

## Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras

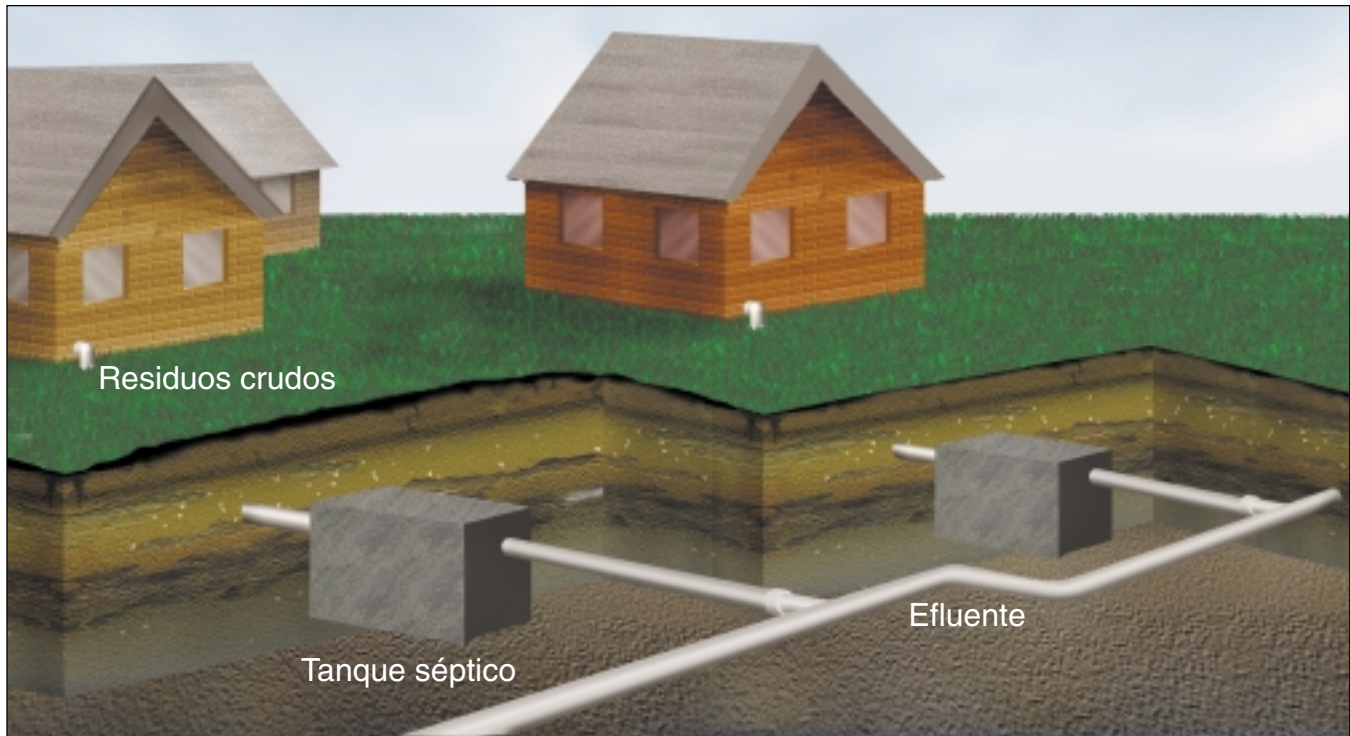


Figura 1: Un sistema de alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño.

# Sistemas de recolección alternativos

**Bruce Lesikar y Juan Enciso**

Promotores Especialistas en Ingeniería Agrícola  
El Sistema Universitario Texas A&M

**H**ay buenas noticias para las comunidades rurales de Texas que necesitan desarrollar una infraestructura para el manejo de aguas negras. Hoy en día, los tejanos de las regiones rurales tienen más opciones que nunca para manejar las aguas negras. Estas opciones ofrecen:

- ✓ Protección ambiental,
- ✓ Flexibilidad para que las comunidades planeen su futuro desarrollo económico, y
- ✓ Costos de instalación más bajos que los de los sistemas centralizados tradicionales de manejo de aguas negras.

