

# Contaminación de las fuentes de agua potable en comunidades

Jorge Carlos Pflüger

## RESUMEN

Dirigido a los responsables de Entes de Saneamiento y Municipales, y a la comunidad entera. La importancia de la hidrogeología en las soluciones de problemas aplicados en este campo. Principalmente el de agua potable y desagües cloacales. Porque sus herramientas permiten alcanzar a definir los problemas causados por los proyectistas de obras de saneamiento, los funcionarios de entes y comunas, por un mal desempeño y la comunidad que provee su cuota de impactos negativos, agravando y contaminando los recursos de agua.

Definiendo los principales conflictos generados por acciones antrópicas de la comunidad, que interviene a crear desequilibrios en el medio ambiente tanto natural como artificial (el égido urbano) se destacan las medidas de amortiguación posibles, comenzando con los medios metodológicos actuales y clásicos, con herramientas conforme a los problemas surgidos para cada escenario comunitario.

Se enfatiza la necesidad de implementar con continuidad, la educación ambiental en los niveles educativos formales y no formales, como instrumento de trascendencia dentro de la sociedad para lograr objetivos que beneficien a la propia sociedad y al medio, permitiendo su desarrollo y equilibrio para un futuro sustentable. Una Educación posible dentro de un marco formal/informal, y que abarque todos los sectores.

En este paper, se visualizan diferentes escenarios, en las llamadas cuencas vertientes, como modelos conceptuales del tipo error/acierto, para resolver problemas de contaminación en un ambiente comunitario, usando fundamentalmente metodologías convencionales, y ajustándose a relaciones de costo-beneficio convenientes, para ser aplicadas a los presupuestos comunales y entes, generando bajos gastos y obteniendo iguales soluciones, conservando al recurso hídrico para el presente y futuro, sostenible en el tiempo a las nuevas generaciones.

## CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES.

### MEDIO AMBIENTE Y SANEAMIENTO, COMPETENCIAS:

#### 0.- Introducción:

Desarrollar modelos conceptuales para cada caso problema, considerando escenarios geográficos diferentes, con la mayor cantidad de variables posibles, naturales y antrópicas, teniendo en cuenta que ellas puedan ser definidas a partir de áreas comunales, donde se generan impactos potenciales y reales negativos, en distintos sectores de la cuenca. Para ello es necesario, en primer lugar un fortalecimiento y cumplimiento en el aspecto legislativo de los instrumentos jurídicos que posibiliten acciones en estas jurisdicciones.

El uso de herramientas básicas aplicadas a metodologías específicas para corregir los impactos negativos en aguas subterráneas y superficiales, implica un conocimiento, para poder manejar el aspecto cuantitativo y cualitativo del tema. Las direcciones de flujos hídricos, reconocimiento de áreas de recarga, conducción y descarga, niveles piezométricos, potencias, parámetros hidráulicos, caudales, litologías, calidades y las relaciones espaciales entre fuentes y los emplazamientos humanos para tener una definición del problema y su solución.

También la importancia antrópica que tienen los impactos de un funcionario responsable, por desconocimiento, irresponsabilidad, falta de operación y mantenimiento, y de planificaciones. Esto puede ser, que altere en los sistemas de gerenciamiento de fuentes y captaciones de agua (Custodio 1997).

#### 1.- Los Modelos Conceptuales:

Es un encuadre en una metodología con modelos conceptuales que sirven para recrear distintos escenarios, donde los problemas llamados acciones antrópicas, crean interferencias en las calidades y caudales del recurso hídrico, destinado a brindar una seguridad sanitaria a los ciudadanos. Cada juego del modelo está constituido por un par de dibujos denominados de Error/Acierto, donde se visualizan problemas en un diagrama y su corrección o solución en el otro esquema.

Cada juego incluye elementos fundamentales del sistema a tratar. La geografía y geología con su composición litológica, los acuíferos, sus espesores, parámetros hidráulicos y calidades de agua, distancias a las fuentes contaminantes.

Para encarar la solución hay que realizar un análisis científico/técnico en cada modelo conceptual dado como problema tipo.

#### 2.- Modelos conceptuales del tipo error/acierto:

Cada modelo conceptual tipo error/acierto, integra metodologías simples de base científica, que permiten que se entienda conceptualmente al problema y su resolución, dirigida a beneficio de la comunidad y en particular a las agencias de saneamiento.

Los remedios que se deben dar a los problemas ambientales apuntan hacia el mejor resultado en la calidad final del modelo, equivalente a que la población tienda a un mayor grado de seguridad en materia sanitaria que se traduce en salud.

Para lograr un nivel de transferencia mayor, esta el desarrollo de una educación ambiental aplicada a todos los niveles de la sociedad, según sigue.

#### 3.- Medio Ambiente y Educación:

El subtítulo podría ser una fórmula, que contemple un conjunto de soluciones más que farmacológicas, soluciones para el desarrollo de nuestra vida, sustentable.

Pero esta vida en el planeta, gaia o hábitat, nos pertenece en tiempos presentes, y además futuros, ligado a nuevas generaciones, equivalente a una continuidad de las especies en sus respectivos ambientes o nichos ecológicos.

Hay que tener el concepto, que un medio ambiente alterado, es un bien no recuperable debiendo preservarlo para el futuro. La enfermedad es mejor relacionarla con la preservación, mejor prevenir a curar, pues se puede ella volverse irreversible; a la naturaleza también hay que prevenirla de males futuros.

Cuando se habla de actividad humana dirigida al desarrollo sustentable, esta referido a una responsabilidad integral. Llevando no solo existencia productiva, creativa, cultural y hasta de ocio, pero generando múltiples acciones a futuro con proyecciones a largo plazo.

A través de actividades de autoridades políticas y responsables de los niveles de educación (E.G.B., polimodal, terciaria), y niveles universitarios a libres expresiones culturales. Esto es desde educación formal y lo no formal, que debe darse "dentro de una concepción filosófica humanista, encuadrada con valores de libertad, con responsabilidad social en el trabajo y en la práctica comunitaria en defensa y consolidación de valores democráticos" (Comisarenco /1994).

Lo sistémico debe darse en la idea a la acción, en un cuidado del medio ambiente integral correlacionado con la producción, para llevar a la expansión sostenida en el tiempo.

La idea debe ir más que la acción a poner una práctica, y contaminar un sistema o línea de producción, debe contemplar la reparación y muchas veces se debe alterar por un tiempo a ese sistema, luego corregirlo hasta obtener un producto final beneficioso a la comunidad, sin perturbar el medio ambiente, tendiendo al equilibrio de los ecosistemas.

Es difícil instalar e imponer el concepto del cuidado del medio ambiente en los niveles de conducción empresaria. Porque? Porque aquí se pueden ver alterados intereses de circuitos económicos, financieros y políticos.

La educación sobre temas del ambiente, debe plasmarse en la sociedad, y ser transferibles tanto del educador como del educando, sin olvidar la simultaneidad que se debe dar a ella, en niveles públicos y privados, con un desprendimiento de intereses que puedan afectarla. Se debe empezar del educador como agente difusor de los programas ambientales básicos.

En definitiva es un objetivo a largo plazo que dará muy probables frutos en el mañana. Esta educación debe ser como una misión, continuada a través del tiempo.

Un factor esencial, es divulgar acciones preventivas sobre cuidado ambiental y su difusión a través de la curricula de educación obligatoria y también no formal.

Se debe desarrollar el tema ambiental e implantación educativa en distintos niveles. Para el caso es necesario centrarlo; todos son importantes, pero en este caso interviene el municipio y es útil, por considerarlo como un buen centro de receptor para producir cambios a través de personal idóneo o que pueda capacitarse.

Denominamos este campo de Educación/Municipio y Medio Ambiente, para mejorar la calidad de vida donde los ciudadanos puedan participar. Teniendo en cuenta que las actividades realizadas en este ámbito pueden tener impacto ambiental importante como por ejemplo en planes de forestación, limpieza de calles, fumigación, ejecución de planes de transporte urbano, control de la contaminación atmosférica, impactos sonoros y visuales, alcantarillado pluvial y saneamiento poblacional, incluyendo agua, cloacas, pluviales y residuos urbanos. Por eso que la relación comuna, sociedad y educación, debe darse siempre en esta jurisdicción política de aplicación lineal directa.

Pero hay que marcar que las políticas medioambientales que se deben seguir, tienen que estar dentro del contexto provincial, con políticas nacionales impulsadas desde esa jurisdicción.

Dentro del capítulo de la preservación del medio ambiente el agua ocupa un lugar importante. Cabe mencionar palabras del Profesor Godwin O.P. Obasi, Secretario General de la Organización Meteorológica Mundial, dependiente de las Naciones Unidas, quien en 1996 definió "se estima que en el año 2025 unas 2/3 partes de la población mundial residirán en las ciudades. Por lo tanto, el agua será un elemento cada vez más importante para la supervivencia de la humanidad". Y todavía no se arriba a una solución concreta, si se considera al evento mundial de agua desarrollado en Tokyo en el 2003.

A lo largo de la historia, los asentamientos humanos fueron la resultante de un balance entre la obtención de agua pura, el desecho de los efluentes y la prevención de las crecidas. La falta de alguno de estos tres elementos llevó en la antigüedad, a la desaparición de culturas muy importantes, como la Mesopotámica y la Indogangética. A pesar de los avances tecnológicos, las mismas variables resultan determinantes en la actualidad. Los habitantes de las grandes ciudades dan por sentada la disponibilidad de agua, para hacer frente a todas sus necesidades. Esto es facilismo. La contaminación está presente en todo medio físico que tenga que ver con el ser humano: suelo, subsuelo, aire (ruido y gases) y agua (tanto superficiales como subterráneas), involucradas afortunadamente para uso y consumo.

Al *suelo contaminado* por asentamientos industriales, donde por negligencia, economía y ganancia financiera, se vierten contaminantes al medio. La acción de la difusión hidráulica, básicamente en medios semipermeables y permeables, producen migraciones del suelo al subsuelo, continente de las capas productoras de agua, modificando sus calidades químicas originales.

La *capa atmosférica* también como receptora de gases y humos con contenidos contaminantes básicamente industriales, que se pueden diluir o atomizar en el medio dado los volúmenes que expelen chimeneas y automotores. Las emisiones de carbono a la atmósfera son de un 13% arriba, respecto al nivel de 1990, pero el compromiso del Protocolo de Kyoto es 7%.

También *el ruido*, de la industria, del autotransporte público y privado, como impacto sonoro, molesto primero y finalmente peligroso para la integridad física de gran parte de la comunidad, según los registros en los grandes conglomerados. Los niveles que da la Organización Mundial de la Salud, como máximo ruido tolerable es de 55 dB (decibelios), sobrepasando esos límites de ruido, generan problemas hasta el nivel de las enfermedades auditivas.

Finalmente los *impactos visuales*, que perjudican al habitante en primer lugar, porque descalifican a casi todo patrimonio cultural que pueda llegar a tener una ciudad, ocultando lugares de interés público y recreación.

Dentro de un ámbito comunitario se define la educación ambiental. Es decir que cuando se establece un plan educativo a niveles comunales o municipales, deben existir también, planes de desarrollo específicos, a partir de documentos de decisión que surjan de un nivel central. Para ello tiene que imperar una fuerza desde ministerio o secretaría específica con el cuerdo político/financiero con un gobierno central.

Todos los componentes del medio físico trascendentes: aire, agua, suelo, subsuelo, aunque sobresale el conflicto del agua como factor relevante para el futuro, por ser un elemento vital de todo organismo.

Pero la alteración permanente de cualquier componente del ciclo, lleva finalmente al deterioro del todo, porque existen interconexiones entre un sistema y otro.

Dentro del ciclo hidrológico, desde la formación de nube sobre el mar hasta las lluvias, del suelo, zona de aireación, saturación (freática) y napas semiconfinada/confinada, todas las etapas están interrelacionadas, comunicadas entre sí, termohidráulicamente, y una alteración dentro del circuito será detectado y modificará al sistema.

Corresponde ahora describir la administración o gerenciamiento del recurso, con proyección hacia una estrategia ambiental de equilibrio, donde se aplican metodologías prácticas, dentro de un marco científico/técnico.

## **GERENCIAMIENTO DE LAS FUENTES DE AGUA POTABLE:**

1.- Control de gestión sobre la explotación y contaminación, incluyen:

a) Disposición areal de las fuentes.

- - a1. Ubicación de la fuente respecto a la dirección del escurrimiento subterráneo.
- - a2. Ubicación de las áreas industriales, tipo, composición, caudales y volúmenes de desechos generados por las mismas y su disposición final al cuerpo receptor.  
Tener en cuenta a las zonas de protección de las explotaciones (zonas 1, 2 y 3).
- - a3. Finalmente para conservar hay que mantener en cada pozo: a . Análisis del agua y b . Medición de niveles (periódicos) y aforos de los caudales (periódico/no periódico).

b) Sistemas de baterías. Desarrollo geométrico.

- - b1. Deficiencias en equipos por causas físicas, químicas y de mantenimiento.
- - b2. Efectos por no control de bombeo debido a sobreexplotación y subexplotación.

c) Sistemas de pozos individuales.

