



### **La Organización**

Ciudadanos Del Karso (CDK) es una organización sin fines de lucro incorporada bajo las leyes del Estado Libre Asociado. Su Junta de Directores esta compuesta por científicos, ambientalistas, hombres y mujeres de negocios, amas de casa, estudiantes, profesionales, artistas, en fin, un sector representativo de la comunidad Puertorriqueña.

### **La Misión**

Proteger y conservar los sistemas naturales principalmente el karso puertorriqueño, fomentar y desarrollar acciones que ilustren cómo la organización social y la naturaleza pueden y deben ser compatibles.

### **Información de Contacto**

Dirección Postal:  
Urb. La Cumbre  
497 Ave. E. Pol Box 230  
San Juan PR 00926-5636

Tel. (787) 755-0410  
Fax: (787) 760-2070  
[www.cdk-pr.com](http://www.cdk-pr.com)



## **Viviendo con Los Sumidero**

Ciudadanos del Karso  
[www.cdk-pr.org](http://www.cdk-pr.org)



## INTRODUCCIÓN

Los sumideros son depresiones naturales en la superficie de la tierra de forma circular o cónica. Son comunes en regiones cársticas, donde las aguas subterráneas, levemente acidificadas, disuelven rocas tales como calcita, la dolomita, el mármol o el yeso. Las regiones cársticas- caracterizadas por sumideros, ríos subterráneos, manantiales, cuevas y valles de solución – se forman donde el agua de la superficie penetra la tierra y migra hacia cavidades ampliadas por la disolución del agua hacia conductos, tales como cuevas. Estas cavidades no siempre son accesibles a los exploradores, sin embargo, el agua que dreña por los sumideros puede fácilmente lograr abrir su camino hacia un sistema de drenaje ampliamente desarrollado.



## Problemas Ambientales

Los sumideros, en particular, presentan diversos problemas que pueden a la larga afectar sus aguas subterráneas y los delicados ecosistemas de las cuevas. Las preocupaciones ambientales incluyen:

1. Introducción de contaminantes en las aguas subterráneas,
2. Colapsos catastróficos o graduales de la superficie de la tierra
3. Inundaciones durante o después de tormentas intensas.

**Información de: Karen y Ernst Kastning,  
Departamento de Geología, Universidad de Redford**

**Preparada por:**

**Ciudadanos del Karso, agosto 1995**

**Para más información o si desea colaborar con nuestra  
organización,**

**favor de comunicarse a la dirección**

**Publicación Educativa: Núm. 1**

los sumideros al acuífero. Al llenarse los sumideros artificialmente puede ocurrir un bloqueo en las áreas de recarga.

El aumento en la proporción de recarga y/o el bloqueo de los puntos de recarga pueden ocasionar que las aguas superficiales se empocen o inundaciones, a menos que esta agua sean redirigidas de su lugar natural de entrada (alterando entonces la recarga de otro sumidero). Esto puede afectar drásticamente la cantidad de agua subterránea disponible a la vecindad inmediata.

### **¿Qué hacemos si nuestro sumidero ya está contaminado o modificado?**

Será necesario remover la basura y restaurar los contornos originales alrededor del sumidero y las entradas de las cuevas. A pesar de que esto puede requerir considerable esfuerzo, los resultados serán valiosos. Debemos tomar en cuenta que puede pasar algún tiempo antes de que los restantes contaminantes puedan salir a través del sistema.

De hecho las presiones ejercidas por los hombres en el terreno cárstico resultan en problemas ambientales mucho más agudos que aquellos que ocurrirían en terrenos subyacentes en otros tipos de roca. Las tierras cársticas en Puerto Rico se encuentran hacia el noroeste, donde los impactos ambientales son generalmente impuestos por las prácticas agrícolas, la construcción urbana.

La expansión urbana esta afectando cada vez más estas áreas, resultando en severos problemas ambientales.

El terreno cárstico, particularmente aquel que contiene una cantidad moderada a alta de sumideros, realmente impone restricciones en el uso de la tierra.

El mal manejo de esta tierra, ya sea por desarrollo no supervisado, prácticas agrícolas pobres, disposición no apropiada de las aguas, u otros medios, usualmente termina dañando las aguas subterráneas, los ecosistemas de cuevas, o las estructuras hechas por el hombre en estas regiones.

### **Calidad de las Aguas Subterráneas**

El más importante asunto ambiental presente y futuro en relación al carso es la sensibilidad de los acuíferos en estas áreas a la contaminación de sus aguas subterráneas. El efecto de la actuación del hombre sobre el carso es más severo en casos donde agua contaminada de la superficie se permea a los acuíferos. Este problema aplica a todas las regiones del carso en Puerto Rico que están densamente pobladas.

