededor del 75% del territorio argentino es árido o semiárido; o sea presenta déficit en el balance hídrico. A esto, se agrega el hecho de que sólo dos regiones tienen abundante agua superficial potabilizable (Mesopotamia y Cordillera Patagónica). Por ello el agua subterránea juega un rol importantísimo en la provisión para consumo humano y para riego. A nivel del país, aproximadamente un 50% del abastecimiento para consumo humano se capta del subsuelo y el otro 50% de la superficie. En el cuadro 4 se indican los consumos locales del Conurbano de Buenos Aires y de La Plata, durante 1990 (Auge, 2004).

CUADRO 4

CONSUMO DE AGUA EN EL CONURBANO DE BUENOS AIRES (1990)			
Población 8,9 millones			
	habitantes	agua superficial hm³/año	agua subterránea hm³/año
Población servida	3,5.10 ⁶	383	256
Población no servida	5,4.10 ⁶		100
Industria		100	300
Riego			120
Total		483 (38%)	776 (62%)
LA PLATA			
Población 700.000			
	habitantes	agua superficial hm³/año	agua subterránea hm³/año
Población servida	0,5.10 ⁶	55	50
Población no servida	0,2.10 ⁶		4
Industria		30	2
Riego			110
Total		85 (34%)	166 (66%)

Del cuadro se desprende que en el Conurbano, el mayor volumen de agua se destinó en 1990 al consumo humano (739 hm³) sobre un total de 1.259 hm³; o sea el 59%, seguido por la industria (400 hm³, el 32%) y finalmente el riego (120 hm³, el 9%). De la demanda total, un 62% se cubrió con agua subterránea y un 38% con agua superficial.

Algo parecido sucedió en relación al empleo de agua subterránea en La Plata, aunque aquí el índice respecto al total es algo mayor (66%). Sin embargo, en La Plata el volumen para riego (110 hm³) fue prácticamente igual que el utilizado para consumo humano (109 hm³) y ampliamente superior al empleado para la industria (32 hm³).

Esta relación entre la captación de agua subterránea y superficial, se modificó sustancialmente a partir de la década de 1990, fundamentalmente cuando se concesionó el servicio de agua potable y saneamiento del Conurbano, otorgándose a Aguas Argentina. Esta empresa sacó de servicio un número significativo de pozos, reemplazándolos por agua potabilizada del Río de la Plata, lo que modificó la relación del 60% de agua superficial al 40% de agua subterránea, a más del 95% de agua superficial. Esta modificación derivó en un ascenso continuado y progresivo del agua freática en la mayor parte del

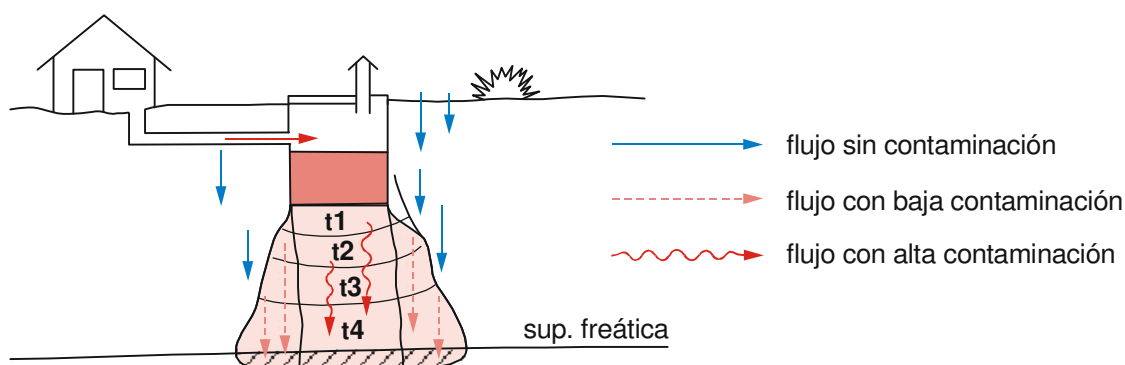
Conurbano. Así, los niveles que a fines de 1980 se ubicaban a 15, 20 y aún a 30 m de profundidad, a mediados de 1990 llegaron en muchos sitios hasta la superficie, generando numerosos inconvenientes a los habitantes de los partidos de Tigre, San Isidro, Vicente López, Gral. San Martín, Tres de Febrero, Morón, La Matanza, Lomas de Zamora, Esteban Echeverría, Alte. Brown y Quilmes (Auge, 2002).

A las roturas de pavimentos y veredas y rajaduras de paredes y pisos de viviendas, por la saturación del suelo, hay que agregarle el anegamiento de sótanos y cocheras bajo nivel y, en muchos casos, los terrenos y el interior de viviendas, comercios e instituciones públicas y privadas. Sin embargo, de todos estos inconvenientes el más riesgoso radica en que el agua subterránea aflorante está altamente contaminada en los lugares que carecen de desagües cloacales, debido a su contacto directo con los vertidos domésticos que se vuelcan en los pozos ciegos o absorbentes.

En la figura 3, se indica el funcionamiento de un pozo absorbente, en un sitio con agua freática profunda (más de 5 m). El pozo opera correctamente; el suelo, por encima de la superficie freática, actúa como un filtro natural que retiene a muchas sustancias contaminantes (metales, hidrocarburos, bacterias), aunque otras (nitratos) pueden llegar al acuífero (Auge, 2004).

FIGURA 3

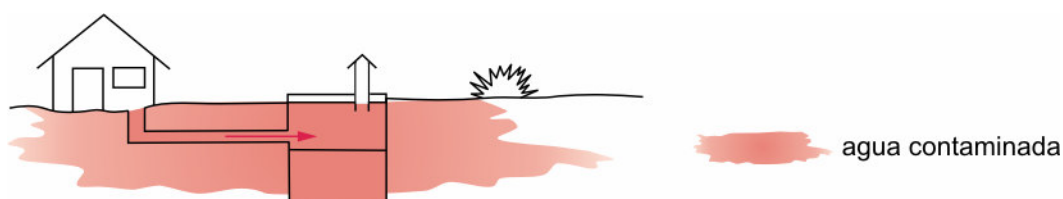
CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE UN POZO ABSORBENTE



En la figura 4, el agua freática está en superficie, y el suelo ya no puede actuar como filtro natural. El pozo desborda y el volumen de agua contaminada crece rápidamente. Esto da lugar a la existencia de un foco que deteriora significativamente la calidad ambiental y pone en serio riesgo la salud de la población.

FIGURA 4

DEFICIENTE FUNCIONAMIENTO DE UN POZO ABSORBENTE



La situación mencionada se agrava en los sitios donde existe provisión de agua por red pero no saneamiento cloacal. Al respecto, se estima que el 60% de la población del Conurbano posee servicio de agua por red (5,4 millones) y que sólo un 40% dispone de saneamiento cloacal (3,6 millones). Por lo tanto hay alrededor de 1,8 millones de habitantes que emplean un volumen importante de agua, cuyos efluentes son vertidos en el subsuelo (pozos ciegos).

Considerando un consumo medio de 200 l/día por habitante, se tiene que la cantidad de agua efectivamente vertida en los pozos absorbentes es de unos 360.000 m³/día, por los 1,8 millones de habitantes que tiene agua potable pero no cloacas. Dicho volumen implica el 16% de los 2,3 millones de m³/día que se distribuyen como agua potable en el Conurbano.

Si se toma la lluvia media de los últimos 40 años (1.000 mm/año en Ezeiza), se tiene que alrededor del 70% de la misma retorna a la atmósfera como vapor debido al proceso de evapotranspiración. Del 30% restante un 15% se infiltra y un 15% escurre a través de los ríos y arroyos.

Lo expuesto implica un ingreso natural por infiltración de 150 mm/a; o sea, de 1.500 m³ hectárea por año. **Esta magnitud resulta 9 veces menor que la derivada del vertido artificial en los pozos absorbentes** que se estima en 13.000 m³/ha/año, asumiendo 40 casas por manzana con 5 habitantes cada una (Auge, 2002).