Los mismos problemas que en las baterías de pozos. Deficiencias en equipos por roturas y/o desgastes, falta de regulación (o control sistemático) de los caudales de explotación y salinizaciones.

b) Captaciones superficiales: El estudio tiene que definir una continuidad de la fuente en caudales y calidades químicas. La seguridad del recurso esta dado entre el caudal de estiaje (mínimo) de la fuente y el caudal de demanda a la población. Debe ser positivo el 1ero. respecto al 2do. Sus elementos químicos no varían con el tiempo, aunque estos recursos, generalmente son constantes a través del tiempo.

En síntesis: A nivel del proyectista, la factibilidad de la fuente para ser explotable, depende básicamente de cuatro parámetros.

- a. La calidad de fuente (medida iónica del agua).
- b. La cantidad de fuente (medida del volumen por un tiempo); reservas/recursos.
- c. Calidad ambiental de la fuente: que no existan impactos negativos antrópicos.
- d. Alternativa más viable. Analizar el mínimo costo con mayor beneficio. Aunque veces no ocurre. Actuar con elementos legales y las soluciones (terrenos de uso; divisiones catastrales, sucesiones, herencias), definir las zonas de protección de explotación y cumplirlas. La ubicación de explotaciones en una población debe ser privilegiada, es decir alejada de los problemas de contaminaciones (naturales y antrópicas) no tener problemas potenciales a futuro, en caso de implantarse explotaciones industriales, problemas de celdas de residuos, y que las explotaciones no generen problemas de calidad o de caudales de agua.

Para la administración de una fuente es preciso compatibilizar el concepto dinámico de desarrollo de cuencas, o sea integrar la cuenca, con los sistemas hidrológicos, meteorológicos, geológicos, hidrogeológicos, de biota (flora+fauna), suelo y al recurso humano disponible. Además para la confección final de informes temáticos, el reconocimiento de cada región es transferible solo al especialista. Se deben estudiar los factores naturales; artificiales y mixtos.

## **RESUMEN DE VARIABLES CONTAMINANTES AL MEDIO AMBIENTE:**

Los principales problemas generados por las acciones antrópicas de una comunidad, crean desequilibrio del medio, natural y artificial (en el ámbito urbano), las medidas de amortiguación, deben ser las metodologías y herramientas usadas en hidrogeología, para hallar respuestas y aplicarlas a la preservación del medio, enfocados dentro del manejo sensato de la naturaleza para que sirva hoy, en el futuro, siempre.

Para plantas de tratamiento de efluentes y abastecimiento de agua, se marcan áreas para dichas plantas:

- A: áreas ubicadas aguas arriba de captaciones de abastecimiento de agua comunitario.
- B: áreas ubicadas aguas abajo de las captaciones de abastecimiento comunitario.
- C: áreas ubicadas en lugares, muy próximos entre sí.

La mala localización genera impacto negativo por contaminación; ella es por falta y falla de operaciones y mantenimiento del sistema.

### **Objetivos:**

Están las principales causas, generadas por el agente contaminador, en una comunidad y el medio (la ciudad, entorno, su biocenosis, su geografía). Finalmente las remedaciones de dicho medio alterado.

El impacto hacia el ambiente debe ser disminuido, por los medios que se disponen, que comienzan con proyectos ejecutivos, en agua potable, efluentes, pluviales, residuos sólidos, de venteo de gases e impactos perturbadores en el radio urbano, que al reducirse ayudará al saneamiento de la cuenca, donde se desarrollan las actividades de vida.

### **Acciones dirigidas:**

Las acciones deberán ser comunicadas a todos los actores. Dichas acciones están encausadas desde los municipios, cooperativas y toda prestadora de servicios de saneamiento, para poder desarrollar planes que posibiliten resultados positivos.

Dentro de la hidrogeología, el uso de herramientas en aguas subterráneas valora el uso cualicuantitativa de datos básicos como: direcciones de flujos, áreas de recarga, conducción y descarga, niveles, espesores, parámetros hidráulicos, litologías, variaciones salinas, relaciones espaciales entre las aguas y las zonas pobladas. El buen desempeño del funcionario directivo es elemental; pero a veces puede ser negativo, por impericia, inobservancia de obligaciones de funcionario, negligencia, desconocimiento, falta de operación y mantenimiento de los sistemas y/o mala planificación, en la cuenca en que se está operando.

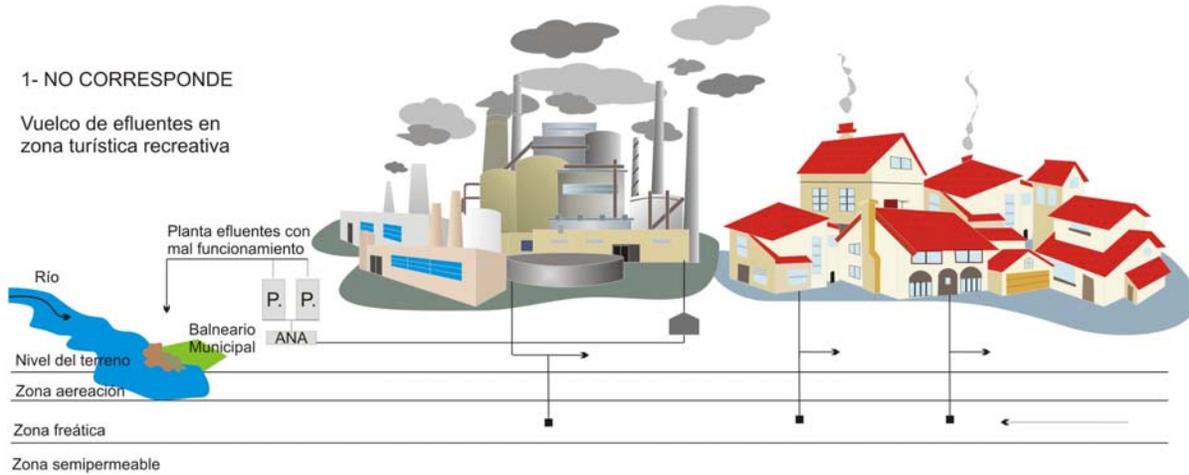
### **DISTINTOS ESCENARIOS:**

Se conforman diferentes escenarios en ámbitos geográficos, para poder actuar con acciones que favorezcan al medio natural y analizar la reacción del medio cronológicamente. Un ejemplo, es disponer una planta de agua o batería de pozos, río abajo o en niveles negativos respecto de cuerpos receptores, áreas de desechos, pozos industriales, todo espacialmente mal ubicado. Originando impactos que inciden finalmente sobre la calidad de vida de la población. Dichos escenarios son los que se detallan a continuación:

**A\* Contaminación por un mal funcionamiento de planta de tratamiento con vertido a un curso de agua destinado a recreación.**

**1- NO CORRESPONDE**

Vuelco de efluentes en zona turística recreativa



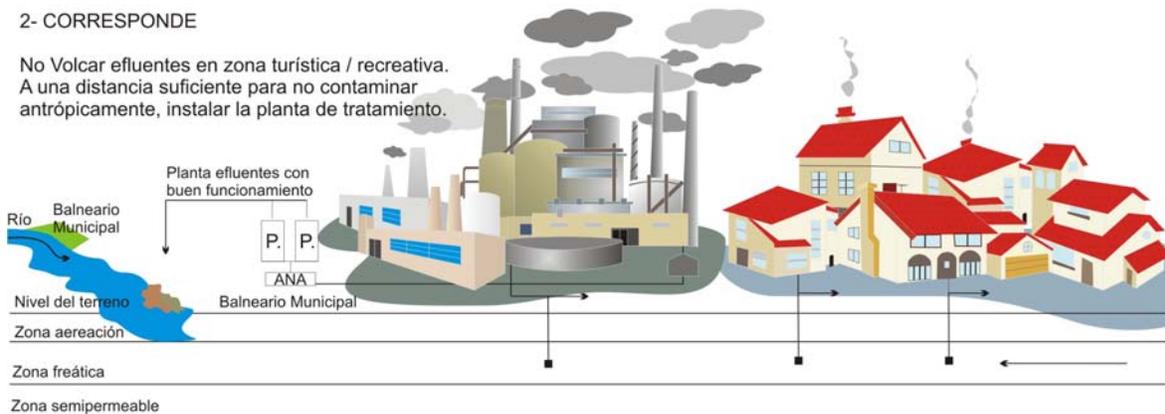
**NO CORRESPONDE:**

El mal funcionamiento de una planta de tratamiento puede ser debido a distintas causas:

- A. Por un mal diseño de ingeniería, por falta de parámetros adecuados, volúmenes de piletas y/o dimensiones de lagunas y/o velocidades incorrectas.
- B. Por una mala operación del sistema (mal manejo por parte del operador), ejemplo un mal manejo del tiempo de permanencia de los líquidos afectados a las mismas.
- C. Por mal mantenimiento de las instalaciones (falta de limpieza de piletas y lagunas).

**2- CORRESPONDE**

No Volcar efluentes en zona turística / recreativa.  
A una distancia suficiente para no contaminar antrópicamente, instalar la planta de tratamiento.



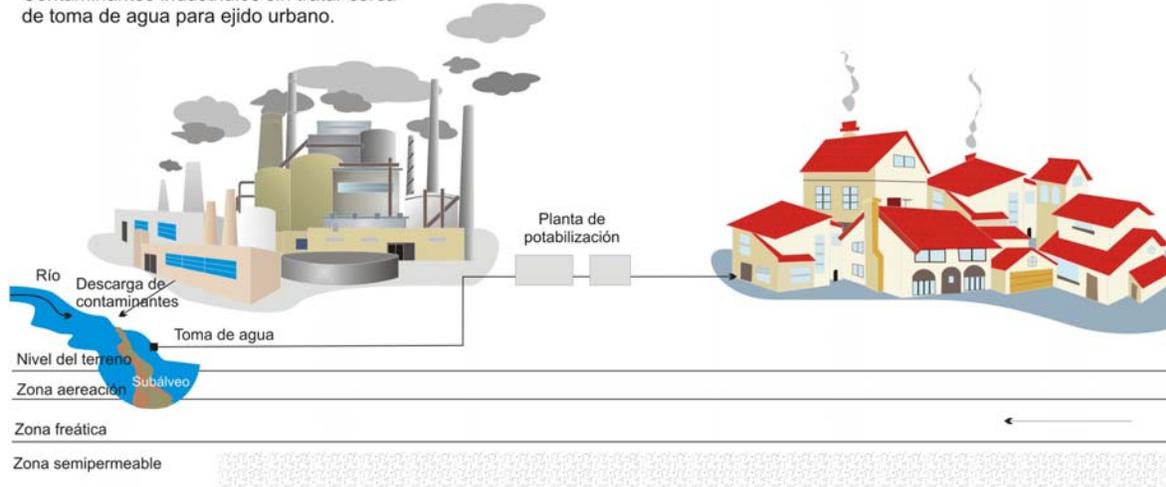
**CORRESPONDE:**

- A. Que la planta de tratamiento sea eficiente y una correcta operación mantenimiento sea ejecutada, para que los líquidos cloacales crudos sean tratados y su DBO y DQO final sean compatibles hacia la disposición final, el cuerpo receptor (río, lago, etc.) La salida del líquido de la planta y arriba al cuerpo receptor deben usar plantas con el tratamiento adecuado para cada caso y región en particular.
- B. Que la planta esté optimizada y además su ubicación geográfica sea aguas abajo del centro turístico recreativo y a una distancia que también no incida desfavorablemente los vientos dominantes de la región (estudio dirección de vientos) para evitar el impacto negativo por olor.

## B\* Contaminación industrial de un curso superficial destinado a captar agua para consumo humano

### 3- NO CORRESPONDE

Contaminantes industriales sin tratar cerca de toma de agua para ejido urbano.

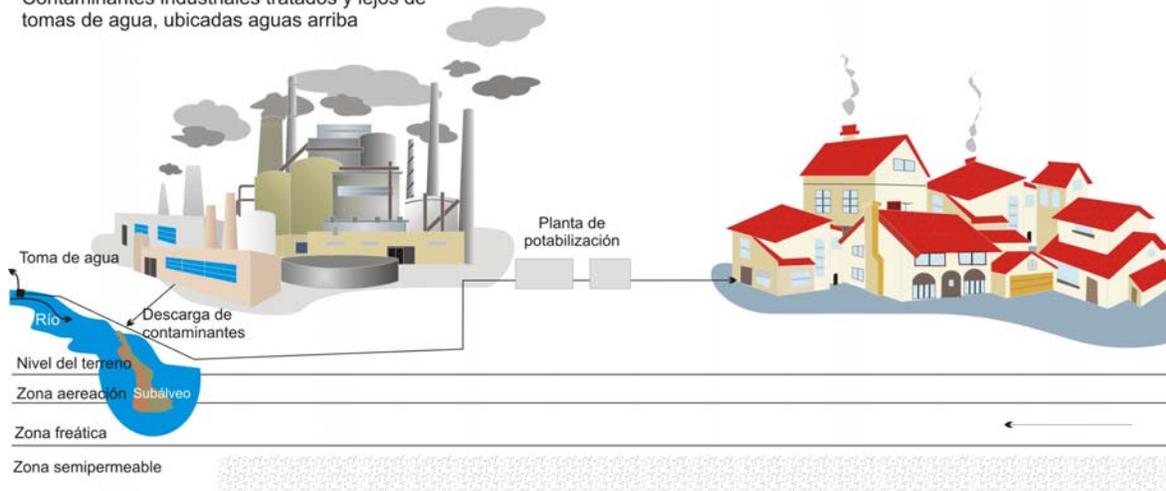


#### NO CORRESPONDE:

Contaminantes industriales vertidos en crudo y con una toma para agua potable muy cercana. El tratamiento del líquido residual proveniente de la industria determinada exige el uso de una tecnología apropiada para bajar los niveles de contaminación provenientes de la transformación de la materia prima en producto industrial, con una incidencia en los costos iniciales. Estos líquidos pueden estar integrados por metales pesados, materia orgánica y compuestos químicos, generando gran demanda de oxígeno de las aguas receptoras. En definitiva una gran demanda biológica y química de oxígeno  $> 7000\text{mg/l}$ .