Los problemas redundantes de los asuntos del carso en la isla se están acelerando con el advenimiento de

1. la expansión del área urbana
2. el mal manejo y la disposición impropia de químicos ambientalmente peligrosos
3. la escasez de repositorios adecuados para la disposición de desperdicios tóxicos (tanto de los hogares como industriales)
4. la falta de educación pública efectiva sobre la disposición de desperdicios y la sensibilidad del sistema cárstico de aguas subterráneas.

Existe una falta general de entendimiento público sobre el comportamiento de las aguas subterráneas, particularmente en el carso. Los acuíferos del carso no pueden filtrar suficientemen-

te

el agua subterránea contaminada de descarga. El agua rápidamente a través de los conductos de drenajes subterráneos porque los puntos de recarga están directamente conectados a los de descarga.

No sólo el principio de “basura adentro, basura afuera”, aplica a las aguas subterráneas del carso, sino que los contaminantes se mueven rápidamente y con relativa poca disolución en este tipo de terreno.

Siendo los sumideros huecos naturales en la superficie del terreno, han sido considerados lugares que invitan a tirar allí la basura. Creemos que cada distrito con terreno cárstico puede tener cientos de sumideros que son utilizados como vertederos.

La proliferación de estos vertederos es el resultado de:

1. la ausencia de un sistema para la disposición adecuada de la basura en áreas rurales y el alto costo de su transportación
2. la conveniencia de tener un sumidero cercano y
3. la falta de conocimiento sobre el papel que juegan los sumideros en el sistema cárstico de aguas subterráneas.

Los sumideros son embudos naturales que llevan las sustancias tóxicas directamente al sistema de tubería del terreno cárstico. En muchos casos, estos químicos pueden ser conducidos directamente a los pozos domésticos en pocas horas. La disposición irreflexiva de los cadáveres de los animales de caza a los de las fincas en los sumideros (una práctica común) puede contaminar el agua del pozo de su dueño o de sus vecinos.

Tirar basura en los sumideros es sólo una de las formas de contaminar las aguas subterráneas en los terrenos cársticos. Los fertilizantes, yerbicidas y pesticidas aplicados a la tierra sobre la roca cárstica puede entrar al acuífero por infiltración difusa, contaminando manantiales y pozos.

El establecimiento impropio de vertederos en cerca de terreno cárstico permite que el escape o desagüe de estos vertederos contamine las aguas de esta región. Los químicos que se introducen de esta forma incluyen muchos de los más peligrosos, hidrocarburos, metales pesados, PBCs y otros. Además, el liqueo de sistemas sépticos y de las tuberías de acantilado sanitario y los afluentes de lugares utilizados para crianza de animales o de las facilidades de tratamiento sanitarias defectuo-

área de drenaje y la proximidad a áreas contaminación, debe ser considerada cuando se vaya a establecer el nivel de protección requerido.

### **¿Dónde van las aguas subterráneas?**

A diferencia de en otros tipos de terreno, las aguas subterráneas de los terrenos del carso se canalizan mediante un sistema natural de “tuberías” que colectivamente transmite el agua de los lugares de entrada (recarga) a los de salida (descarga). La recarga en el terreno cárstico ocurre de dos formas. Primero, el agua de lluvia puede percolarse por la tierra hacia las fracturas en la roca soluble sobre grandes áreas de terreno rurales. Esto se conoce como recarga difusa. Segundo, el flujo de la superficie puede entrar por cuevas o sumideros. Esto se conoce como recarga discreta.

Ambos mecanismos ocurren simultáneamente en la mayoría de las regiones cársticas.

La descarga del agua subterránea a la superficie de la tierra ocurre de varias formas diferentes. El agua subterránea de las regiones cársticas resurge como manantiales naturales cuando los ríos de las cuevas emergen a la superficie por aberturas o como escurrimientos cuando el agua emerge del suelo sobre áreas grandes. El flujo de agua de un manantial puede variar de unos pocos a miles de galones por minuto.

Una cantidad significativa de agua también se extrae de pozo y perforaciones para obtener agua para uso doméstico, comercial, agrícola o industrial.

La naturaleza del flujo del subsuelo en el carso puede ser muy compleja. Es a veces difícil determinar de dónde fluye el agua que entra al acuífero cárstico y por dónde eventualmente resurge a la superficie. En la práctica, el pasaje del agua es determinado usando marcadores, tales como tintes, en lugares de recarga y observando por dónde resurge.