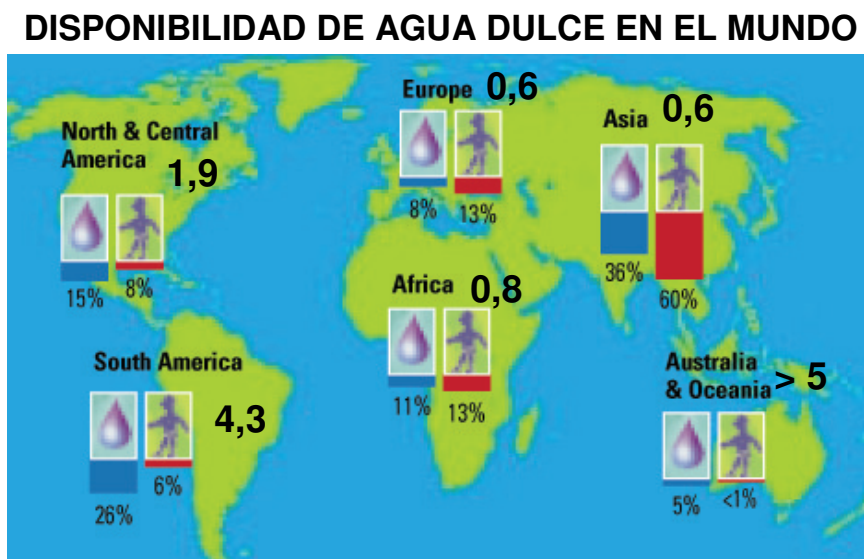
De la comparación surge claramente la incidencia que tiene el vertido artificial en el ascenso del agua subterránea del Conurbano de Buenos Aires, debido al error cometido por el concesionario al reemplazar los pozos por agua del Río de la Plata.

6. AGUA EN EL MUNDO

Aproximadamente 1.000 millones de personas en la actualidad sufren la carencia de agua en el mundo. Para el 2025 UNESCO estima que dicha cantidad va a crecer hasta 3.000 millones. La escasez de agua es particularmente crítica en el Norte de China, Norte de África y Este de Asia.

En la figura 5 se representa la disponibilidad de agua dulce y la población, en porcentajes y por continente (UNESCO, 2006).

FIGURA 5



De la misma se desprende que el continente más afectado es Asia, dado que tiene al 60% de la población mundial y sólo el 36% del total de agua disponible en el planeta, con un índice de 0,6. Europa, que alberga al 13% de la población del mundo, sólo dispone del 8% de la reserva mundial de agua, con un índice parecido al anterior (0,61). A estos le sigue África con el 13 y el 11% respectivamente (0,85). En el resto de los continentes, la disponibilidad supera al porcentaje de la población, con índices de 5 para Australia y Oceanía, 4,3 para Sudamérica y 1,9 para Norte y Centro América.

7. PROTECCIÓN DEL AGUA

Debemos cuidar al agua, tanto en lo referente a calidad como a cantidad.

Calidad. Respecto a este punto, no es mucho lo que puede hacer el ciudadano común para evitar la contaminación del recurso hídrico y en este sentido mucha mayor responsabilidad les cabe a las instituciones del Estado (nacionales, provinciales y municipales), a la industria y a los productores agropecuarios.

El ciudadano puede aportar en el mantenimiento de la calidad, evitando arrojar desechos y residuos en los ríos, arroyos y lagunas. Es común que los fines de semana, en los lugares de esparcimiento vecinos a cuerpos de agua superficial, se arrojen bolsas de polietileno vacías o con basura, botellas de plástico y de vidrio, latas y otros tipos de residuos, que finalmente terminan flotando, o en el fondo de dichos cuerpos (figura 6). Algo similar sucede en las playas de la costa bonaerense durante las vacaciones, con el agravante de que en éstas, la carga de sustancias contaminantes es diaria, abarcando un lapso de 4 meses al año.

FIGURA 6

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA



Otra forma de preservar la calidad del agua superficial es no volcar en ella los efluentes domésticos de baños y cocinas, práctica frecuente en asentamientos poblacionales de bajos recursos, situados en las márgenes de ríos como el Matanza-

Riachuelo, Reconquista y Luján y en las de arroyos como el Morón, Santo Domingo, Las Catonas, Burgueño, Pinazo, etc.

A las instituciones oficiales de nivel nacional, provincial y municipal, les cabe la mayor responsabilidad en el cuidado de la calidad del agua. A ellas les compete la construcción y operación de plantas para el tratamiento de los efluentes cloacales, en forma directa, o a través de concesiones eficientes, mediante contrataciones adecuadas, que aseguren, la ejecución de las obras y la correcta prestación de los servicios. En este sentido, la experiencia resultante de la privatizaciones de los servicios de agua potable y saneamiento, realizados en la década de 1990, fue lamentable, debido a la falta de previsiones en los contratos que en la generalidad favorecieron a los concesionarios y a la tardía creación e ineficiente funcionamiento de los entes de control, en cuyos directorios no debieron tener representación, pero que la tuvieron, los concesionarios de los servicios. Esto derivó en el incumplimiento de obras e inversiones, lo que obligó al Estado a rescindir la mayoría de los contratos, como sucedió con Aguas Argentinas, Azurix y en Gral. Rodríguez y partidos vecinos con AGBA.

Actualmente se vierten al Río de la Plata, sin tratamiento pues no se construyeron las plantas para ello, los efluentes cloacales de 3 millones de habitantes de la Capital y de otros 3,6 millones del Conurbano (6,6 millones en total), lo que ocasiona un fuerte impacto ambiental en el calidad del río. Esta altísima carga contaminante puede ser absorbida por el Río de la Plata, cuando las condiciones son favorables, debido a que es uno de los más caudalosos de América Latina, sólo superado por el Amazonas y el Orinoco. En efecto, con el caudal medio del Río de la Plata (20.000 m³/seg) se podría abastecer a la población mundial (6.000 millones) a razón de 290 litros día por habitante (Auge, 2004). La dotación mencionada resulta trascendente, si se la compara con la que la OMS recomienda para un abastecimiento que cubra las necesidades básicas (alimentación e higiene), que es de 50 l/día por persona.

Cuando el aporte de los ríos Paraná y Uruguay es escaso y si a esto se le suman vientos dominantes del NO, se produce la bajante del Río de la Plata y la disminución de la capacidad de oxigenación lo que deriva en una mayor concentración de materia orgánica, mayor contaminación y mortandad generalizada de peces.

A la contaminación por efluentes cloacales, hay que agregarle la que recibe el río por desechos industriales de todo tipo (metales pesados, hidrocarburos, fenoles, plaguicidas, materia orgánica, etc).

Respecto a los vertidos industriales, son pocos los establecimientos que cuentan con plantas de tratamiento, por lo que la gran mayoría vuelca los efluentes crudos en ríos y arroyos que finalmente descargan en el Río de la Plata. Resulta patético ver el estado en que se encuentran los ríos y los arroyos mencionados previamente, que son verdaderos desagües cloacales a la intemperie.

En la década de 1960, bajo gobiernos dictatoriales militares, se sancionó una ley cuyo espíritu era: "se permite deteriorar la calidad del ambiente por contaminación, pero el que contamina debe pagar". La finalidad era que con la

recaudación se construyeran las plantas para el tratamiento previo de los vertidos. **La realidad fue que la recaudación se obtuvo, pero las plantas no se construyeron.**

Los productores agropecuarios también tienen su cuota de culpa en la contaminación del agua.

Donde se cultiva en forma intensiva (verduras, flores y frutas) se emplean fertilizantes para mejorar la aptitud del suelo y además se utilizan altas cargas de plaguicidas para aumentar el rinde de los cultivos. Estos últimos son muy tóxicos, particularmente los organoclorados y los organofosforados, y los primeros pueden mantenerse activos en el suelo y los vegetales durante lapsos muy prolongados (años). Pese a que los organoclorados están prohibidos, se los sigue utilizando fundamentalmente porque son baratos.

Los plaguicidas no sólo dañan la calidad del suelo y de las plantas, sino también la del agua superficial y eventualmente la del agua subterránea.

Donde se cultiva en forma extensiva (soja, trigo, maíz, girasol) también se usan plaguicidas, pero en estos casos es común que se los aplique desde el aire, mediante el empleo de aviones.

Otras fuentes de polución para el agua y el suelo, que se han extendido rápidamente en los últimos tiempos, son los feed lots o lotes para alimentación del ganado. En estos lotes se hacina la hacienda, concentrando 300 o 400 animales por hectárea cuando históricamente en la Pampa Húmeda se criaba una vaca por ha. Las bostas y orines de los animales contienen bacterias, virus y materia orgánica que derivan en la contaminación bacteriológica y con nitratos del agua superficial y la subterránea.

Respecto al cuidado de la calidad del agua para consumo doméstico, es conveniente clorar los tanques y cisternas de almacenamiento, al menos 2 veces por año. Además estos deben estar perfectamente cerrados y ser de paredes que no permitan el paso de la luz solar, para evitar la formación de algas y la proliferación bacteriana.

Para la cloración se recomienda agregar 1 gota de agua lavandina al 5% de cloro por cada litro de agua a purificar. La lavandina mencionada es la que se utiliza normalmente para la desinfección de baños, cocinas y patios. Veinte gotas equivalen aproximadamente a 1 cm³ o a 1 mililitro. Por lo tanto, un tanque de almacenamiento de 500 L requerirá 25 cm³ de lavandina. Luego del vertido, se deja en reposo durante 1 hora y posteriormente se evacúa el contenido abriendo una o más canillas, para volver a llenarlo y dejar que el agua corra hasta que no tenga gusto a cloro.