Por lo general, las aguas negras de las regiones rurales primero se tratan en sistemas individuales de tratamiento,

muchas veces en sistemas sépticos, en cada casa. Estos funcionan bien en las regiones en donde la población es escasa y el medio ambiente puede sobrellevar la cantidad de residuos producidos.

Pero si la población crece o el suelo no puede asimilar las aguas negras, toda la comunidad debe tomar medidas para resolver los problemas de aguas negras. Antes, las comunidades

en las que estaban fallando los sistemas sépticos tenían solamente una opción para el manejo adecuado de las aguas negras: instalar una red de tubería extensa para recolectar las aguas negras y llevarlas a una planta centralizada de tratamiento de aguas negras, de alto mantenimiento.

Ahora, las comunidades rurales tienen una nueva opción: para manejar las aguas negras, pueden usar una combinación de sistemas sépticos convencionales, sistemas individuales avanzados y sistemas de agrupamiento o de tratamiento en suelo (Figura 1). Este nuevo método se llama tratamiento de aguas negras descentralizado.

De acuerdo con la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), los sistemas descentralizados:

- ✓ Protegen la salud pública y el medio ambiente,
- ✓ Son apropiados para las comunidades con una densidad de población baja,
- ✓ Se pueden usar en lugares con condiciones variadas,
- ✓ Ofrecen beneficios adicionales a las regiones ecológicamente delicadas, y
- ✓ Pueden ahorrar cantidades considerables de dinero y, a la vez, recargar los acuíferos locales y ofrecer otras oportunidades de reutilización del agua cerca de donde se producen las aguas negras.

De hecho, en 1997 en un informe al Congreso de los EE.UU., la EPA concluyó que el método descentralizado de manejo de aguas negras favorece a las comunidades rurales y, a menudo, es más económico que los sistemas de alcantarillado centralizados.

Puesto que Texas no tiene una estrategia integral estatal para el tratamiento económico de aguas negras municipales en las regiones rurales, muchas comunidades rurales de Texas tienen que crear sistemas para el manejo de aguas negras para proteger eficazmente la salud pública y la calidad ambiental, tener en cuenta futuras necesidades de vivienda y facilitar el crecimiento.

## **Método centralizado preferido previamente**

Gracias a una gran inyección de financiación federal durante los años 70 y 80, la mayoría de las comunidades urbanas de Texas instaló sistemas centralizados de alcantarillado para el manejo de aguas negras con el fin de satisfacer las necesidades de sus habitantes. La Ley de Aguas Limpias de 1972 proporcionó dinero federal para planear, diseñar y poner en pie

una infraestructura pública de aguas negras. Por lo general, las comunidades grandes fueron más favorecidas que las pequeñas al recibir la mayor parte de los fondos federales.

El dinero federal, junto con el fracaso de las comunidades en no mantener debidamente los sistemas sépticos tradicionales, justificó la construcción de alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas negras.

A estos sistemas centralizados se les conoce como métodos de “tubería grande” o “alcantarillado del campo”. Consisten en instalar una red extensa de tuberías de alcantarillado por toda una comunidad para recolectar las aguas negras y llevarlas a una planta central de tratamiento. Después del tratamiento, las aguas negras se vierten a un arroyo o a un cuerpo de agua.

No obstante, que hoy en día, la importante financiación federal para los proyectos del manejo de aguas negras se ha reducido, las comunidades de Texas tienen que hacerse cargo de la instalación, la operación y el mantenimiento.

Los sistemas de alcantarillado no pueden expandirse por todas las regiones rurales porque cuestan mucho y porque las leyes ambientales, cada vez más estrictas, dificultan el descargo de aguas negras tratadas en los ríos, arroyos y aguas costeras, y lo hacen más costoso.