### 4- CORRESPONDE

Contaminantes industriales tratados y lejos de tomas de agua, ubicadas aguas arriba



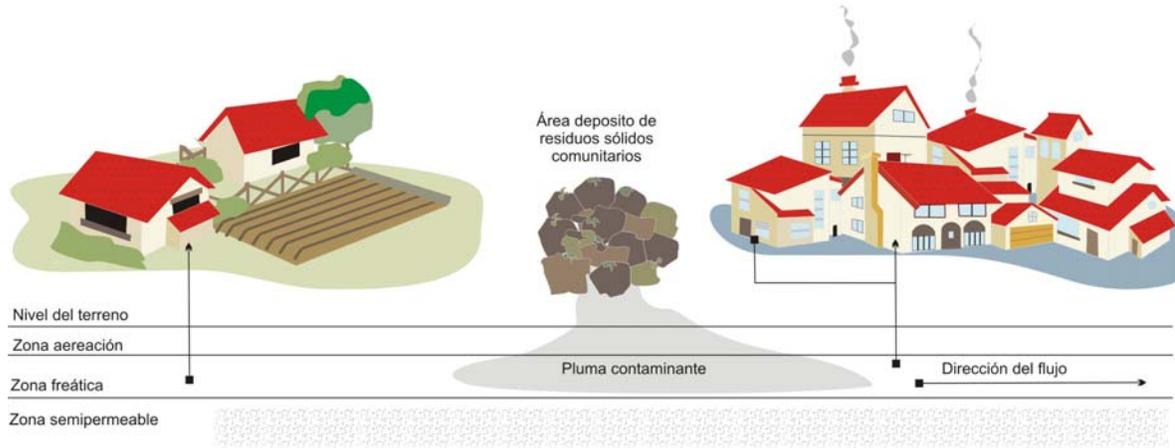
#### CORRESPONDE:

Un tratamiento adecuado del residuo industrial, estudiando la ubicación de la toma de agua potable. Para esto es necesario instalar una planta conforme a normas técnicas (ejemplo reactor anaeróbico) que baje los niveles de contaminación acentuadamente. Además la distancia al vuelco de los residuos respecto a la toma de agua en el río está a criterio del diseñador del proyecto, donde debe estar en juego el caudal de salida de la planta y el caudal del río para no causar impacto elevado. La norma esencial dice: ubicar la toma de agua arriba del caño de vertido.

## C\* Contaminación de napa freática, por lixiviados de residuos sólidos comunitarios

### 5- NO CORRESPONDE

Acumulación de residuos sólidos cerca del radio urbano.

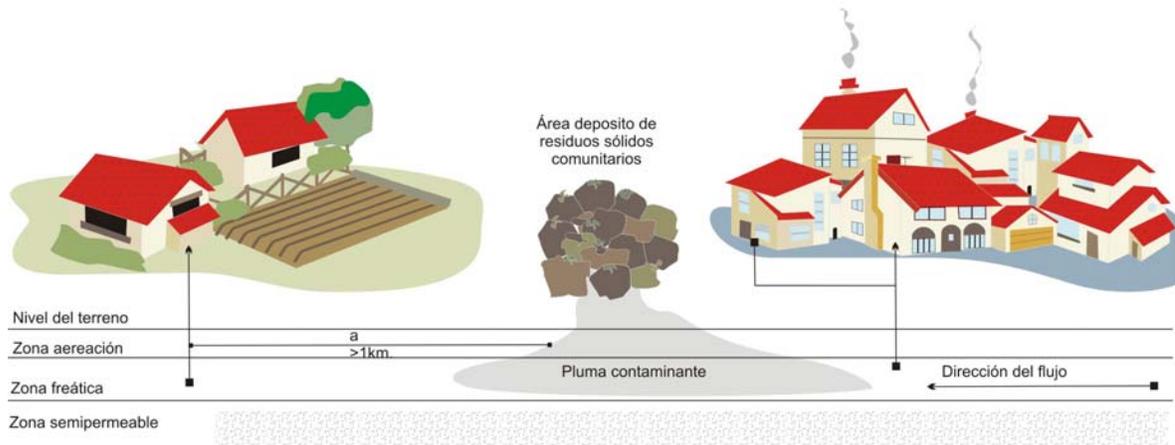


#### NO CORRESPONDE:

En muchos casos los municipios o entes de saneamiento podrán encarar sistemas intercomunitarios de disposición final de residuos sólidos, debido a su cercanía geográfica y a sus posibilidades de tener un único reservorio en condiciones geológicas, hidrológicas y ambientales competentes y en equilibrio con el medio ambiente. La contaminación de la napa freática puede ocasionar graves problemas a la salud, pues los concentrados y o lixiviados en un sistema de disposición final sin un control ni monitoreo y tratamientos, con altas concentraciones de contaminantes, ingresan al sistema subterráneo con forma de pluma que se magnifica a medida que se carga y difunde en el medio poroso, con dirección al punto de menor presión hidráulica, que es en este caso el pozo de bombeo, por donde el agua es consumida con riesgos para la salud humana.

### 6- CORRESPONDE

Acumulación de residuos sólidos en el lugar apropiado del ejido urbano.



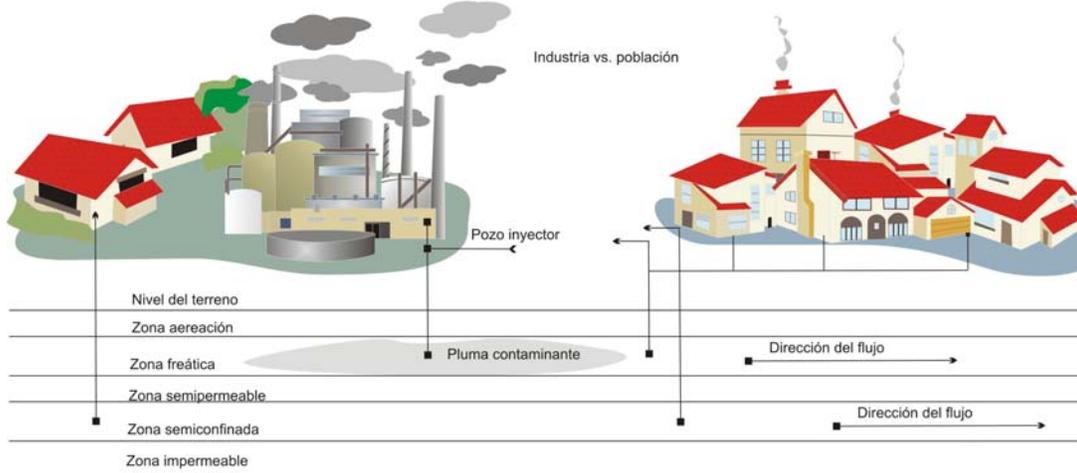
#### CORRESPONDE:

El sistema de disposición de residuos sólidos debe estar ubicado en un lugar donde exista una relación favorable entre el suelo, el agua subterránea, el tipo de terreno del subsuelo y la pendiente del área, para que el radio urbano este en cota más alta que el sector de vaciado y simultáneamente no contaminar con los líquidos residuales tratados o sin tratar a los sistemas hídricos del medio: ríos, arroyos, lagos y acuíferos.

**D\* Contaminación industrial de un pozo inyector a la capa freática que por leaky (goteo) contamina a la capa subyacente destinada a consumo humano.**

**7- NO CORRESPONDE**

Inyección de residuos industriales a la napa potable.

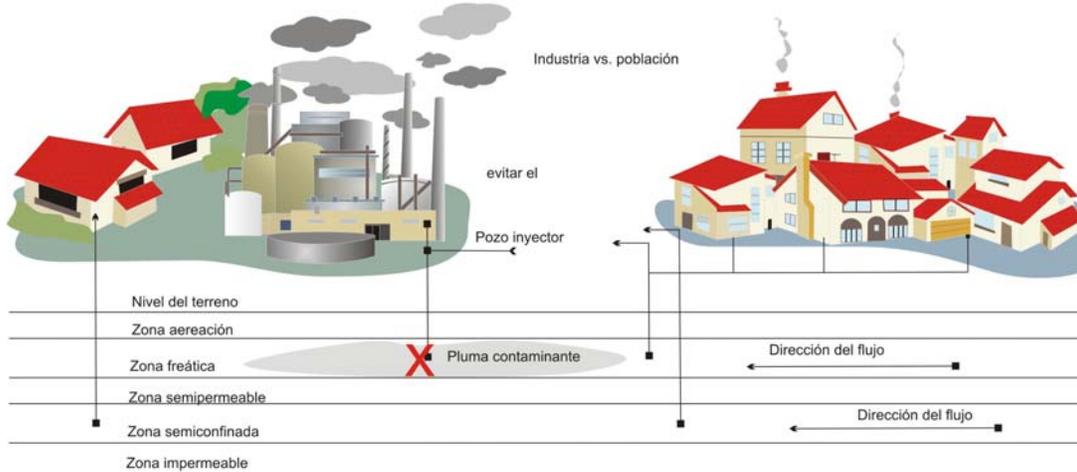


**NO CORRESPONDE:**

Inyecciones de contaminantes industriales en general incluyendo metales pesados, por ser generador de problemas de contaminación de muy difícil solución, teniendo en cuenta el proceso generado por la baja velocidad que viaja el contaminante, que es la velocidad del flujo hidráulico en la capa de agua; puede suceder (en la práctica ocurre) que la industria contaminadora no exista, pero sí la carga del contaminante con su efecto letal intacto. La remediación es lenta y muchas veces se contamina 1º y 2º capa, justamente donde captan las baterías para abastecer de agua potable a poblaciones. El problema puede ser definido por el volumen del contaminante, su concentración, distancia a los pozos de bombeo de agua potable, caudales de extracción, profundidades, cantidad de pozos de extracción e inyección de contaminantes.

**8- CORRESPONDE**

No inyección de residuos industriales a la napa potable.



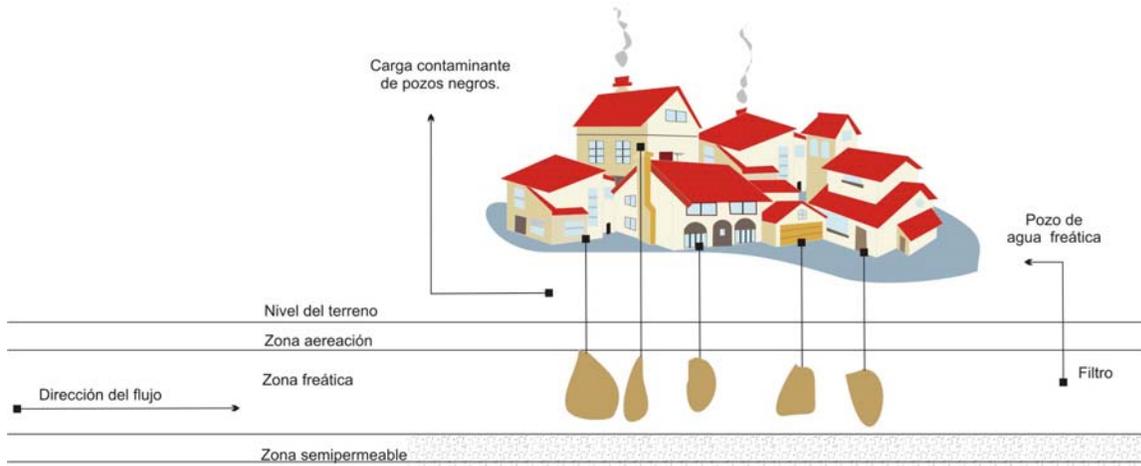
**CORRESPONDE:**

Evitar la inyección de líquidos industriales no tratados y su vuelco a la capa de agua. Realizar tratamientos con plantas diseñadas conforme a los parámetros de vuelco y para eliminar metales pesados, para bajar las DBO y DQO a valores normalizados. El flujo subterráneo debe tener dirección y sentido desde el punto de captación (ciudad) hacia la industria. Con ese diseño la cercanía del parque industrial no genera conflictos de reservas ni contaminación.

E\* Contaminación antrópica (por pozos negros) que afectan al acuífero freático, utilizado en consumo humano.

9- NO CORRESPONDE

Pozos negros en ejido urbano sin red de efluentes cloacales.