Para la cloración de una perforación se procede de la misma manera; hay que calcular el volumen almacenado considerando el diámetro del pozo y la altura de la columna de agua. En este caso se aumenta la cantidad de lavandina al 5% a 2 litros por cada 1.000 de agua (Auge, 2005).

Cantidad. Sobre este punto si es muy importante el ahorro que podemos realizar los ciudadanos en el consumo de agua. Se mencionan a continuación algunos caudales derivados del uso de artefactos y de prácticas domésticas.

Una canilla totalmente abierta vierte unos 700 litros por hora (L/h), que equivalen a unos 17.000 L/día. Retomando la dotación recomendada por la OMS de

50 L/día por persona, el agua que sale por una canilla al cabo de un día es suficiente para abastecer a 340 personas.

Una ducha de media hora insume unos 300 litros y una de 10 minutos, tiempo más que suficiente para bañarse, sólo 100 L.

El lavado de un auto utilizando manguera insume unos 550 L y empleando balde, sólo 50 L.

Otra forma de derroche es el lavado de veredas empleando mangueras, que suelen efectuar las amas de casa o su empleadas y particularmente los encargados de edificios de departamentos. El gasto de esta práctica y el ahorro que puede lograrse usando balde, son similares a los citados para el lavado del automóvil.

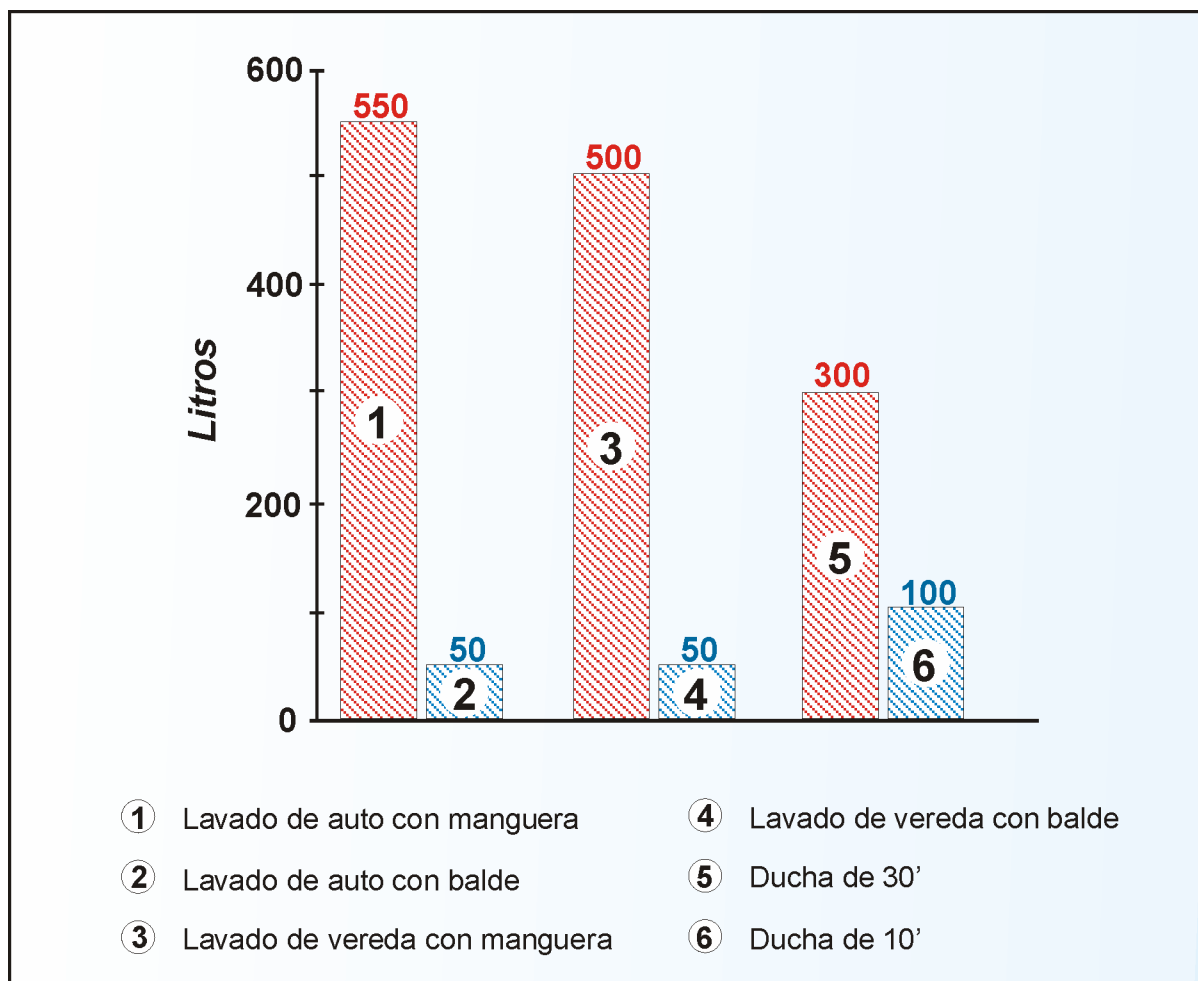
En algunas ciudades como Nueva York, se logró un ahorro importante reduciendo los depósitos de los baños de 15 a 10 litros. Los depósitos estándar que se producen en nuestro país tienen 15 L y una familia de 5 personas emplea unas 25 veces al día la descarga al inodoro, lo que insume 375 litros de agua potable.

En la figura 7 se indican los consumos más frecuentes y los ahorros que pueden efectuarse.

Otro artefacto generador de derroche que se ha difundido últimamente es el lavarropa automático, pues suele realizar 3 y hasta 4 enjuagues, con un consumo de alrededor de 200 litros por lavado.

FIGURA 7

DERROCHE VERSUS CUIDADO DEL AGUA



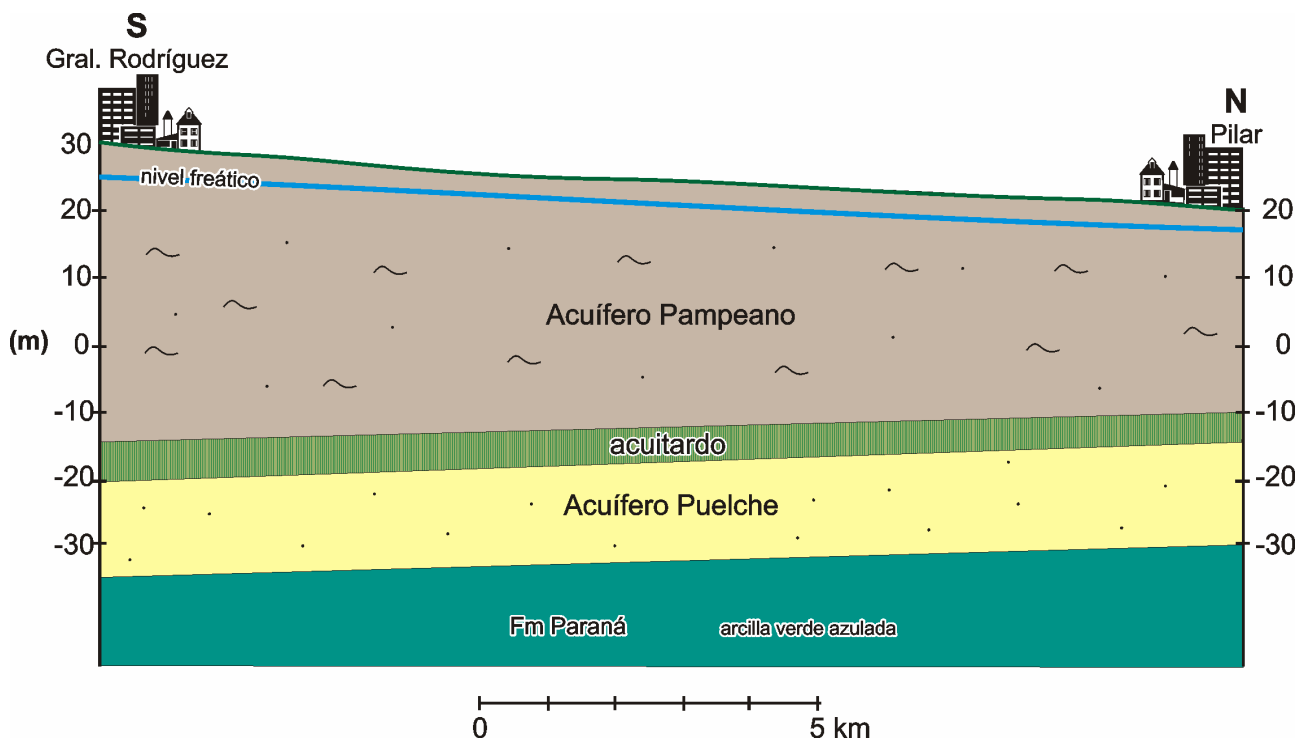
8. PROVISIÓN A GENERAL RODRÍGUEZ

General Rodríguez se abastece de agua para los usos corrientes mediante la captación del Acuífero Puelche, integrado por una formación de arenas cuarzosas, finas y medianas, de entre 15 y 20 m de espesor, cuyo techo se emplaza a unos 50 m de profundidad.