## **Opciones descentralizadas**

En la actualidad, hay muchas alternativas a los sistemas centralizados de alcantarillado, entre ellas:

- ✓ Los sistemas sépticos convencionales son opciones confiables donde las condiciones de la tierra son favorables y los sistemas se mantienen debidamente.
- ✓ Los sistemas individuales avanzados (filtros de arena, unidades de tratamiento aeróbico, filtros percoladores, humedales artificiales, sistemas de distribución a presión, sistemas de distribución por goteo,

sistemas de distribución por aspersión y sistemas de desinfección) y los sistemas opcionales de lagunas y de irrigación por aspersión de la comunidad. Estos se pueden usar sobre una gama más amplia de lugares y condiciones de suelos que los sistemas sépticos convencionales.

- ✓ Los sistemas de agrupamiento usan pequeñas redes de recolección para llevar las aguas negras de un número limitado de casas (por lo general, entre 5 y 100) hacia un área común de tratamiento y disposición final. Los sistemas de agrupamiento usan sistemas de alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño y sistemas de alcantarillado de presión más económicos de instalar que las tuberías grandes usadas en el método centralizado (Figura 2).

Las comunidades a menudo usan una combinación de sistemas: sistema de agrupamiento en las regiones con poblaciones más densas o cuyos suelos están en malas condiciones; y sistemas individuales donde las condiciones de los suelos son favorables.

Aunque estos sistemas alternativos en suelo son opciones viables para el manejo de aguas negras, muchas regiones rurales no han considerado implementarlos.

Las estrategias de tratamiento son relativamente nuevas y rara vez recomendadas por algunos asesores. Antes, estas técnicas de tratamiento no se consideraban como opciones convencionales en las cuales las comunidades podían confiar.

Pero los sistemas en suelo son las opciones de tratamiento de aguas negras más económicas y mejores para el medio ambiente para las comunidades rurales, ahora y en el futuro. Debido a que estos sistemas tienen un efecto mínimo en los arroyos y los ríos, las comunidades deben pensar en crear sistemas superficiales para proteger los arroyos y otros recursos hidráulicos.

## El manejo, el mantenimiento y las inspecciones son fundamentales

El método descentralizado puede tener éxito sólo si se establece un programa de manejo para asegurar que los sistemas se inspeccionen y se mantengan con regularidad. Aunque las comunidades rurales se benefician más de tecnologías de aguas negras descentralizadas, éstas exigen una red administrativa centralizada que las controle.

La contratación de operadores de sistemas, certificados y capacitados puede asegurar el funcionamiento eficaz de los sistemas. La administración centralizada puede aplicarse en una comunidad, en un condado o en un área que cubra varios condados.

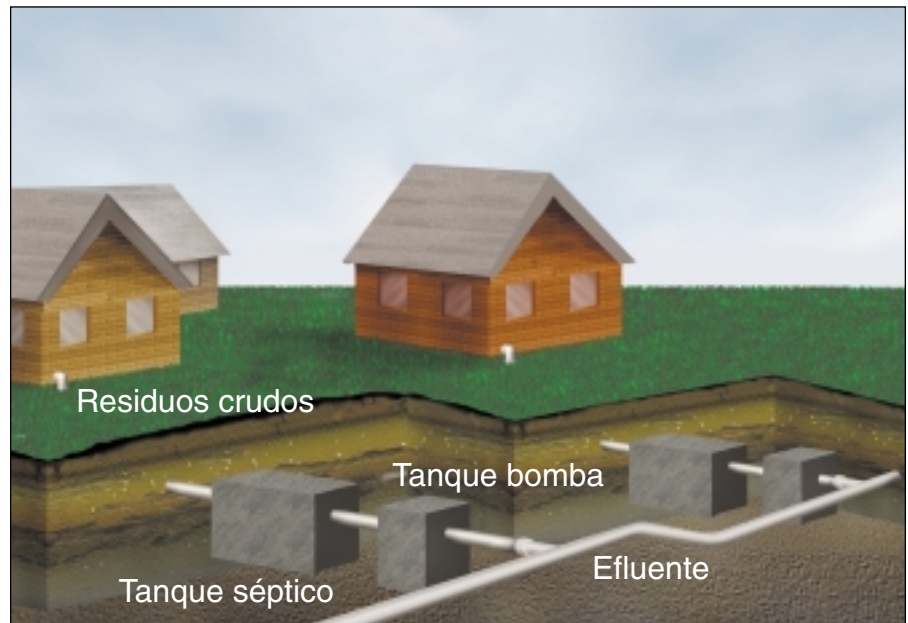
## Necesidad de una nueva estrategia a largo plazo

Muchas comunidades rurales necesitan crear una infraestructura para el manejo de aguas negras, no sólo para proteger la salud pública y el medio ambiente, sino también para satisfacer las necesidades de vivienda en el futuro y facilitar un crecimiento prudente.