### **Alterando el flujo de las aguas subterráneas**

Los cambios hechos por el hombre en los drenajes que se encuentran en la superficie a los sumideros, pueden fácilmente alterar la proporción normal de recarga del acuífero bajo la superficie. La vegetación permite que el exceso de agua de las tormentas drene hacia el subsuelo. Sin embargo, el exceso de agua en materiales impermeables (ej., drenajes de cemento, carreteras de asfalto o estacionamientos, y techos de las estructuras) pueden ser rápidamente encauzadas por

la infiltración también pueden causar colapsos.

La mayor parte de los sumideros que se forman súbitamente ocurren donde la tierra que cubre un lecho de piedras se colapsa hacia un hueco pre-existente.

Los sumideros son hundimientos o colapsos que se forman en determinados lugares de inestabilidad. Su presencia indica que se podrían formar sumideros adicionales en el futuro. Las estructuras hechas por el hombre cerca de los sumideros están en riesgo de sufrir daños estructurales, a menos que hayan sido diseñadas adecuadamente.

En áreas pobladas, los sumideros son considerados como hoyos indeseables en el suelo. Consecuentemente, existe un deseo de rellenarlos para nivelar la tierra.

Como consecuencia, los pasajes de infiltración desarrollados naturalmente pueden ser bloqueados, ocasionando estancamientos de agua e inundaciones. Además, los materiales de relleno pueden escurrirse al subsuelo y ocasionar hundimientos. Estas alteraciones impactan fácilmente cualquier estructura hecha sobre el material de relleno. Además, el aumento en peso por el agua, el relleno y las estructuras sobre el lecho cavernoso, puede causar colapso o hundimientos futuros.

### **Manejo de los Sumideros**

Los sumideros sirven como puntos de recarga individualmente distintos y se debe tener cuidado para prevenir la penetración de sustancias tóxicas a ellos.

Algunas causas comunes de contaminación incluyen escurrimientos que contienen desperdicios químicos y de la agricultura, tanto de áreas urbanas como rurales, los derramamientos accidentales de materiales peligrosos y descarga de desperdicios directamente en los sumideros. Encauzar estos escurrimientos hacia los sumideros transmite los contaminantes a las aguas subterráneas. El manejo apropiado de los sumideros debe incluir la evaluación de la vulnerabilidad de los sumideros y del sistema cárstico y el mantenimiento de su integridad natural.

### **Establecer una Zona de Amortiguamiento Natural**

Una buena práctica de conservación puede ser establecer zonas naturales de amortiguamiento alrededor de los sumideros con el propósito de mantener la cantidad y calidad de la recarga que entra el acuífero. Las condiciones, tales como fracturas en el lecho de la roca, el tamaño del

sas, introducen la bacteria "coliforme" y otros organismos causantes de enfermedades en el sistema cárstico.

Hoy día muchos de los riachuelos, incluyendo aquellos en áreas rurales, están contaminados. Es común que los riachuelos superficiales pierdan agua fácilmente en su recorrido por terreno cárstico.

Las aguas superficiales contaminadas que penetran la roca caliza pueden llevar sustancias tóxicas a riachuelos en el subsuelo. Los derramamientos accidentales de químicos es un ejemplo de la contaminación ocasionada por las vías de transporte. Los afluentes de las operaciones comerciales e industriales a lo largo de estas vías son también un problema.

### **Un ecosistema Delicado**

Las cuevas contienen organismos frágiles que han evolucionado en su ambiente natural bajo la tierra. La mayoría de las personas piensan en los murciélagos como las criaturas más comunes que se encuentran en las cuevas. Sin embargo, existe una gran variedad de animales endémicos a la cueva. Estando estos animales tan bien adaptados a un ambiente ecológicamente estable, son particularmente sensitivos a los cambios, especialmente la introducción de sustancias ajenas a las aguas subterráneas que fluyen por las cuevas. Aún relleno "limpio", tales como maleza, heno, aserrín, o tierra, pueden ocasionar desbalances químicos en el agua subterránea del sistema cárstico afectando adversamente el ecosistema. Esto se debe mayormente a que la materia orgánica se pudre rápidamente y al consumo del oxígeno. Además de para mantener recursos de agua adecuados, es en el interés de la conservación de las especies endémicas a la cueva el que el hombre se preocupe por mantener limpia el agua subterránea en las regiones cársticas.

### **Colapsos e Inestabilidad de la superficie de la tierra**

Ocasionalmente la superficie de la tierra en regiones cársticas puede colapsarse. Muchos de estos eventos ocurren como consecuencia de las actividades del hombre en el ambiente cárstico.

El bombeo excesivo de las aguas subterráneas de los acuíferos cársticos puede rápidamente bajar los niveles freáticos y causar una pérdida súbita de las fuerzas de flotación que estabilizan los techos de las cavernas. Los cambios inducidos por el hombre en el flujo de agua superficial y