La figura 8 es un perfil esquemático del subsuelo, donde se representa a los dos acuíferos más explotados en el NE de la Provincia de Buenos Aires (Pampeano y Puelche).

FIGURA 8

PERFIL HIDROGEOLÓGICO GRAL. RODRÍGUEZ – PILAR



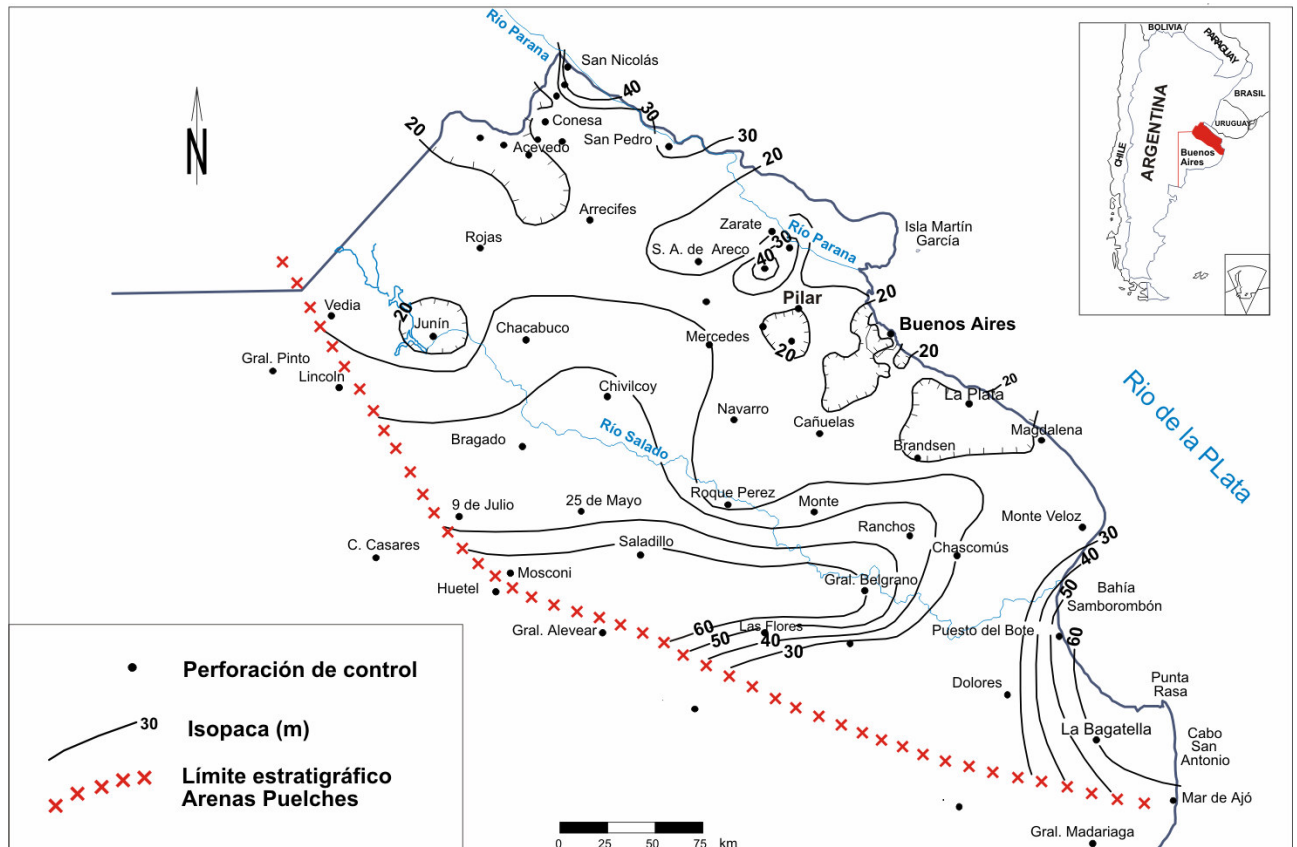
Del superior (Acuífero Pampeano), se abastece la población de menor poder adquisitivo, mediante perforaciones que generalmente carecen de entubamiento, o si lo tienen, éste no actúa como elemento de aislación para evitar que el agua normalmente contaminada de la capa freática, pueda circular libremente por dentro del pozo.

El inferior (Acuífero Puelche), es uno de los más importantes del país, pues no sólo se ubica en el NE de la Provincia de Buenos Aires, sino también en el Sur de Santa Fe, SE de Córdoba, y en la mayor parte de Entre Ríos y de Corrientes; en estas dos últimas con el nombre de Acuífero Ituzaingó (Auge et al, 2005). Al Puelche (Pu), se lo emplea para consumo humano, riego y para la industria. Está más protegido de la contaminación que el Pampeano, del que normalmente lo separa una capa de baja permeabilidad (acuitardo) y se caracteriza por su excelente calidad química y bacteriológica en la mayor parte de su extensión y brindar caudales adecuados para los usos requeridos, aún para el riego de arroz en las provincias de Entre Ríos y Corrientes, práctica que demanda caudales muy altos, del orden de 200 m³/h por pozo.

En la figura 9 (Auge et al, 2002) se indica la extensión y el espesor de las Arenas Puelches en la Provincia de Buenos Aires, donde ocupan alrededor de 92.000 km² en el sector NE. En la misma se aprecia que de valores de espesor entre 20 y 30 m, dominantes en Buenos Aires y alrededores, se pasa a más de 60 m en Gral. Belgrano, Saladillo y Mosconi, como así también hacia la Bahía Samborombón y el Cabo San Antonio.