Muchas comunidades rurales no tienen una infraestructura confiable para el manejo de las aguas negras, mientras que las ciudades y los pueblos cercanos tienen alcantarillado público y plantas de tratamiento de aguas negras.

Así, las regiones rurales pierden los beneficios económicos, aun cuando llegan las empresas al área, porque la población se va a los centros urbanos cercanos. Finalmente, la carga adicional de aguas negras supera la capacidad de la planta de tratamiento municipal, se impone una moratoria al desarrollo y la vitalidad económica del área se ve amenazada.

Las comunidades rurales deben formular estrategias integrales a largo



*Figura 2: Un sistema con tanque séptico y bomba de efluente (STEP, por sus siglas en inglés).*

plazo para el tratamiento económico y oportuno de las aguas negras. No se pueden satisfacer las necesidades de descarga actuales y futuras rápidamente con tan sólo un proyecto.

Aunque, bajo las condiciones actuales y las que se esperan en el futuro, los sistemas en suelo son los más económicos y sensibles al medio ambiente para las comunidades rurales, éstos exigen de una planeación extensa y de una implementación en etapas, según la región que se vaya a cubrir.

## Valoración de necesidades

Para desarrollar un plan integral para el manejo de aguas negras, la comunidad debe empezar por hacer una valoración de las necesidades locales.

El primer paso es definir claramente el problema. La comunidad debe reunir información sobre los problemas actuales con las aguas negras, documentar las señales obvias de las fallas del sistema, reunir información sobre el uso de agua y definir el área de servicio.

## Proceso de planeación

Una vez que se hayan valorado las necesidades, debe empezar el proceso de planeación. La comunidad debe:

- ✓ Organizarse. Esto exige identificar a los líderes locales y a la gente talentosa disponible.
- ✓ Fijar las metas de planeación e identificar los asuntos pertinentes al manejo de aguas negras. Muchas veces, estos se enfocan a la salud pública y a la calidad ambiental, pero también deben tomar en cuenta el desarrollo económico y el crecimiento.
- ✓ Reunir información. Estudiar los factores ambientales, como los suelos; la calidad y la cantidad del agua subterránea; la calidad de las aguas superficiales, y la capacidad de estas aguas para aceptar y tratar cargas adicionales de aguas negras; y las condiciones del área para los sistemas individuales o comunitarios.
- ✓ Examinar la capacidad financiera de los residentes para pagar el diseño, la construcción y la operación de las opciones de infraestructura para el manejo de aguas negras.

## Opciones de tratamiento

Las aguas negras pueden tratarse y eliminarse usando tecnologías en suelo o sistemas de disposición final en aguas superficiales. Los líderes de la comunidad deben considerar todas las opciones entre los sistemas sépticos convencionales y los sistemas tradicionales de disposición final de aguas superficiales.

Muchas veces el suelo de la comunidad puede ser adecuado para un sistema en suelo, pero debido a las fallas de los sistemas sépticos que se han documentado, los líderes suponen que el suelo no puede manejar este método.

Sin embargo, los funcionarios gubernamentales que regulan este sector prefieren las alternativas en suelo porque tienen un efecto ambiental mínimo en los arroyos y los ríos.

Los sistemas en suelo cuentan con los sistemas de aplicación en suelo que descargan sobre el suelo (llamados sistemas de aplicación superficial) y aquellos que descargan debajo del suelo en la tierra (llamados sistemas de aplicación final subterránea).

Los sistemas en suelo se consideran no descargados porque las aguas negras no se descargan directamente en nuestros recursos hidráulicos. Normalmente, los sistemas de disposición final usan dispositivos mecánicos para airear las aguas negras antes de descargarlas en un arroyo o río.