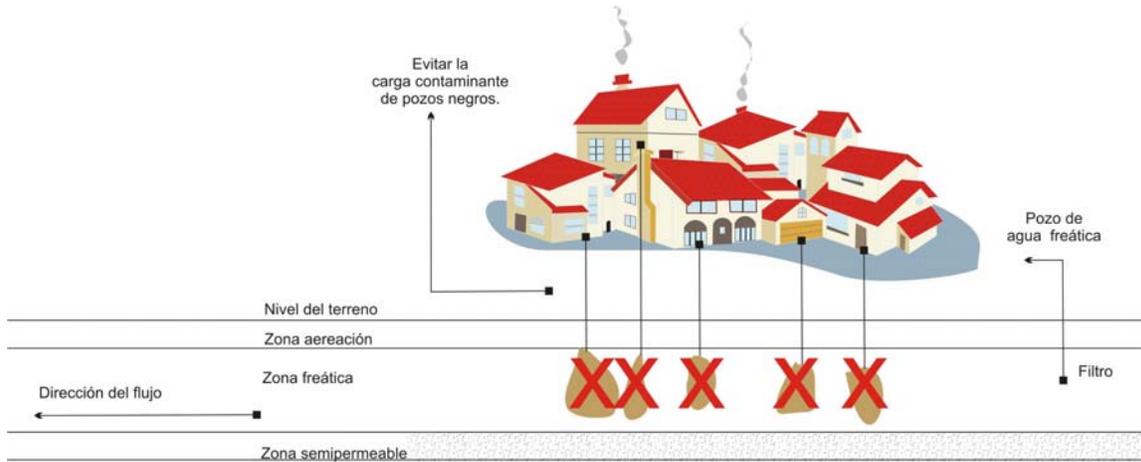


NO CORRESPONDE:

Un aumento en la densidad por unidad de superficie de los pozos negros. No solo contamina a las napas de agua, sino que son agentes de contaminación superficial por desborde del mismo. En primer lugar la llegada del contaminante a la capa genera un aumento en la concentración de nitratos orgánicos, sustancia tóxica cuando se superan ciertos límites tolerables (45 mg/l), provocando en los lactantes y niños pequeños la llamada metahemoglobinemia o enfermedad de los niños azules. El otro problema es el aumento del nivel de la capa de agua, donde se capta al acuífero, por el vertido de aguas servidas, en la misma zona de la captación subterránea.

10- CORRESPONDE

Sin pozos negros en ejido urbano, red de efluentes cloacales.



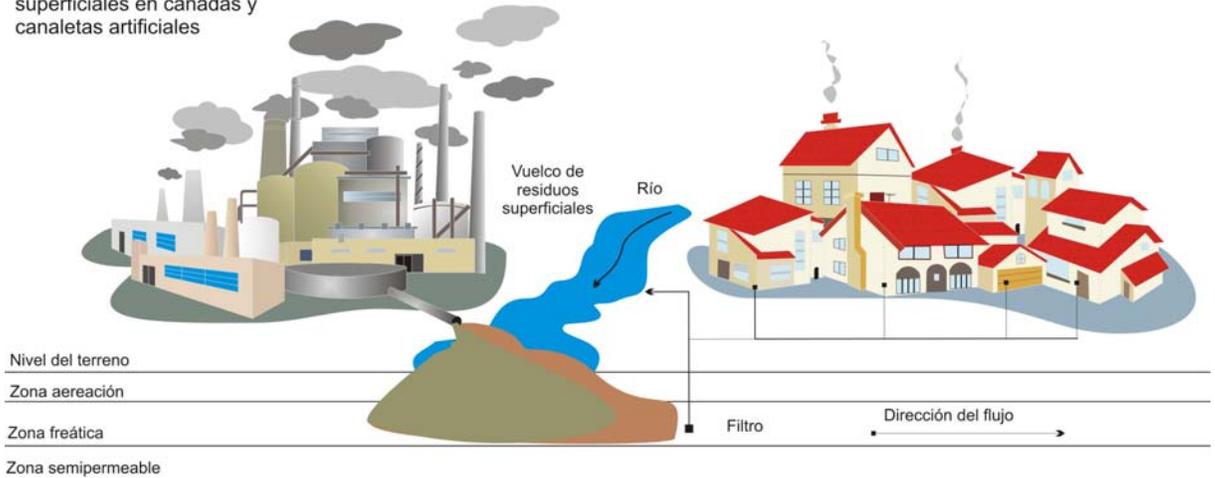
CORRESPONDE:

La instalación de sistema de desagües cloacales contribuyendo al saneamiento básico para el ejido urbano. No solo por un correcto tratamiento del líquido sino también para evitar la contaminación que genera la carga orgánica de los pozos negros al acuífero. Siempre la fuente de agua exige un análisis de su escurrimiento subterráneo, dirección, potencia o espesor de la capa de agua y ubicación en un área de niveles topográficos adecuadamente elevados respecto a la distribución de la demanda del usuario.

F\* Contaminación por el vertido de residuos orgánicos en zanjas y canaletas superficiales.

11- NO CORRESPONDE

Vuelco de residuos líquidos superficiales en cañadas y canaletas artificiales

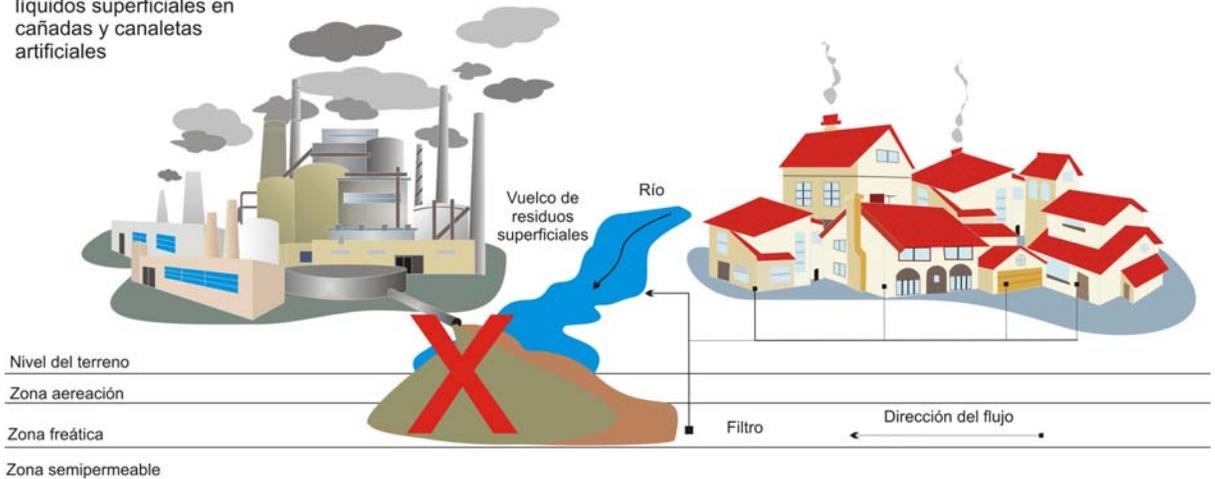


NO CORRESPONDE:

Ejecutar los vuelcos de residuos industriales al suelo y subsuelo por medio de zanjas de derrame que contengan sustancias contaminantes incluyendo las orgánicas con altos niveles de nitratos como productos residuales de fabricación. Generan serios problemas al acuífero, pero si es necesario captar agua freática para abastecimiento podrá existir un conflicto entre la industria y la compañía de agua si se llega a límites peligrosos, pues la contaminación es de muy difícil reducción a altos costos y tiempos que redundan finalmente en perjuicios económicos.

12- CORRESPONDE

Ningún vuelco de residuos líquidos superficiales en cañadas y canaletas artificiales

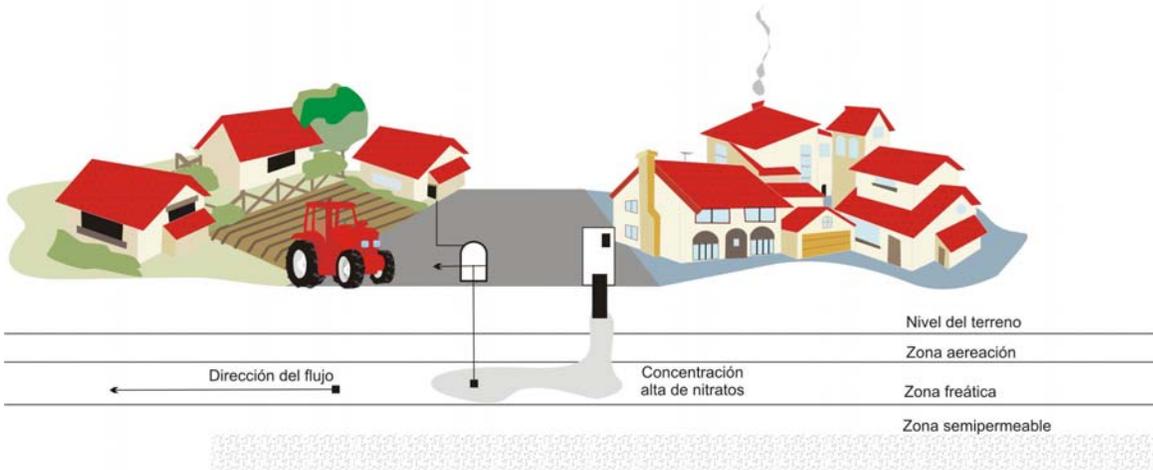


CORRESPONDE:

Ejecutar acciones que no permitan el vuelco en crudo de líquidos industriales. Existen legislaciones en varias provincias que prohíben el vuelco a ríos, cañadas, con una DBO mayor a 50 mg/l y DQO superior a ese valor. La relación entre DBO/DQO siendo de 0.5 es aceptable (SINGH, 1971), aunque esa relación puede llegar hasta 1.5 o algo más. La captación en acuíferos freáticos (del tipo subálveo) en muchos casos comprometen las calidades del agua. Existen alternativas dentro de una misma cuenca hidrogeológica por caso captar un acuífero mas profundo, si es que sus calidades y caudales son aceptables.

G\* Contaminación de pozo somero en acuíferos freáticos en relación a pozo negro proximal

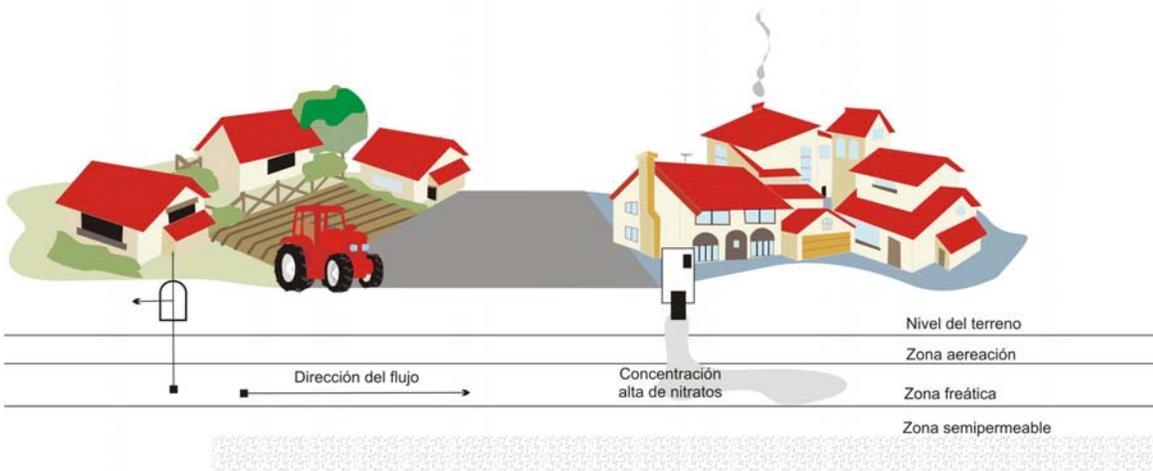
13- NO CORRESPONDE  
Boca de pozo y letrina contiguos.



NO CORRESPONDE:

La ubicación cercana a una boca de pozo de agua domiciliar de una letrina o baño precario, debe tener prioridad su ubicación espacial sobre el terreno, teniendo en cuenta siempre su posicionamiento respecto de las capas de agua freática y la pendiente del terreno. Pues en el ejemplo definido en el dibujo, siempre se derivará a contaminación.

14- CORRESPONDE  
Boca de pozo y letrina no contiguos.