FIGURA 9

EXTENSIÓN Y ESPESOR DEL ACUÍFERO PUELCHE

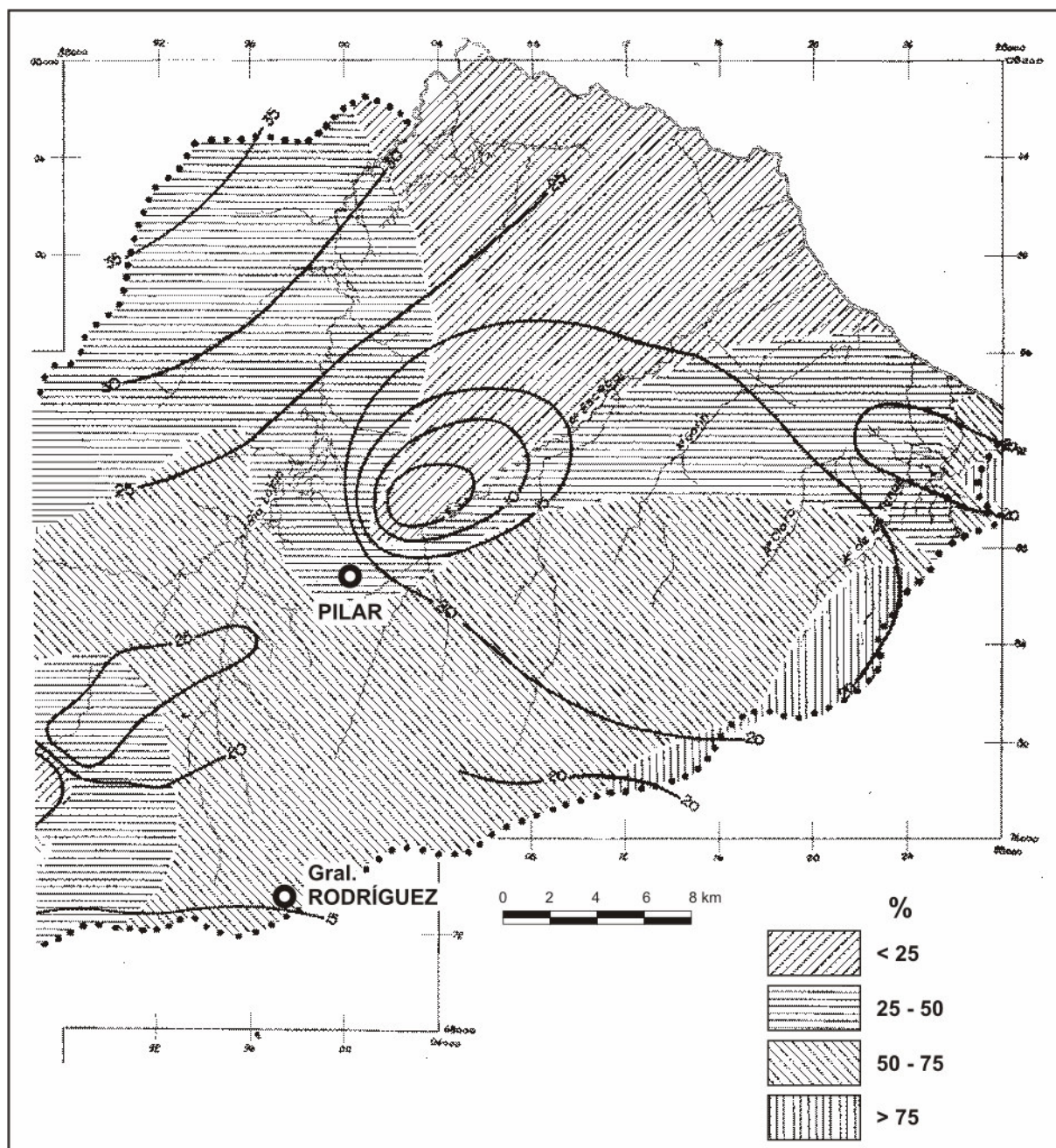


El volumen de agua potable almacenada por el Acuífero Puelche en la Provincia de Buenos Aires es de unos 280.000 hm³ (280 millones de m³).

En la figura 10 se reproduce el espesor y el porcentaje de la fracción arena en los sectores medio e inferior de la Cuenca del Río Luján (Sala et al, 1972), apreciándose que en Gral. Rodríguez, ubicada en la divisoria de aguas entre las cuencas de los ríos Luján y Reconquista, el espesor oscila en 15 m y el porcentaje de fracción arena es mayor al 75.

En la figura 11 se reproduce el mapa de profundidad del techo del Acuífero Puelche (Auge et al, 2002), notándose un marcado hundimiento desde el NE (riberas de los ríos Paraná y de la Plata) donde se ubica entre 20 y 30 m, hacia el SO (Junín, 9 de Julio, Vedia) donde se emplaza a más de 120 m de profundidad.

ESPESOR Y PORCENTAJE DE ARENA ACUÍFERO PUELCHE



De acuerdo a los datos del censo de 1990, la población del Partido era de 48.000 habitantes de los cuales sólo el 13% (6.000) disponían de los servicios de agua potable y cloacas y un 3% más (1.500) de agua potable solamente.

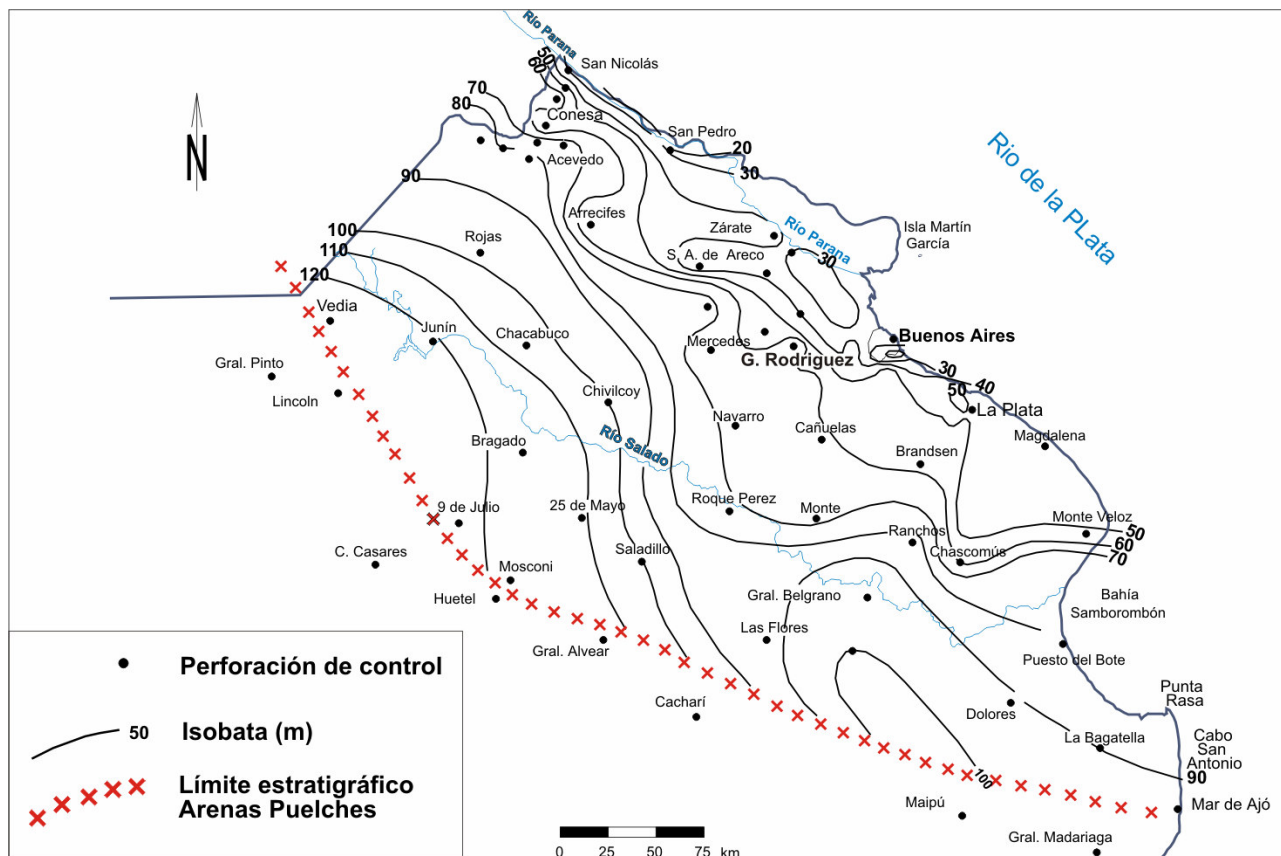
Los índices son claros y demostrativos de la escasa cobertura en servicios básicos (agua y saneamiento) que tiene la población de Gral. Rodríguez.

Pese a que no dispongo de datos actualizados sobre el tema, la situación no debe haber mejorado sustancialmente con la concesión que se le efectuara inicialmente a Azurix y posteriormente a AGBA, pues en julio pasado, el Gobernador de la Provincia de Buenos Aires, le rescindió el contrato, a esta última y puso a cargo de la prestación del servicio a ABSA (Aguas Bonaerenses S.A.). La misma

determinación se tomó en los partidos de Merlo, Moreno, San Miguel, Malvinas Argentinas, José C. Paz y Escobar. La cobertura en dichos partidos alcanza al 36% en agua potable y 29% en cloacas. Esta situación tipifica al resto del Conurbano donde la relación no supera al 60 y 40% respectivamente.

FIGURA 11

PROFUNDIDAD TECHO ACUÍFERO PUELICHE



No cabe duda que este déficit es una de las deudas más importantes que han tenido y tienen todavía, todos los gobiernos nacionales y provinciales con los habitantes del Conurbano, desde los inicios y particularmente desde mediados del siglo pasado, que fue cuando se incrementó notablemente su población.

Las previsiones actuales son que en los próximos 30 años se llegue a una cobertura mayor al 90% en ambos servicios; **esperemos que se cumpla.**

La disponibilidad de agua segura en su calidad, es una de las vías más eficientes para evitar la transmisión de una amplia gama de graves enfermedades entre las que se destacan por contaminación con organismos patógenos: diarrea, hepatitis A, cólera, disentería, fiebre tifoidea y por sustancias inorgánicas y orgánicas: cianosis, cáncer, y afecciones de la piel, del sistema nervioso central, de los huesos, de los dientes, del hígado, de los riñones, etc.

Dado que de cumplirse la cobertura con servicios centralizados, su implementación llevará varias décadas, lo que se puede hacer en el intervalo es construir perforaciones seguras.

9. CONSTRUCCIÓN DE PERFORACIONES SEGURAS

Se mencionan en este punto las técnicas y los métodos más adecuados para la construcción de perforaciones destinadas a evitar la contaminación de los acuíferos Pampeano y Puelche.

Acuífero Pampeano (Pa)

Las perforaciones terminadas en el Pa, la mayoría de las cuales se emplean para abastecimiento doméstico, en barrios donde la población tiene poco poder económico, deben entubarse y cementarse para evitar que el agua, normalmente contaminada de la capa freática, afecte a niveles más profundos del acuífero. La contaminación bacteriológica y con otros efluentes domésticos está muy difundida en los barrios que carecen de cloacas y vierten los desechos en pozos absorbentes, también conocidos como pozos ciegos. En estos sitios, la cantidad de pozos ciegos suele superar a la de perforaciones para la captación de agua y el espacio disponible en los terrenos, limita el distanciamiento entre ambos. También es frecuente que, aunque exista espacio suficiente en un terreno individual y la distancia entre el pozo ciego y la perforación sea adecuada en el mismo (al menos 20 m), el pozo ciego del vecino se ubique a una distancia mucho menor, por lo que el distanciamiento es un problema difícil de resolver. De cualquier manera, en el caso de existir espacio suficiente, se recomienda que la distancia entre el pozo ciego y la perforación no sea menor a 20 m.