Por último, los líderes de la comunidad deben seleccionar un asesor para ayudar a diseñar el programa. Sin embargo, algunos asesores que llevan a cabo valoraciones sobre las necesidades de la comunidad no están familiarizados con las opciones en suelo. Como resultado, la primera recomendación muchas veces es crear una instalación de tratamiento que descargue en las aguas superficiales.

Cuando se usen las tecnologías en suelo, las comunidades deben encontrar el punto medio más económico entre sistemas individuales y de agrupamiento o sistemas comunitarios. Para generar y analizar alternativas:

- ✓ Se debe determinar si los terrenos individuales se pueden mejorar usando sistemas individuales avanzados en las áreas donde los sistemas sépticos están fallando.
- ✓ Se debe evaluar la posibilidad de combinar los sistemas individuales y los sistemas pequeños de agrupamiento en suelo.
- ✓ Se deben valorar las ventajas de tener un sistema a nivel comunitario de recolección y tratamiento de aguas negras. Muy frecuentemente, se ignoran las opciones en suelo y las personas responsables de tomar decisiones se dejan llevar por lo preferido, y optan por las opciones de descarga en aguas superficiales.

Entre más información proporcione la comunidad sobre sus necesidades y deseos, mayor será la orientación que ofrezca al asesor. Los líderes deben insistir en un análisis completo de las alternativas que incluye: mejoramientos en los sistemas individuales de tratamiento, opciones de tratamiento con sistemas de agrupamiento comunitario en suelo y un sistema de recolección a nivel de la comunidad.

Al insistir que los asesores ofrezcan un sistema que satisfaga las necesidades de la comunidad, los líderes podrán asegurarse de que se han tomado en cuenta los intereses de todos los residentes.

## Opciones comunitarias

Las comunidades pueden escoger de entre varias tecnologías de recolección, tratamiento y disposición final.

### **Tecnologías de recolección**

La mayor parte de los sistemas de alcantarillado de las grandes ciudades tiene la red tradicional de tubería de

diámetro grande que recolecta las aguas negras de las residencias y las lleva por gravedad a una planta de tratamiento de aguas negras. Los sistemas de alcantarillado por gravedad, como sugiere el nombre, transportan las aguas negras usando las pendientes naturales de la tierra.

Los sistemas de alcantarillado por gravedad tienen varias desventajas. Necesitan estaciones elevadoras cuando las pendientes de la tierra exigen que las aguas negras sean transportadas a elevaciones más altas.

Puesto que las líneas deben colocarse en un ángulo lo suficientemente agudo para mover la materia sólida por la tubería, el costo de la excavación puede ser considerable para instalar un sistema de alcantarillado lo suficientemente profundo para que funcione con el flujo por gravedad.

Se debe usar tubería de diámetro grande lo cual aumenta enormemente el costo de construcción. Los alcantarillados grandes también pueden tener problemas con el caudal afluyente y la infiltración de agua por las uniones y conexiones de la tubería. El caudal afluyente y la infiltración de agua aumentan el total de agua que el sistema de tratamiento de aguas negras debe manejar.

No obstante, muchas áreas pueden usar redes alternativas de recolección de aguas negras, como sistemas de alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño, sistemas de alcantarillado de presión y sistemas de alcantarillado de vacío.

- ✓ Los sistemas de alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño (Figura 1), a veces llamados alcantarillados de efluente, usan un tanque séptico en cada residencia para eliminar los sólidos grandes. Debido a que sólo los líquidos fluyen por la red de recolección, la tubería de recolección de aguas negras puede ser de un diámetro más pequeño. La tubería más pequeña puede instalarse casi al