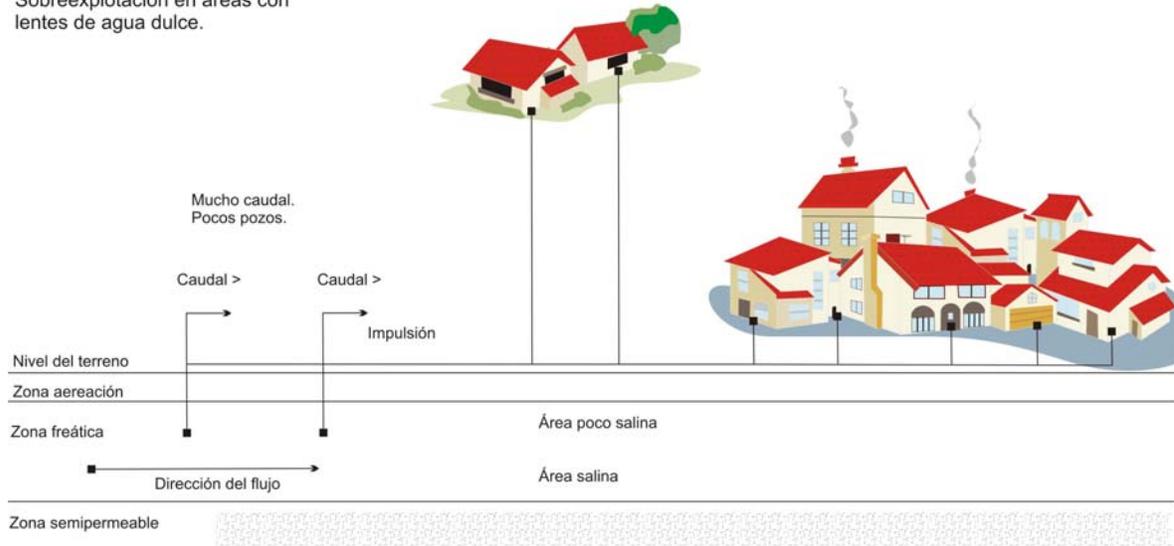
CORRESPONDE:

Conocer el sentido y dirección de la capa freática que se capta.  
Las letrinas sin arrastre hidráulico deben **a.** Tener buena ventilación. Escasa iluminación y acceso clausurable natural el recinto y **b.** Buena ventilación protegida del pozo de descarga de las escretas.  
Letrinas con arrastre hidráulico (con sifón y cámara séptica) para **a.** Intercepción de sólidos, **b.** Digestión de sólidos y almacenamiento y **c.** Almacenamiento y degradación de la espuma.  
La distancia de la letrina al pozo de agua como mínimo debe tener 20 mts. con pendiente general del terreno del pozo hacia la letrina, además deben estar letrinas y baños precarios a 20 mts. como mínimo de un curso de agua.

## H\* Sobreexplotación en áreas con lentes de agua dulce

### 15- NO CORRESPONDE

Sobreexplotación en áreas con lentes de agua dulce.

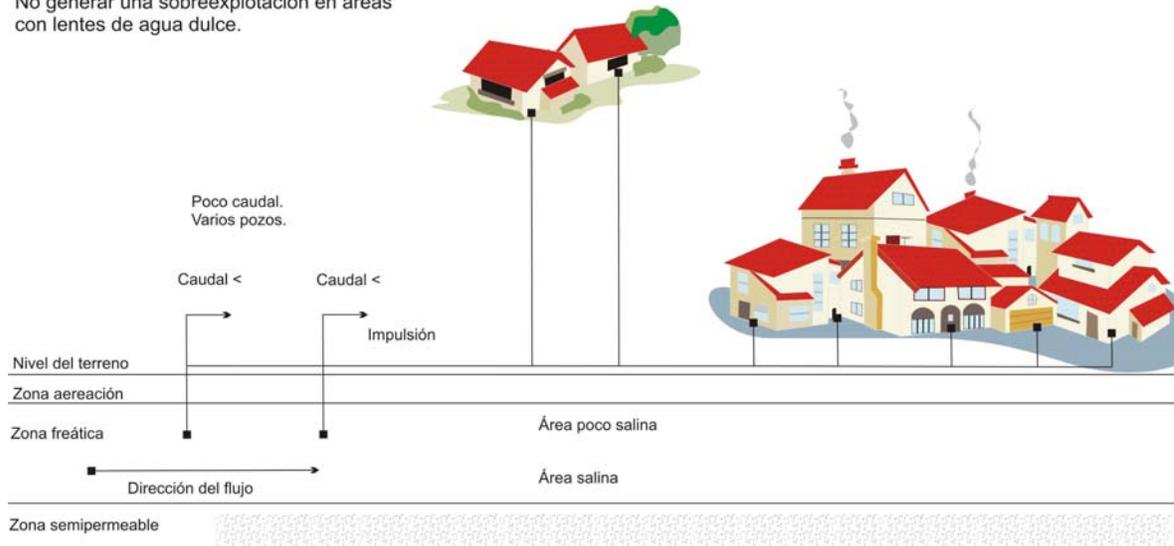


#### NO CORRESPONDE:

Al aumentar la extracción en un acuífero de este tipo, donde existe una estratificación vertical química (agua buena arriba y más salina abajo), se induce agua de niveles inferiores que finalmente se mezclan con agua de mejor calidad, resultando finalmente dicha mezcla un promedio de mala calidad final para la explotación.

### 16- CORRESPONDE

No generar una sobreexplotación en áreas con lentes de agua dulce.



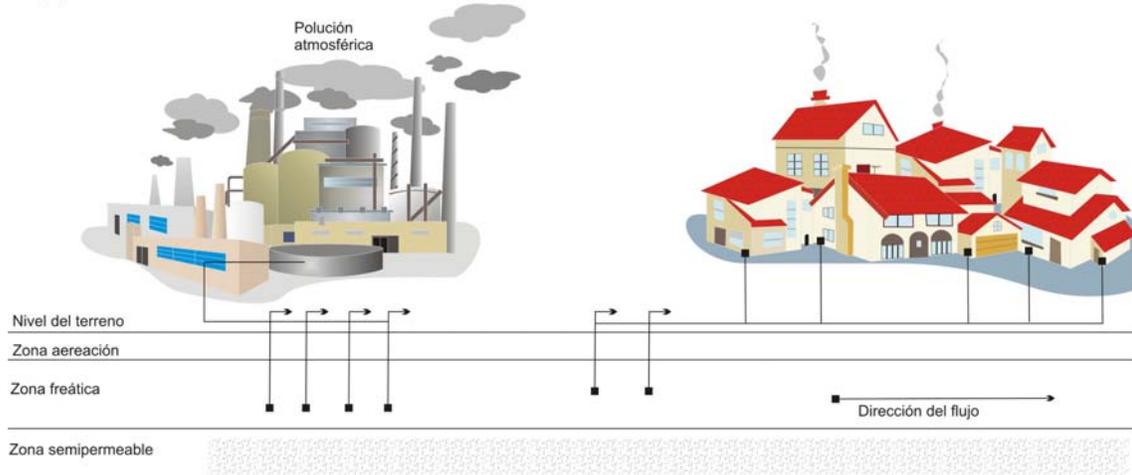
#### CORRESPONDE:

Una técnica de trabajo conduce a explotar al acuífero con bajo caudales (para el ejemplo 1-2-3m<sup>3</sup>/h), con equidistancias que no favorezcan ningún tipo de interferencias hidráulicas. Además caudales bajos permitirán que no asciendan las soluciones salinas hacia niveles más superficiales donde se realicen las captaciones. El volumen total de extracción conviene desarrollarlo con mayor número de pozos de bombeo.

I\* Explotación del acuífero freático compartiendo industrias y ejido urbano.

17- NO CORRESPONDE

Parque industrial con ejido urbano muy próximos entre sí.

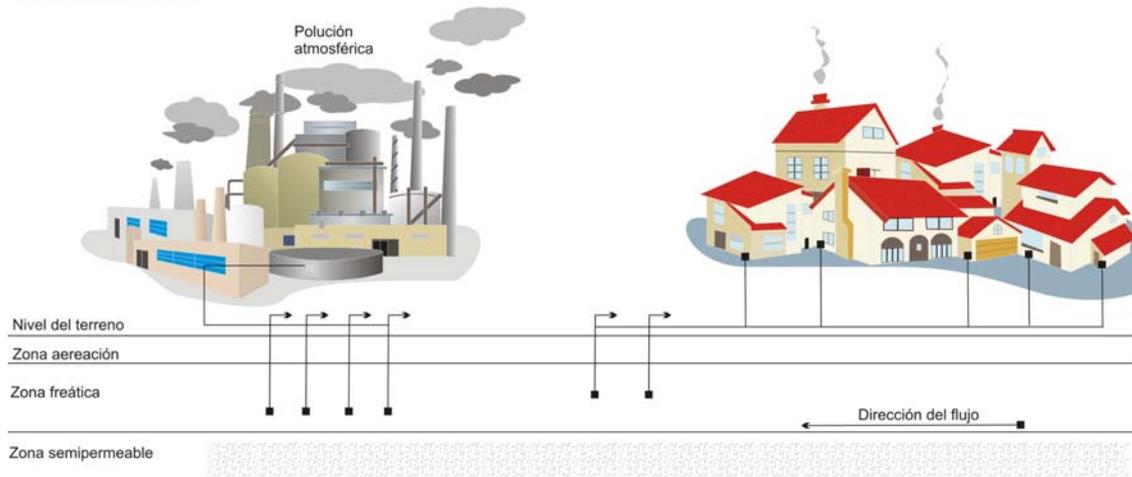


NO CORRESPONDE:

La distancia es un capítulo importante en la extracción de agua desde un mismo acuífero enfrentando en competencia a una explotación industrial con otra para abastecer a poblaciones, donde entran en juego volúmenes de agua muy grandes. Para este caso el perjudicado es el área a captar para la ciudad que incluye contaminaciones potenciales.

18- CORRESPONDE

Parque industrial con ejido urbano distanciados entre sí.



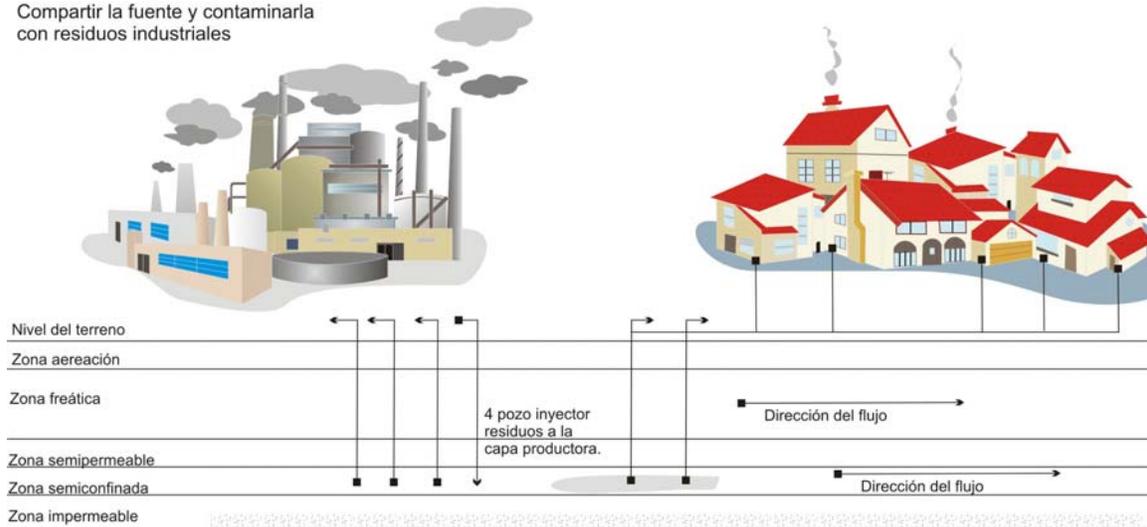
CORRESPONDE:

La ubicación de los parques industriales deben establecerse con el menor impacto ambiental posible respecto no solo al medio ambiente en general, también hacia la comunidad. Considerando las distintas fuentes de contaminación, la polución atmosférica, la ubicación de las fuentes de agua, el área de descarga de líquidos cloacales tratados y almacenamiento de residuos sólidos, todos estos temas deben ser monitoreados, analizados y hasta reducidos a la mínima expresión de desequilibrio con el medio ambiente.

J\* Contaminación por compartir fuentes semiconfinadas(industria y población).

19- NO CORRESPONDE

Compartir la fuente y contaminarla con residuos industriales

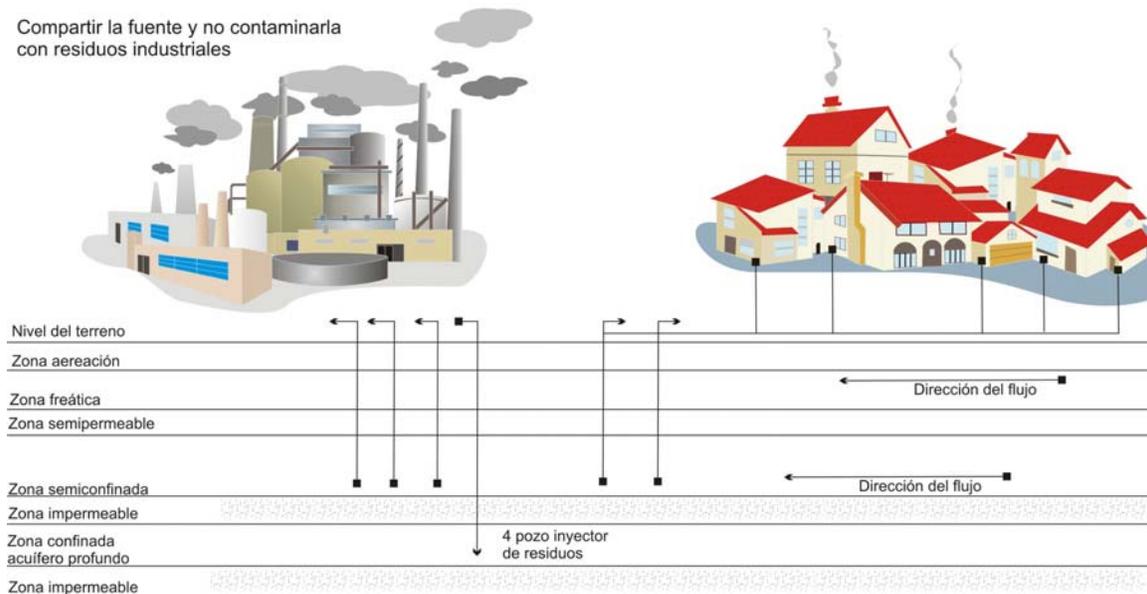


NO CORRESPONDE:

La contaminación por medio de un pozo inyector con agentes contaminantes, está penada por lo que establece la reglamentación de la Ley n° 24051 de residuos peligrosos. Al inyectar líquidos residuales con algún grado de contaminación la peor condición es que el escurrimiento de la capa subterránea (sus flujos) se dirija desde el pozo inyector a la batería de captación de agua para consumo.