Para evitar el flujo rápido descendente por dentro del pozo durante el bombeo, lo que permite el transporte y la llegada de los contaminantes bacterianos activos al punto de captación, es necesario entubar y cementar el tramo superior de la perforación. De esta forma el agua freática debe circular a través de los limos arenosos que componen el Pa, lo que reduce significativamente la velocidad de flujo e incrementa notoriamente el tiempo de llegada. Así, las bacterias pierden su capacidad agresiva, dado que la mayoría muere al cabo de unos 50 días de estar fuera de su hábitat más propicio (pozo ciego).

Lo que sigue es una síntesis del **Reglamento para la Construcción de Perforaciones Destinadas a la Captación de Agua en el Partido del Pilar**, preparado por el suscrito para dicho Municipio.

Para lograr buenos entubamientos y cementaciones, es necesario perforar con una herramienta que tenga un diámetro de al menos 4" (pulgadas) mayor al exterior de la cañería camisa. Ejemplo: si la cañería camisa fuese de 3", debe perforarse con 7" y si esta fuese de 4", el diámetro de la perforación debe ser al menos de 8".

La cañería camisa puede ser de hierro negro, hierro galvanizado, o PVC reforzado, con rosca o junta enchufada, en este último caso, pegada con un adhesivo para PVC. El encamisado debe ocupar al menos las 2/3 partes superiores de la longitud total de la perforación. Ejemplo: si el pozo fuese de 45 m, el caño camisa debe tener por lo menos 30 m.

Lo ideal es perforar hasta la profundidad en que se instalará la zapata de la camisa, luego bajar la cañería y proceder a cementar el espacio anular desde abajo hacia arriba. Para ello hay que emplear una tubería de inyección de $\varnothing 1''$, cuyo extremo inferior puede bajarse hasta 50 cm del fondo del pozo e inyectar el cemento, mediante bombeo (figura 12), preparando la lechada con 1 bolsa de 50 kg en 25 litros de agua y empleando la cantidad de bolsas que fuese necesario, de acuerdo al volumen del espacio anular. La inyección de cemento debe continuarse hasta que éste aparezca en superficie y, luego de esperar 72 horas para permitir un correcto fragüe, se prosigue la perforación por dentro de la cañería camisa hasta alcanzar la profundidad final. En el tramo inferior de la perforación, por debajo de la zapata, podrá instalarse un caño filtro (figura 13), o podrá dejarse sin entubar (figura 14).

También podrá ejecutarse el pozo con el mismo diámetro hasta la profundidad final, pero en este caso deberá instalarse caño filtro del mismo diámetro que la camisa y engravar hasta alcanzar las 2/3 partes que le corresponden al encamisado (figura 15).

FIGURA 12

CEMENTADO DE LA CAMISA

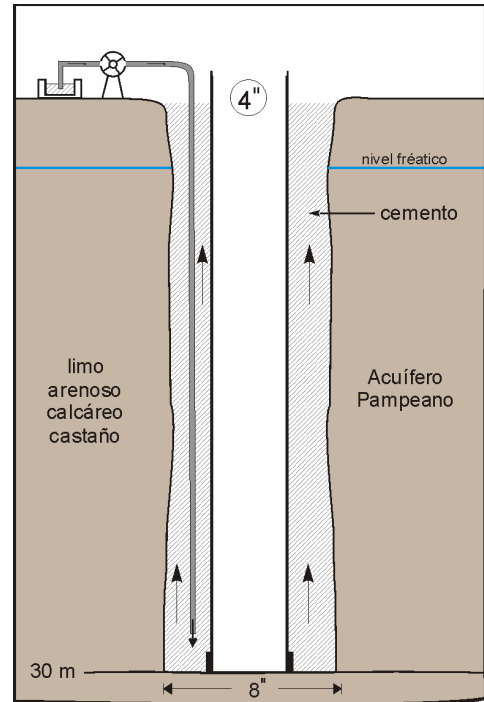


FIGURA 13

PERFORACIÓN CON FILTRO

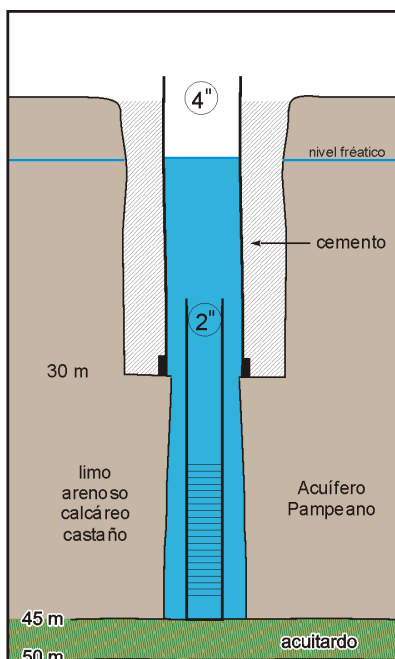
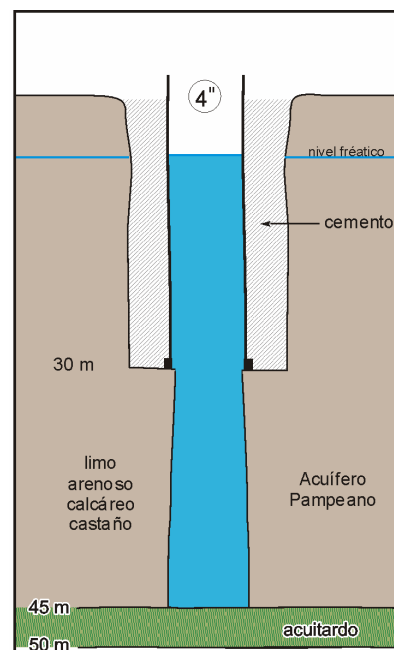


FIGURA 14

PERFORACIÓN SIN FILTRO

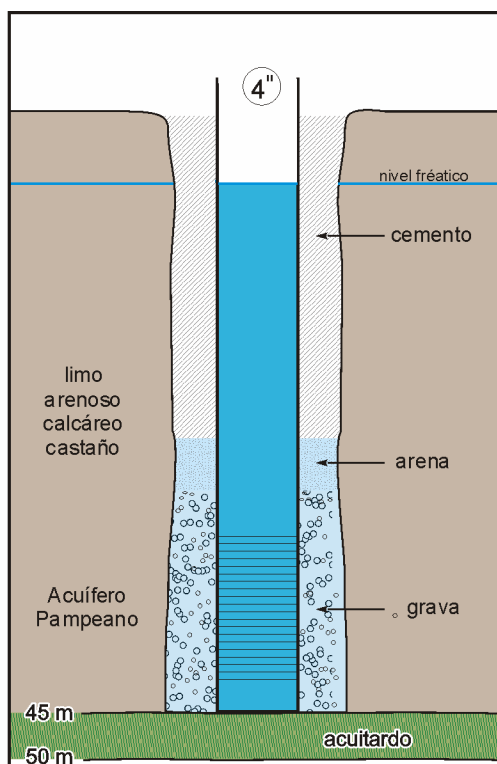


La relación entre los diámetros del pozo y del entubamiento, así como la forma de practicar la cementación, son las mismas que las mencionadas en el punto anterior.

Para evitar la penetración del cemento en el prefiltro de grava, es conveniente agregar arena de construcción en el tramo superior del engravado.

FIGURA 15

**PERFORACIÓN DE DIÁMETRO UNIFORME
ACUÍFERO PAMPEANO**



Una vez finalizada la perforación, se recomienda desinfectarla mediante el agregado de cloro como hipoclorito de sodio o de calcio. En el cuadro 5 se indican los pesos y las concentraciones adecuados para la cloración con hipoclorito de calcio y en el 6 con lavandina.