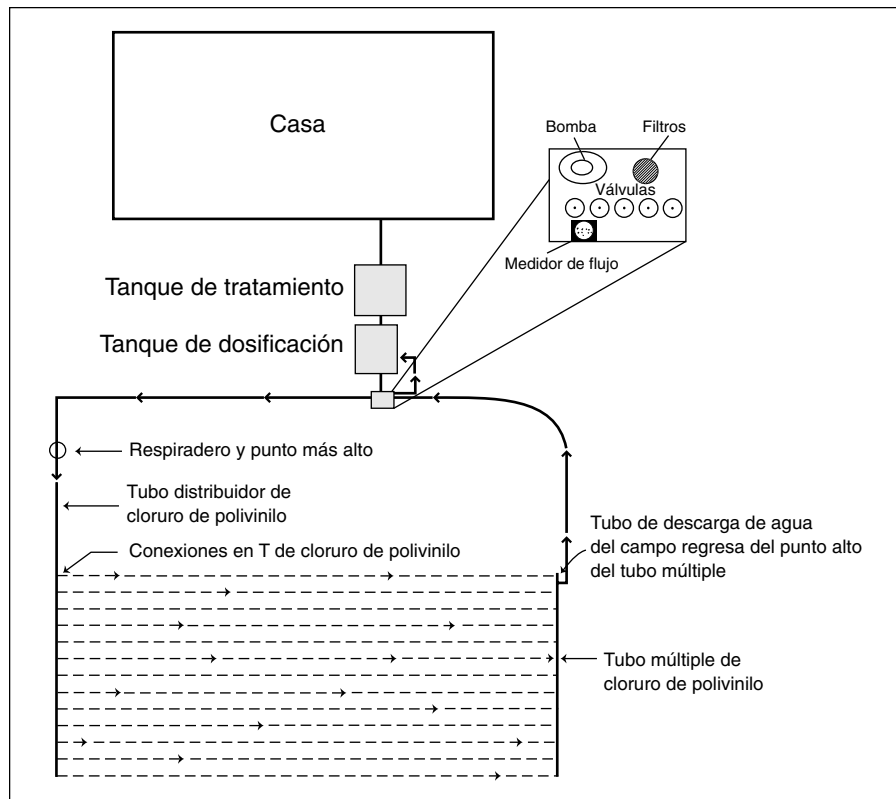
nivel de la pendiente, lo que hace mucho más bajo el costo de construcción, en comparación con el costo de los sistemas de alcantarillado por gravedad.

- ✓ Los sistemas de alcantarillado de presión de diámetro pequeño incluyen los sistemas con tanque séptico y bomba de efluente (STEP) y los sistemas de bomba trituradora. El sistema STEP (Figura 2) usa la gravedad para transportar las aguas negras de la casa al tanque séptico. Luego, el efluente fluye al depósito de la bomba, donde se bombea bajo presión al sistema de tratamiento o a otras líneas que usan la gravedad.

Como el sistema STEP, el sistema de bomba trituradora usa la gravedad para transportar las aguas negras de la casa a un tanque de retención. Pero una bomba dentro del tanque tritura y muele las partículas sólidas de las aguas negras mientras bombea. Luego, las aguas negras son bombeadas bajo presión al sistema de tratamiento o a una línea que usa la gravedad.

- ✓ Los sistemas de alcantarillado de vacío cuentan con un tanque de retención con una válvula en la casa que está conectada por una red de recolección a una estación de bombeo al vacío en una planta central de tratamiento de aguas negras. Cuando el tanque de retención contiene un volumen específico de aguas negras, la válvula de vacío regula las aguas negras que pasan a la línea de recolección mientras que mantiene el vacío en la línea. El agua y los sólidos se transportan a la planta de tratamiento de aguas negras.

El costo de instalación de los sistemas de presión de diámetro pequeño y los sistemas de alcantarillado de vacío es, por lo general, relativamente bajo por las mismas razones que lo es el costo de los



**Figura 3: un sistema de distribución por goteo para el tratamiento y su dispersión.**

sistemas de alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño. Estos sistemas siguen el contorno, lo que reduce el costo. Sin embargo, el costo de operación y mantenimiento posiblemente es más alto porque usan una bomba para mover el agua en vez de la gravedad.

Las redes de recolección de sistemas de alcantarillado de presión típicamente tienen menos problemas con el caudal afluente y la infiltración que los sistemas tradicionales de alcantarillado por gravedad.