20- CORRESPONDE

Compartir la fuente y no contaminarla con residuos industriales



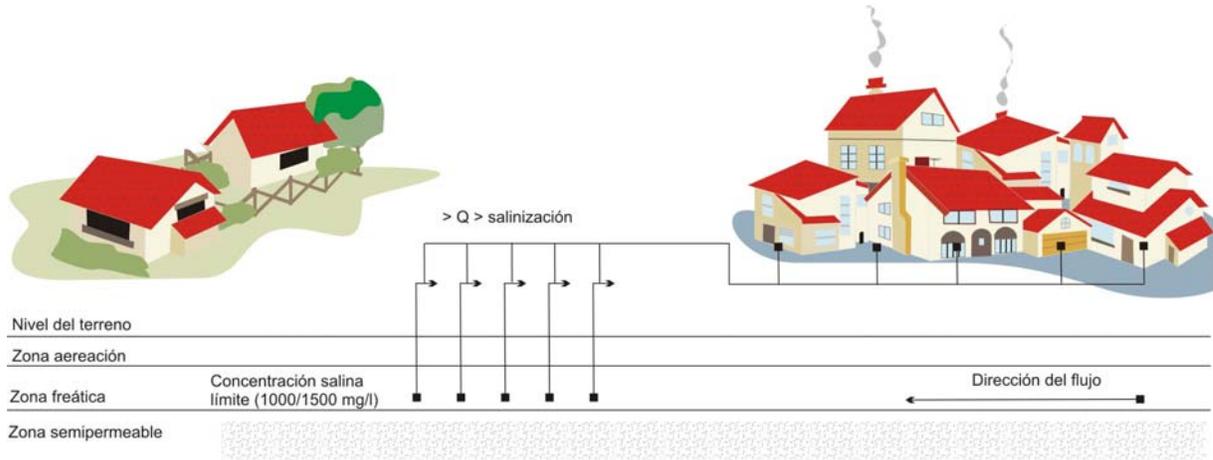
CORRESPONDE:

La Ley n° 24051 de residuos peligrosos establece que el horizonte receptor no constituya fuente actual o potencial de provisión de agua para consumo humano, agrícola y/o industrial y que no esté conectada con el ciclo hidrológico actual. Se debe demostrar que no habrá migración del material inyectado de la zona receptora durante el período que el residuo conserve sus características para ser considerado de riesgo para la salud. La inyección debe estar formada por lixiviado + agua del lavado de camiones, etc. En general debe tener un bajo grado de contaminación.

K\* Sobreexplotación con caudales elevados.

21- NO CORRESPONDE

Sobreexplotación y caudales elevados de extracción.

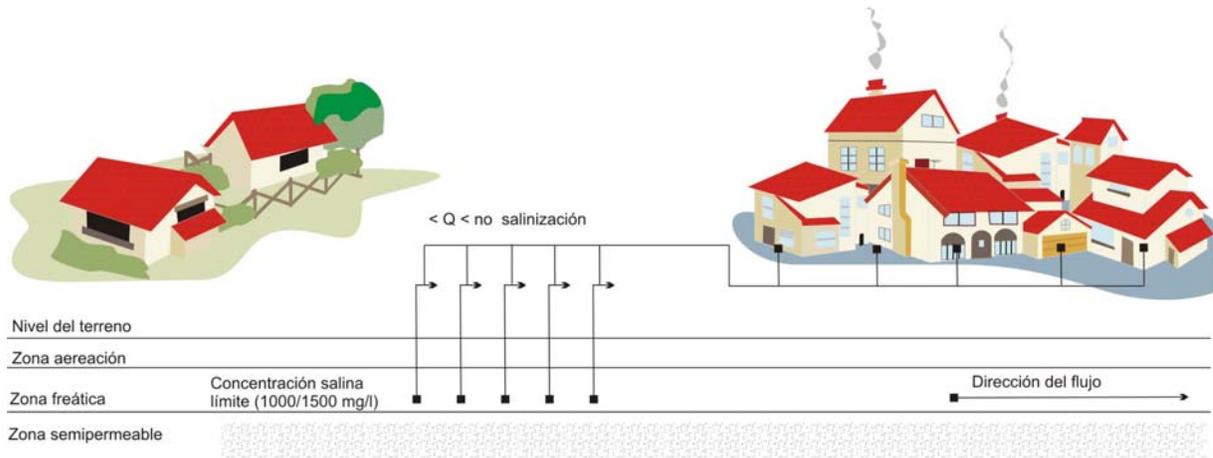


NO CORRESPONDE:

Si se extrae más agua de la que ingresa al acuífero, los pozos se secarán finalmente perdiendo en consecuencia su capacidad productiva. Pero muchas veces una explotación descontrolada genera otros problemas importantes, como lo es la salinización del agua de captación librada al consumo. La sobreexplotación sucede generalmente por falta de control en el sistema de batería o pozos, por una demanda no planificada o porque la idea original es la explotación minera del recurso agua hasta su abatimiento final.

22- CORRESPONDE

No sobreexplotar y trabajar con caudales adecuados.

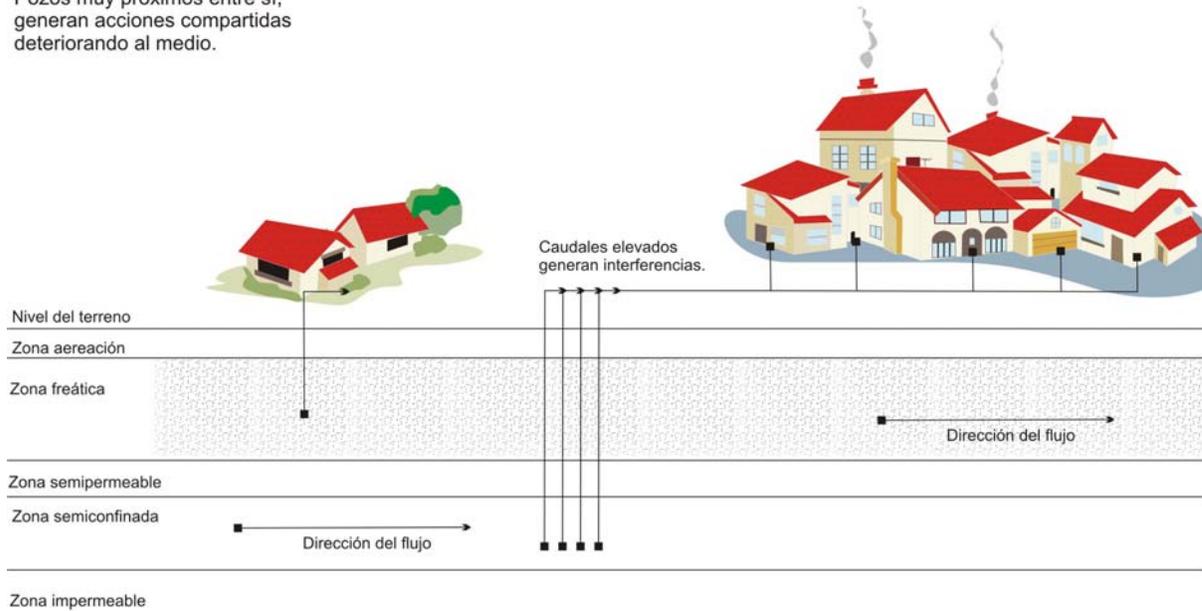


CORRESPONDE:

Se conoce que la sobreexplotación del acuífero lleva a estados no deseados del recurso porque conlleva a un deterioro progresivo y finalmente total de la fuente, por eso que se necesita una búsqueda de alternativas como es la de bajar las dotaciones de la demanda. También es necesaria la ubicación espacial y distribución de las perforaciones con estrategia, para que no sumen entre sí depresiones, desarrollando un abatimiento general.

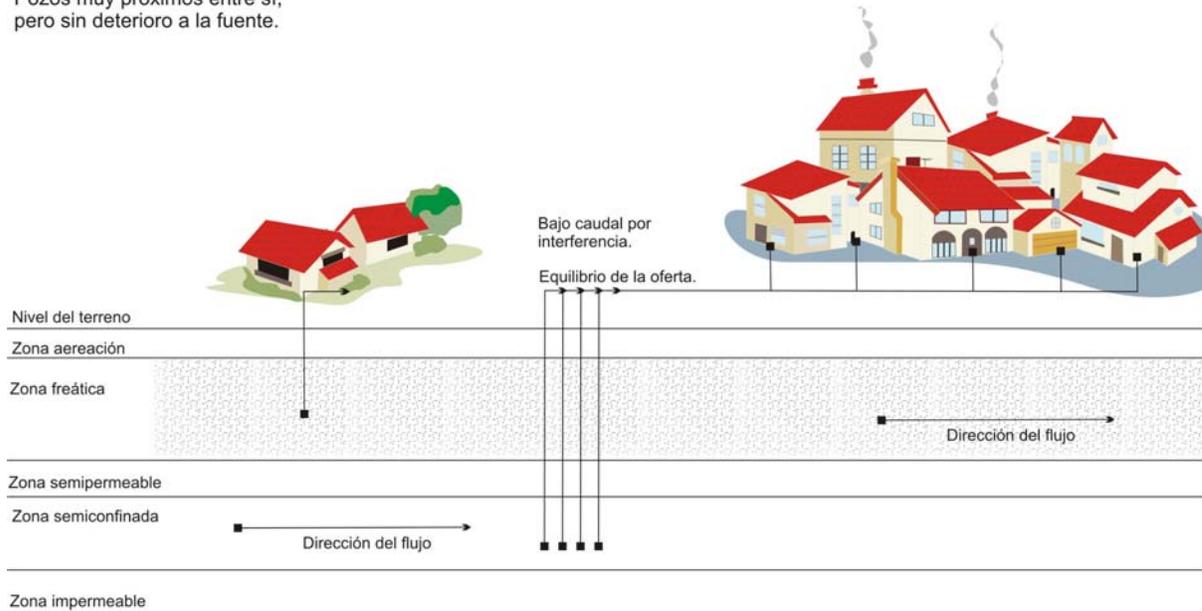
L\* Interferencia de pozos. Pérdida de caudales.

23- NO CORRESPONDE  
Pozos muy próximos entre sí,  
generan acciones compartidas  
deteriorando al medio.



NO CORRESPONDE:  
En este dibujo se detalla una batería de pozos próximos entre sí, generando con un funcionamiento continuado una depresión de los niveles de agua de producción con serias consecuencias inmediatas y futuras de la cantidad y calidad de dicho recurso demandado.

24- CORRESPONDE  
Pozos muy próximos entre sí,  
pero sin deterioro a la fuente.

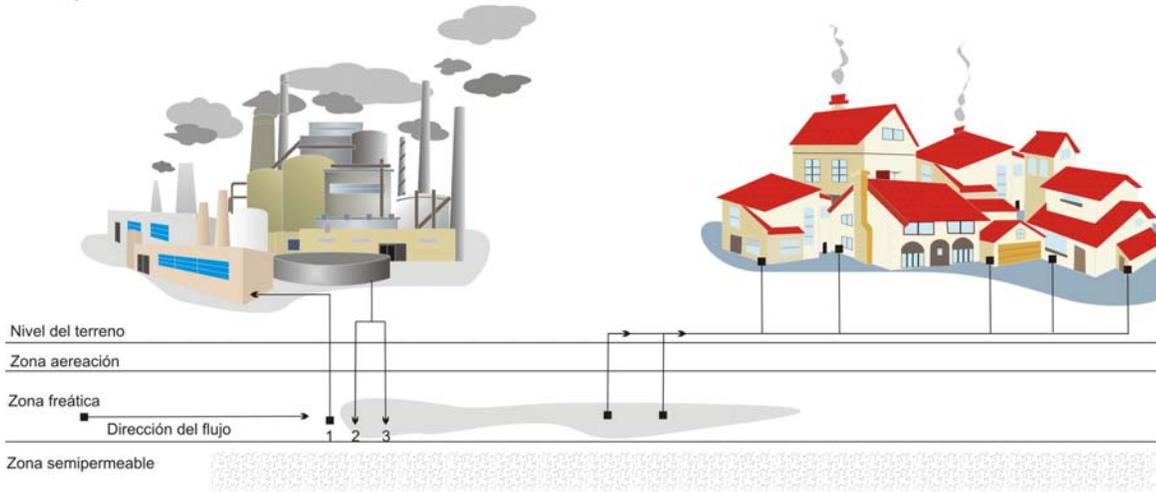


CORRESPONDE:  
Desarrollar una batería de pozos de explotación con tal diseño que no alteren las condiciones generales del recurso, tanto en cantidad como en calidad a través del tiempo de explotación del recurso.