CUADRO 5

Concentración de cloro ppm	Cloro gramos	Hipoclorito de calcio seco gramos
50	50	70
100	100	140
150	150	200
200	200	300
300	250	400
400	350	500

Productos necesarios para preparar 1 m3 de solución clorada

Concentración de cloro ppm	Litros de lavandina para las siguientes concentraciones %		
	5	7	10
50	1,0	0,71	0,5
100	2,0	1,43	1,0
150	3,0	2,14	1,5
200	4,0	2,86	2,0
300	6,0	4,28	3,0
400	8,0	5,72	4,0

Cantidad de lavandina necesaria para preparar 1 m3 de de solución clorada

Para lograr una buena desinfección se requiere una solución de alrededor de 100 ppm de cloro disponible en el pozo, por lo que, para efectuar la preparación, debe considerarse la dilución que producirá el volumen de agua contenida en el mismo. Ejemplo: si la perforación es de 8" el volumen almacenado será de 32 litros por metro y si la columna de agua fuese de 30 m, la contenida en el pozo rondaría los 1.000 litros. Por lo tanto para lograr una solución de 100 ppm en el pozo, deben agregarse 4 litros de lavandina al 5%, en 1 m3 de agua.

Luego de verter la solución de hipoclorito en el pozo, para lo cual es recomendable el empleo de una tubería de inyección, debe agitársela para lograr un buen mezclado. La agitación puede realizarse por cuchareo, pistoneo, o mediante una bomba sin válvula de pie; en este último caso, la extracción debe interrumpirse ni bien el agua mane por la cañería de descarga, para evitar que la entrada desde el acuífero diluya la solución. Después de lograr un buen mezclado, que implica unos 10 arranques y paradas sucesivas, se deja reposar al menos durante 12 horas. Luego se bombea hasta que el agua no tenga olor a cloro, o si se dispone de un detector de cloro libre, hasta que la concentración sea inferior al 0,001%.

Posteriormente, se procederá a tomar una muestra para analizarla químicamente y otra bacteriológicamente. En el análisis químico se deberá determinar: pH, conductividad eléctrica, dureza, alcalinidad total, bicarbonatos, carbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, sílice, sodio, calcio, magnesio, arsénico y flúor. En el análisis bacteriológico: coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y *pseudomonas*. Respecto a la muestra para el análisis bacteriológico, se recuerda que la misma debe ser envasada en un recipiente estéril y mantenida en frío hasta su entrega en el laboratorio, dentro de las 24 horas posteriores a la toma. Además, el punto de toma debe ser previamente desbacterizado, mediante el flameo con un hisopo impregnado en alcohol durante 1 minuto.

Finalmente, para preservar sanitariamente la perforación, se recomienda cerrar convenientemente la boca, con un tapa roscada, soldada o pegada y obturar con caucho o gomapluma, los espacios de salida de la cañería de impulsión y el cable de alimentación de la bomba. También se recomienda dejar instalado un tapón con rosca de $\varnothing 3/4"$, que permita bajar una sonda piezométrica para medir el nivel hidráulico.

El borde superior del caño camisa deberá sobresalir al menos 30 cm por encima del terreno y de ser una zona inundable, la altura necesaria para impedir el ingreso de agua superficial por la boca del pozo.

Acuífero Puelche (Pu)

El Puelche es el acuífero más importante del Partido de General Rodríguez. Se lo emplea para consumo humano, riego e industria.

Todas las perforaciones terminadas en el Puelche deben entubarse y cementarse adecuadamente para impedir la posible contaminación a partir del Pampeano sobrepuesto que, además de bacteriológica, puede ser química, fundamentalmente por la migración de nitratos, como sucede en gran parte del Conurbano Bonaerense.

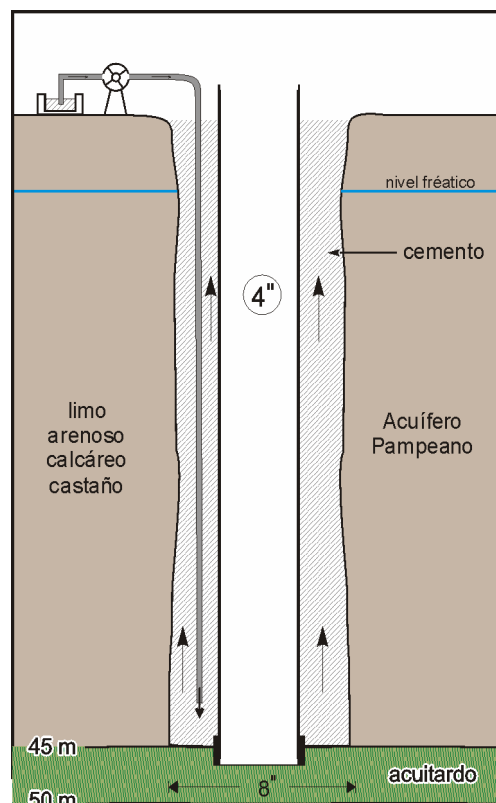
Para el distanciamiento entre perforaciones al Pu y pozos ciegos, se mantienen las mismas recomendaciones realizadas al tratar del Acuífero Pampeano. El diámetro de la perforación también debe ser al menos 4" mayor que el exterior de la cañería camisa, tal como se indicó para el Pa.

Para instalar la camisa de aislación, debe perforarse hasta alcanzar el techo del acuitardo, limo-arcilloso gris claro, de unos 5 m de espesor, que separa al Acuífero Pampeano del Puelche.

La profundidad del acuitardo es variable en el Partido de Gral. Rodríguez, donde suele ubicarse a unos 45 m, disminuyendo hacia Pilar a 35 m. Si bien el acuitardo presenta una considerable continuidad areal, en algunos sitios puede faltar; en estos casos, la perforación puede extenderse hasta la aparición de las primeras arenas finas, a veces limosas, que caracterizan al techo del Puelche, para instalar allí la zapata de la camisa.

De existir el acuitardo, se deberá hincar el extremo inferior de la cañería de aislación, golpeando el cabezal, hasta penetrar al menos 50 cm, en el caso de emplear camisa de acero negro o galvanizado. De emplearse cañería de PVC reforzada, con junta enchufada y pegada, es conveniente realizar el hincado mediante presión continua.

FIGURA 16
CEMENTADO DE LA
CAMISA
ACUÍFERO PUELCHÉ



Luego de hincada la camisa, se procederá a cementarla, siguiendo el mismo procedimiento mencionado para el Acuífero Pampeano; o sea bajando una cañería de inyección de $\varnothing 1''$ por el espacio anular hasta 50 cm del fondo, e inyectando el cemento hasta que la lechada llegue a superficie (figura 16). Después de 72 horas de inactividad, para permitir un correcto fraguado del cemento, se reiniciará la perforación por dentro de la camisa, hasta alcanzar la profundidad final.

El tramo inferior de la perforación, dentro de las Arenas Puelches, podrá entubarse con cañería filtro y portafiltro, o podrá dejarse abierto. A efectos de evitar el ingreso de arena y el daño que la misma produce en los equipos de bombeo, se recomienda colocar filtro y engravar (figura 17).

También se puede perforar con el mismo diámetro hasta la profundidad final, pero en este caso deberá instalarse caño filtro del mismo diámetro que la camisa y engravar hasta cubrir unos 3 m el extremo superior del filtro. Luego se procederá a cementar y para evitar la penetración del cemento en el prefiltro de grava, es conveniente agregar arena de construcción en el tramo superior del engravado (figura 18).

Para la elección del tamaño de la grava y la abertura de la rejilla, se recomienda seguir los procedimientos mencionados en los capítulos 5.2, 5.3, y 5.4 del Ebook "Perforaciones Hidrogeológicas", en:

www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/libros.htm

Para los ítems desinfección, muestreo químico y bacteriológico, protección sanitaria y posición del extremo superior del caño camisa, se mantienen las instrucciones señaladas en 4.1. Acuífero Pampeano.

FIGURA 17
PERFORACIÓN DE DIÁMETRO VARIABLE
ACUÍFERO PUELICHE

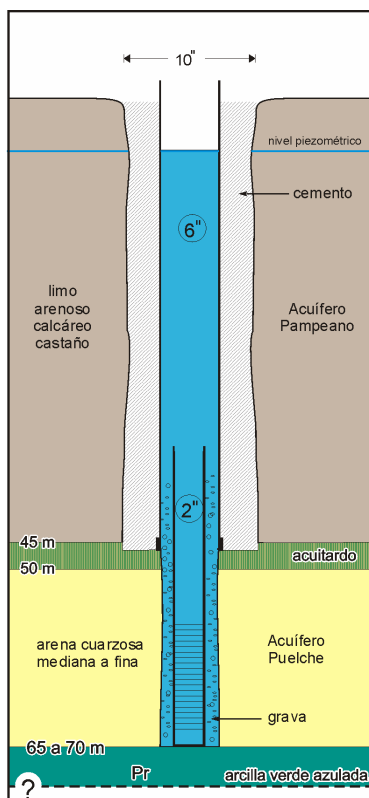
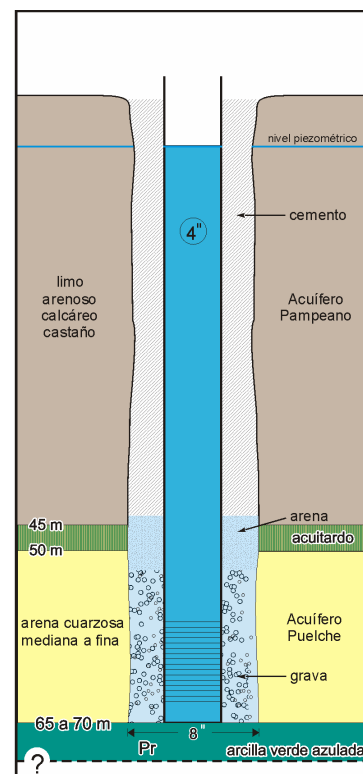


FIGURA 18
PERFORACIÓN DE DIÁMETRO UNIFORME
ACUÍFERO PUELICHE



Acuífero Paraná (Pr)

Está contenido en una secuencia de arenas medianas, blanquecinas, con fósiles marinos, que se ubican por debajo de una sección arcillosa verde - azulada, que actúa como piso del Acuífero Puelche, entre 65 y 70 m de profundidad. Dado su origen marino, el agua del Pr es salobre o salada y por ello no se lo explota para los usos corrientes.

10. ENSEÑANZA Y DIFUSIÓN

Es poco lo que se enseña y se difunde respecto a la importancia que tienen los recursos naturales y en especial el agua, como factores esenciales para la vida y además la trascendencia que implica su cuidado y preservación.

En el primer caso, debieran incluirse en todos los planes de estudio tanto de nivel primario, como secundario, terciario y universitario, materias que traten específicamente sobre los recursos naturales (agua, suelo, aire, biota, minerales e hidrocarburos), señalando sus características y comportamientos, el grado de renovabilidad, el uso sustentable que debe hacerse de los mismos, su cuidado y preservación.

Actualmente son numerosas las currículas que carecen de estos temas, o si los tratan lo hacen como complementos de otros. En algunas carreras de universidades nacionales, los temas ambientales brillan por su ausencia y sus graduados egresan con el conocimiento que eventualmente pueden lograr a través de sus inquietudes personales.

Algo similar ocurre con los medios de difusión, que son las vías de acceso más directas para el conocimiento de los temas ambientales que tiene aquella franja de la población que ya ha dejado las aulas. En este sentido, si bien en los últimos tiempos la radio, la televisión y la prensa escrita, han atendido con mayor dedicación la temática ambiental, todavía queda mucho por hacer, aunque la previsión indica que muy probablemente se mantenga la expansión en el futuro, debido al interés creciente de la población.

11. REGULACIÓN

Como sucede con la mayoría de las actividades, prácticas y comportamientos de diversa índole, existen numerosas leyes, ...y ordenanzas de alcance nacional, provincial y comunal, referidas a la forma en que deben desarrollarse. Lamentablemente la mayor falencia en este sentido, se produce en el aspecto más trascendente, que es la aplicación y por ende el cumplimiento efectivo de las mismas.

En definitiva: generalmente la regulación existe pero no se cumple.

En otros casos, lamentablemente no hay forma de verificar las malas prácticas como el derroche de agua, o no existe normativa al respecto.

Una de las tareas esenciales para preservar la disponibilidad del recurso agua es medir el consumo, tal como se hace con la luz y el gas. De esta forma el usuario tendrá más cuidado en su empleo pues a mayor consumo mayor desembolso económico. En la actualidad prácticamente no se mide el consumo de

agua en el Conurbano de Buenos Aires ni en el resto de los conurbanos de otras capitales importantes del país.

Ya se mencionó en el punto **protección del agua** el derroche que implica el lavado de veredas y autos con mangueras y el daño que deriva de los vertidos con sustancias contaminantes en cuerpos de agua superficial y subterránea. Estos hechos debieran ser severamente penalizados por los organismos específicos de control, existentes en las administraciones nacionales, provinciales y municipales.

12. CONCLUSIONES

- a. El agua es una sustancia esencial para la vida, pero de escasa disponibilidad en los sitios poblados de nuestro planeta. Al respecto del total de agua dulce, alrededor del 75% se encuentra al estado sólido en los casquetes polares.
- b. El crecimiento demográfico e industrial, así como el aumento en el empleo de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura, ha generado un marcado deterioro en la calidad del agua para los diferentes usos, particularmente para consumo humano.
- c. Se estima que en la actualidad, unos 1.000 millones de habitantes del total de 6.000 millones que tiene el mundo, no disponen de agua segura para su alimentación. La previsión de UNESCO es que dicha cifra se incremente a 3.000 millones en el 2025.
- d. Los continentes más afectados por la relación disponibilidad de agua dulce-población, son Asia y Europa con $-1,7$ y $-1,6$ respectivamente. En América del Sur la relación es mucho más favorable ($+4,3$). Esta situación y la carencia que sufre Europa del resto de los recursos naturales, hace que los vengán a buscar a nuestros países (Repsol, empresas mineras, consorcios para la explotación del agua, del suelo y de la energía, etc).
- e. El mal manejo del agua produjo daños ambientales significativos, como el derivado del cambio de la fuente subterránea por agua potabilizada del Río de la Plata, efectuado por Aguas Argentinas en la década del 90 y que afectó y afecta a la mayor parte del Conurbano de Buenos Aires.
- f. El cuento de lo maravilloso que iban a resultar los servicios luego de privatizados, difundido y practicado por el gobierno de los 90, fue derrumbado por la realidad ya que no mejoraron ni en eficiencia ni en calidad. En este sentido sobran ejemplos como ferrocarriles, saneamiento, agua potable, electricidad, gas, aerolíneas, teléfonos, etc. En este marco, luego de 10 años del servicio prestado por Aguas Argentinas, se mantienen las mismas falencias en el Conurbano, con un déficit del 40% en la provisión de agua potable y un 60% en los desagües cloacales.

- g. La previsión para alcanzar una cobertura del 90% en los servicios de saneamiento, es de 30 años, por ello resulta necesario realizar perforaciones seguras para la captación de agua potable. Al respecto, lo más importante es aislar eficientemente a la capa freática de los acuíferos inferiores, para evitar la contaminación.
- h. Además de las obras citadas, al Estado le compete la construcción de las plantas de tratamiento para los efluentes cloacales, a fin de terminar con el vertido crudo de los mismos en el Río de la Plata.
- i. Existe muy poco conocimiento sobre la importancia de los recursos naturales en general y del agua en particular. Para mejorar esta situación es necesario incorporar los temas ambientales y de protección de los recursos, en los planes de estudio primarios, secundarios, terciarios y universitarios. Los medios de difusión también deberían colaborar asignándole mayor trascendencia a los mismos.
- j. La escasa disponibilidad de agua potable y el costo que insume la potabilización, como la que se realiza con la del Río de la Plata, hace imprescindible evitar el derroche y el deterioro de la calidad. En este sentido la responsabilidad la tenemos todos (funcionarios, vecinos, profesionales, trabajadores, estudiantes, docentes, organismos del Estado y privados, industrias y productores agropecuarios).
- k. Sólo con una concientización generalizada y con la aplicación de severas sanciones a los que derrochan y/o contaminan, se podrá salvar de la degradación que actualmente soporta, a una de las sustancias más nobles que tiene la naturaleza, sin la cual es imposible la vida:

el agua

13. BIBLIOGRAFÍA

AUGE, M. 2002. Ascenso del agua freática en el Conurbano: 1-6. Inéd. Consejo Superior Profesional de Geología. Mesa Redonda. Buenos Aires.

AUGE, M. HERNÁNDEZ, M. y HERNÁNDEZ, L. 2002. Actualización del conocimiento del Acuífero semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires – Argentina: 624-633. XXXII International Hydrogeology Congress. Proceedings. ISBN 987-544-063-9. Mar del Plata.

AUGE, M. 2004. Hidrogeología Ambiental: 1-131. Serie Contribuciones Técnicas. Ordenamiento Territorial # 5. ISSN 0328-9052. SEGEMAR. Buenos Aires.

AUGE, M. 2005. Perforaciones Hidrogeológicas. E-Book: 1-73.

www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/libros.htm

AUGE, M. SÁNCHEZ, C. y SANTI, M. 2005. Hidrogeología de la región arrocerá de Entre Ríos: 17-25. IV Congreso Argentino de Hidrogeología. Actas. T. I. Río IV.

AUGE, M. 2006. Hidrogeología: 1-70. Inéd. Maestría en Gestión del Agua. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua. Facultad de Veterinaria – UBA. Buenos Aires.

NACE, 1971. R. Scientific framework of world water balance: 1-27. Unesco Technology Papers Hydrology # 7.

SALA, J. ET AL. 1972. Contribución al estudio geohidrológico del noreste de la Provincia de Buenos Aires: 1-144. CFI. Ser. Técn. 24. La Plata.

UNESCO, 2006. Water. A shared responsibility: 1-601. UNESCO. París.