M\* Contaminación industrial compartiendo el mismo acuífero para la industria y la población (napa freática).

25- NO CORRESPONDE

Industria contaminante a la napa freática.



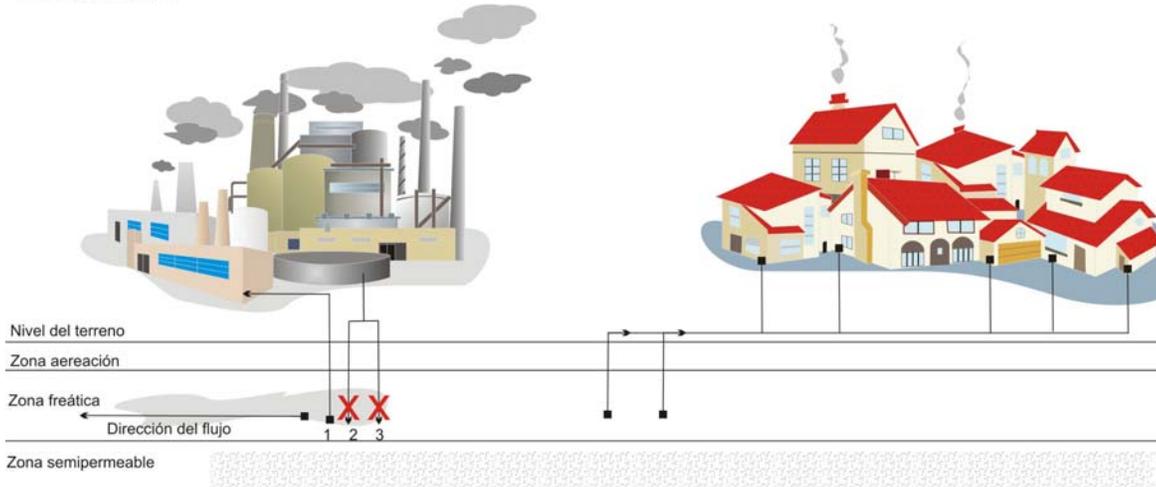
2 y 3 pozos inyectores de residuos

NO CORRESPONDE:

Generalmente una descarga de los líquidos industriales es efectuada en acuíferos a una mayor profundidad, pero ello no priva de que se efectúen también vertidos a nivel de capas mas superficiales y freáticas, ello en total contravención con todas las normas y leyes pero básicamente en oposición a la vida toda.

26- CORRESPONDE

Industria no contaminante a la napa freática.



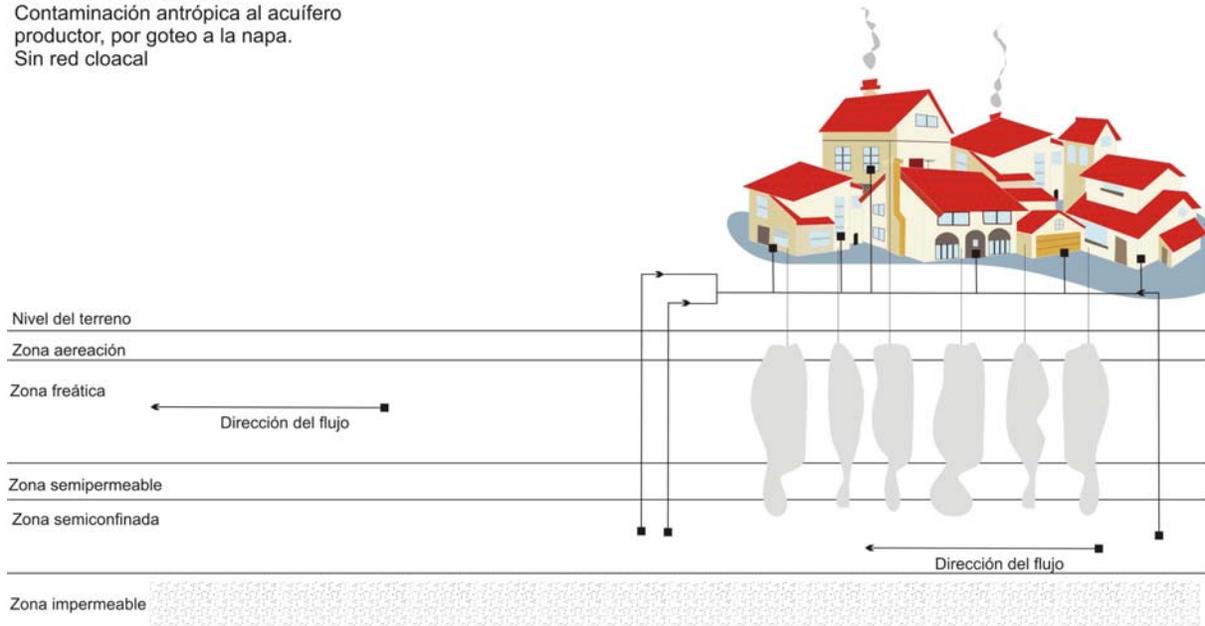
2 y 3 pozos inyectores de residuos

CORRESPONDE:

En este caso no solo se debe no contaminar la capa freática, sino que se debe tener en cuenta el uso a que será destinada, que será nada menos que para el consumo humano. Existen dos soluciones: Ubicación correcta de la fuente de alimentación, previo un análisis de campo y soluciones a los residuos industriales de parques e industrias independientes.

N\* Contaminación antrópica a capa semiconfinada por pozos de residuos negros.

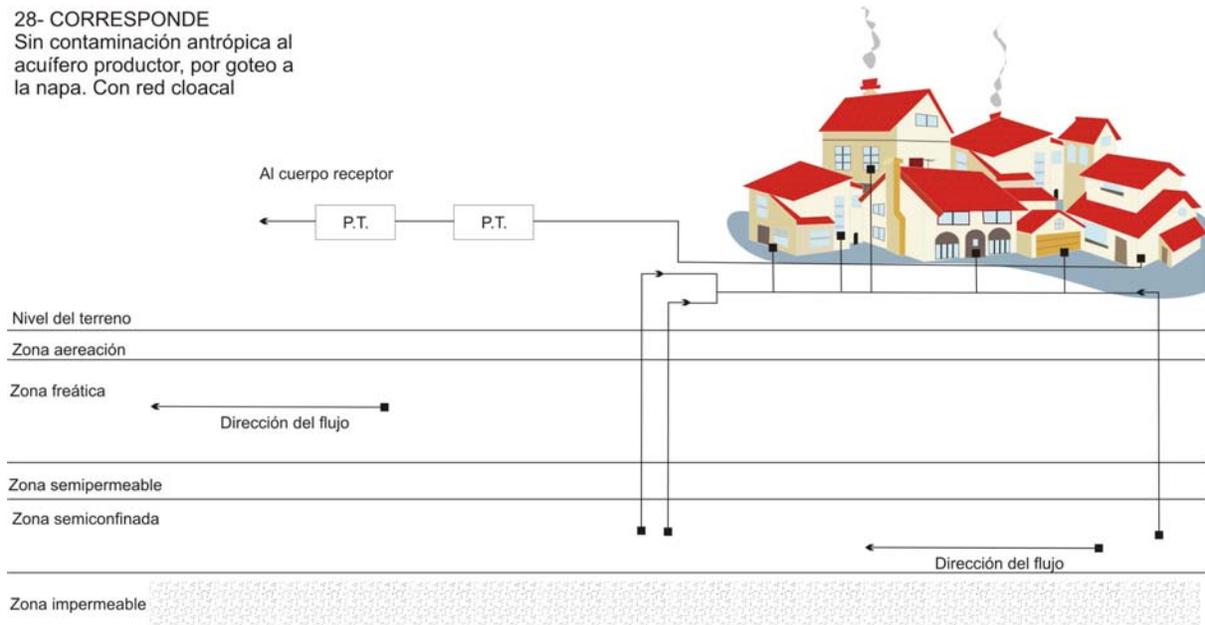
27- NO CORRESPONDE  
 Contaminación antrópica al acuífero productor, por goteo a la napa.  
 Sin red cloacal



NO CORRESPONDE:

Al igual que las capas freáticas el acuífero que subyace debajo de ellas, también puede ser contaminado, pero en tiempos más largos en ese proceso, la causa es la separación por capas semipermeables que contienen limos y arcillas, lo que retardan los tiempos de infiltración del agua contaminada, para el caso nitratos originados en los pozos negros radicados en la urbe.

28- CORRESPONDE  
 Sin contaminación antrópica al acuífero productor, por goteo a la napa. Con red cloacal

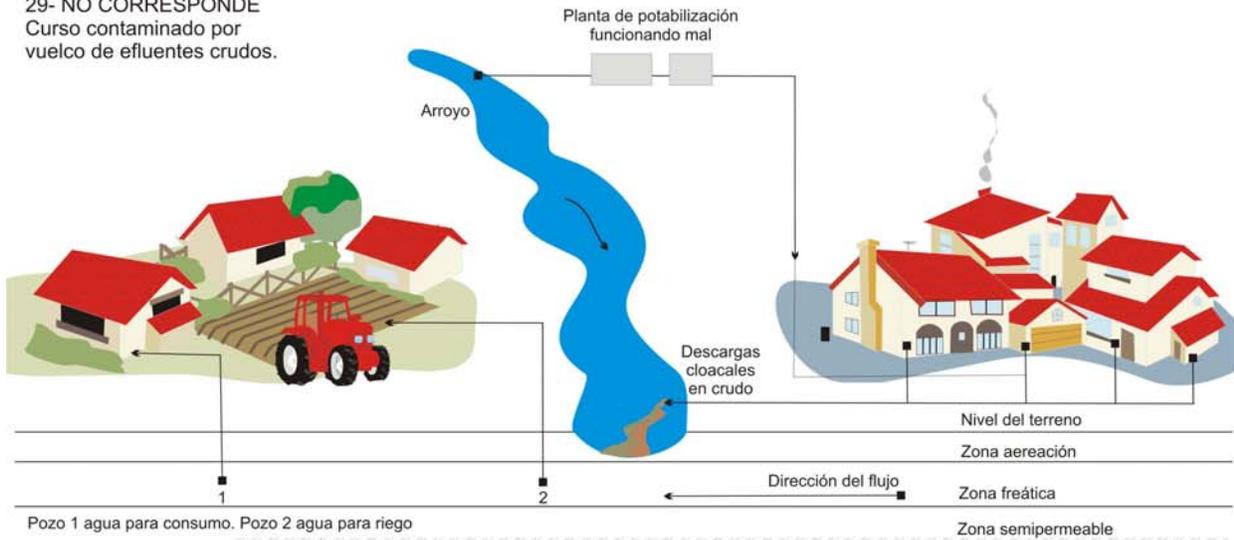


CORRESPONDE:

La solución adecuada es instalar un sistema (planta de tratamiento) de líquidos cloacales con un cuerpo receptor adecuado, además de tener los sistemas de alternativas de fuentes de agua potable optimizados.

O\* Contaminación por efluente cloacal crudo, volcado a curso fluvial.

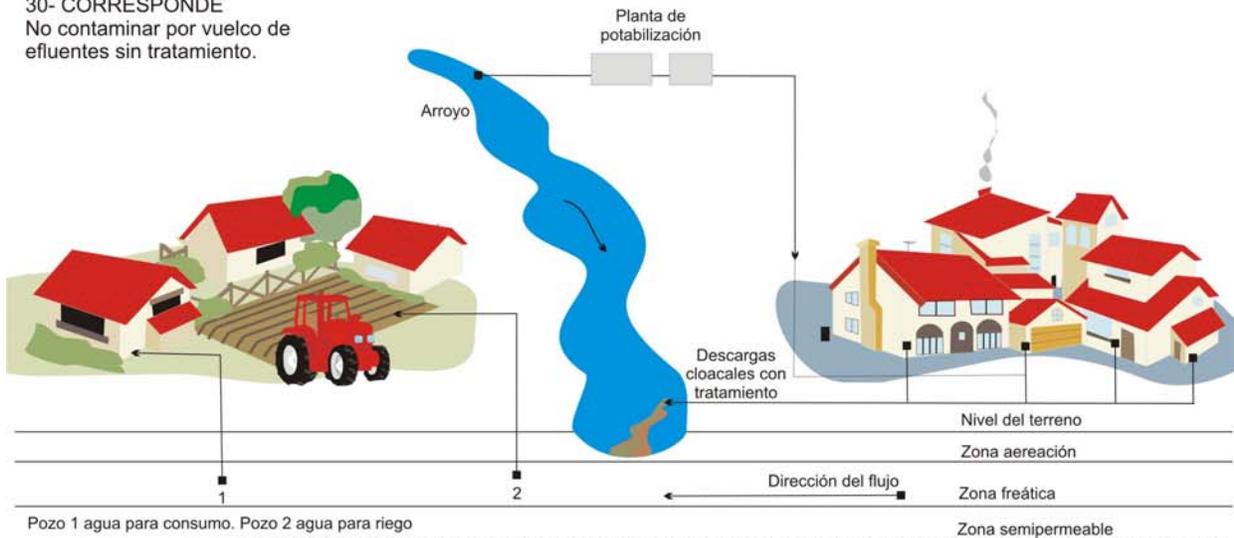
29- NO CORRESPONDE  
Curso contaminado por vuelco de efluentes crudos.



NO CORRESPONDE:

Lo óptimo es que exista una relación adecuada entre el caudal del cuerpo receptor (en caso que sea un espejo de agua donde se produzca el vertido) y los caudales del efluente crudo o no tratado. Finalmente el curso superficial se transformará de no existir esos parámetros en una verdadera cloaca a cielo abierto con todos los problemas sanitarios que eso conlleva. La contaminación de un cuerpo superficial genera problemas a la biología del curso (biota) y lleva a límites de que el curso no contenga agua potable, ni para desarrollar fauna y flora acuática, desarrollando el vector de las enfermedades más fácilmente.

30- CORRESPONDE  
No contaminar por vuelco de efluentes sin tratamiento.

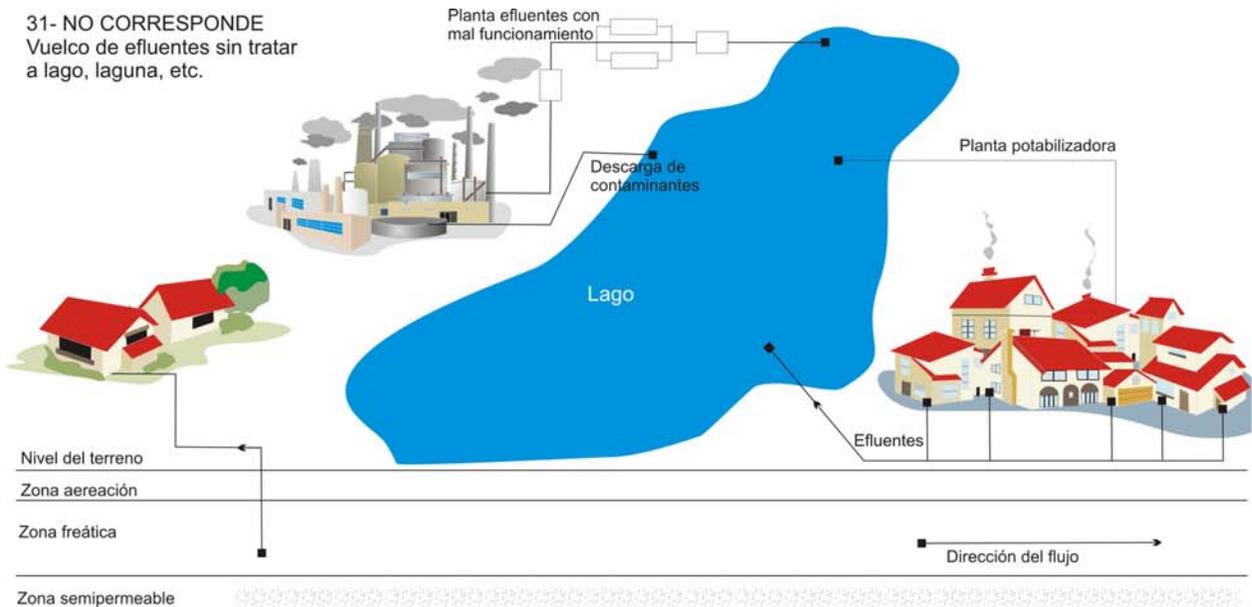


CORRESPONDE:

Corresponde el vuelco al curso del líquido cloacal tratado con una demanda DBO con 50mg/l a la salida de la planta hacia el cuerpo receptor. La toma de agua debe emplazarse siempre aguas arriba de una descarga cloacal, pues esta puede derivar en problemas por mal funcionamiento y/o mantenimiento de la planta de líquidos efluentes. También se debe respetar las distancias tales que la emisión al cuerpo receptor este normatizada. En definitiva siempre que se capte agua del curso, esta debe estar en condiciones dentro de los patrones nacionales e internacionales tanto en su calidad físico - química como bacteriológica.

P\* Eutroficación de lagos por ingreso de efluentes.

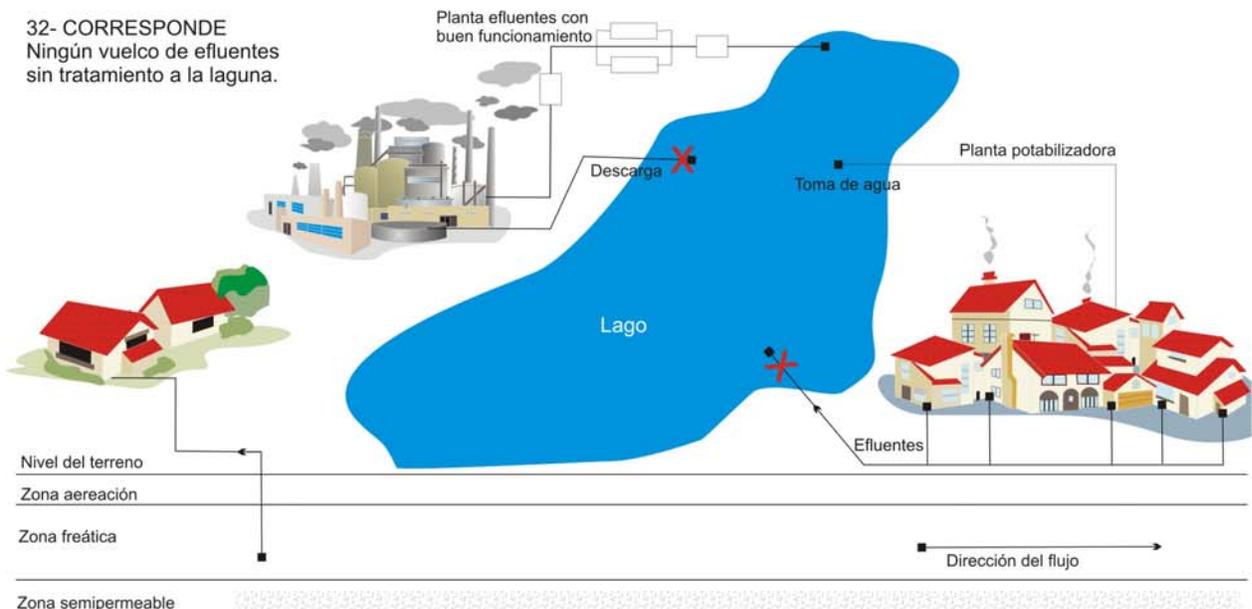
31- NO CORRESPONDE  
Vuelco de efluentes sin tratar a lago, laguna, etc.



NO CORRESPONDE:

La eutroficación de cuerpos de agua de las características del dibujo, es generado y favorecido por las descargas de líquidos cloacales sin tratamiento. Portadores ellos de altas concentraciones de nitratos y nitrógeno orgánico, este un macronutriente que afecta favorablemente la proliferación de algas y vegetaciones acuáticas, que ayudan con sus volúmenes de biomasa a disminuir el oxígeno del cuerpo de agua y en parte el volúmen del lago o cuerpo de agua (llegando a la eutroficación total del dicho cuerpo). En las etapas intermedias, las calidades del agua disminuyen. La relación entre tamaño del cuerpo y volúmen del residuo, incide directamente a los tiempos de eutroficación comenzando por un empobrecimiento de las calidades del agua.

32- CORRESPONDE  
Ningún vuelco de efluentes sin tratamiento a la laguna.



CORRESPONDE:

De generarse vuelcos a este tipo de cuerpos de agua las plantas de tratamiento deben estar en funciones (diseño, operación y mantenimiento adecuado) normales. La potabilización del agua debe partir de un agua con características normales y neutras, o sea que el vuelco de efluentes nunca debe desarrollar problemas en la calidad de la misma.

## ORGANIGRAMA GENERAL DE TRABAJO COMO CAMINO DE SOLUCIONES

- 1. Identificación de la idea. Visualizar el escenario dentro de las relaciones espaciales.
- 2. Identificación del problema (diagnóstico). Calificación.
- 3. Estudio y resolución del problema. Evaluación y remediación de la contaminación.
- 4. Pronóstico final.
- 5. Monitoreo. Seguimiento a través del tiempo con densidad de controles espaciados que están en función de cada escenario en particular, lo cual incidiría en la velocidad del agente contaminante en particular, función de las litologías (tipo de sedimentos) dominantes en cada uno de ellos.
- 6. Mitigación del impacto generado a través de medidas correctivas.
- La aplicación de protección ambiental, con herramientas que brindan la hidrogeología y geología ambiental, en problemas dentro del ámbito municipal, posibilitan finalmente un camino a respuestas que dan más seguridad y calidad de vida; reflejándose en la actividad humana por el parámetro de la salud.

## ESCENARIO EN AMBITOS MUNICIPALES DENTRO DE UNA CUENCA VERTIENTE

Se describen relaciones entre el medio físico y las obras de agua: Relaciones físicas, Identificar; Estudios; Acciones y Mitigaciones.

- A. Relaciones físicas entre medio natural y artificial.
- A1. Extensión del acuífero y espesores; perfil litológico; tipo y cantidad de capas acuíferas; registro de pozos; calidades, caudales, parámetros.
- A2. Áreas antrópicas (parques industriales, urbanas y periurbanas).
- A3. Relaciones espaciales entre las áreas que intervienen (cuenca/antrópica/explotación).
- B. Identificar al problema:
- B1. Pozos que captan accidentalmente contaminantes.
- B2. Pozos inyectores de contaminantes.
- B3. Plumas contaminantes. Desarrollos y control por monitoreo, para su análisis y conclusiones finales. Uso de modelos.
- B4. Pozos sobreexplotados que afectan niveles de producción.
- B5. Pozos sobreexplotados que afectan la reserva.
- B6. Pozos que desarrollan interferencias, por conflicto de intereses entre industrias y población. B7. Cuerpos receptores. Contaminaciones por mal emplazamiento y/o operaciones.
- C. Estudios:
- C1. Conocimiento de la hidrogeología de la cuenca a partir de datos primarios y secundarios.
- C2. Desarrollo de modelos conceptuales a partir de los datos de C1 y uso de modelos.
- C3. Analizar la radicación de parques industriales, áreas de captación de agua y vertederos de residuos sólidos.
- D. Acciones de monitoreo: Es un control dinámico para el tema problema-solución. En un estudio de las capas subterráneas se usan pozos de monitoreo con profundidades a determinar según el caso, siguiendo normas Internacionales, OMS; USEPA. Este control debe ser continuo, según el problema y el contaminante.
- E. Mitigaciones: Las actividades que contribuyen a disminuir impactos por acciones antrópicas, a través de las cuales se deben bajar los problemas que distorsionan al medio, con el resto del escenario natural y artificial. En muchos casos al eliminar del circuito natural los contaminantes, los fenómenos naturales actúan solos como renovadores por excelencia, siempre y cuando superen con su capacidad de depuración a los agentes de contaminación.

## CONCLUSIONES

Este documento esquematiza los distintos problemas y soluciones genéricas, para un campo técnico. Que está integrado por, las partes en conflicto, funcionarios de Entes y Cooperativas de Saneamiento, profesionales afines, otros. Básicamente es para la difusión en dichas áreas, con conocimientos relativos y muy someros del tema.

Se debe poner énfasis en:

Cuidado del recurso físico dentro del marco jurídico y de las instituciones, que en este caso son Municipales, Entes concesionados, por involucrarse con el medio comunitario en la cuenca.

La hidrogeología como campo (científico y técnico) para la preservación del medio ambiente (natural/artificial), pero focalizado en los marcos de prevención del problema.

Usar metodologías actualizadas y clásicas, para comprender y responder a problemas que se originan por impacto al medio por antropías en todas las cuencas. Las herramientas ayudan a trabajar y detectar contaminaciones reales y potenciales, que repercuten en la calidad de vida.

Tener en cuenta la unidad del medio ambiente natural y la geología, componente sustancial de cuenca como un sistema interactuante.

No existen circuitos aislados, sí vectores que conducen a los contaminantes; es mejor la prevención a las intervenciones tardías; por eso el monitoreo como herramienta preventiva. Sin embargo como lo que se impacta es el medio ambiente, se adoptan la preservación para lograr el camino de equilibrio en el territorio de la cuenca vertiente. Finalmente deberá verse una réplica favorable en el entorno social que es lo importante que se proyecte al futuro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acurio Guido y otros. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos municipales.
- B.I.D. Y O.P.S. División Medio Ambiente. Washinton, D.C..997.Pag.155.
- Comisarenco L. Revista Gerencia Ambiental, 1994 año 1 n\*1. Bs.As.Argentina.
- Custodio E.1997.Actas I Congreso Nacional de Hidrogeología. U.N.S. B. Blanca Argentina/97. pgs. 1-34.
- Enhosa., Bs.As. Argentina, Proyectos de Saneamiento 1990/2000
- Pflüger J.C., Revista Geotemas del AGA n\*12, Bs.As. Argentina 1995.
- Tarak Pedro. El Municipio ámbito más propicio para la puesta en marcha del Desarrollo Sustentable.. F.A.R.N. 1993. Buenos Aires. Argentina.