Pero un posible problema es que pueden verse afectados por acumulación de grasa, otros bloqueos en la tubería y apagones eléctricos. Además, los sólidos acumulados en el tanque séptico se deben limpiar periódicamente como parte de la operación y el mantenimiento.

### **Tratamiento y aplicación final**

Los procesos de tratamiento mecánico incluyen el tratamiento preliminar (que ofrece el mínimo

tratamiento y limpieza de contaminantes), tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario (que trata las aguas negras al máximo).

Algunas planta de tratamiento de aguas negras pueden cumplir con los límites permitidos de descarga de las aguas superficiales al proporcionar un nivel secundario de tratamiento.

Pero, en las cuencas sensibles a los nutrientes y otras áreas sensibles del medio ambiente, las plantas de tratamiento deben tener procesos más avanzados (y caros) para cumplir con los límites permitidos de descarga de las aguas superficiales.

Las tecnologías de tratamiento y aplicación final en suelo son, entre otras:

- ✓ Una variedad de lagunas;
- ✓ Filtros de medios fijos, tales como los filtros de arena, los filtros de grava, los filtros textiles y otros biofiltros;

- ✓ Los sistemas de dispersión subterránea, de los cuales hay una gran variedad de sistemas individuales avanzados, entre ellos, las tecnologías tradicionales de distribución por gravedad, la distribución múltiple a presión y la distribución a presión, incluso las tecnologías de distribución por tubería a baja presión y de distribución por goteo; y

- ✓ Sistemas de dispersión en la superficie, a veces llamados sistemas de distribución por aspersión con rociadores.

Una de las tecnologías avanzadas de distribución a presión es la distribución por goteo (Figura 3). Este se puede instalar en un terreno de una casa o en un terreno de varios acres para tratar y distribuir las aguas negras de una pequeña comunidad.

Los sistemas de dispersión en la superficie son, entre otros, los sistemas de distribución por aspersión con rociadores y de reutilización. Estos dispersan las aguas negras sobre el suelo.

El sistema de distribución por aspersión con rociadores de baja velocidad se diseñó para tener una tasa de aplicación muy lenta; un sistema de reutilización suministra el agua que necesitan el césped y la vegetación que crece en el área. Los sistemas de distribución por rociado de baja velocidad necesitan más terreno; el sistema de reutilización ocupa un área de terreno más pequeña

y normalmente exige almacenamiento suficiente para tres meses para los meses en que las plantas usan menos agua, especialmente en el invierno.

Las tecnologías de dispersión en suelo, superficiales y subterráneas, utilizan procesos físicos, químicos y biológicos naturales del suelo para tratar las aguas negras mientras pasan por la tierra.

Al igual que cualquier sistema mecánico de tratamiento de aguas negras, el sitio de tratamiento en suelo debe tener suficiente terreno para dar cupo a la expansión futura. Sin embargo, es importante planear para estas necesidades porque los sistemas de tratamiento en suelo tienen una capacidad definida y definitiva para la expansión si no se cuenta con más tierra disponible.

### Relación costo-eficiencia

Cuando se consideran los sistemas de manejo de aguas negras, las comunidades rurales deben tomar en cuenta dos componentes principales: el sistema de recolección, que es lo primero y muchas veces lo más costoso; y el sistema de tratamiento y disposición final de aguas negras.

El costo de la infraestructura de los sistemas de tratamiento de aguas negras incluye los gastos de capital, así como el costo de operación y mantenimiento. Frecuentemente, el costo de operación y mantenimiento se calcula en dólares por cada mil galones, y el gasto inicial de capital en dólares por galón.

Aunque, el costo del manejo de aguas negras varía enormemente de sistema a sistema, los sistemas en suelo por lo general cuestan menos que los que descargan en los arroyos.

### Comparación de métodos

El método descentralizado del manejo de aguas negras rara vez ha sido comparado equitativamente con el método centralizado. Sin embargo, el Congreso pidió a la EPA que evaluara la capacidad y la relación costo-eficacia del método descentralizado del manejo de aguas negras, y que identificara los impedimentos y las soluciones para implementar este método.

El informe de la agencia, EPA Response to Congress (EPA, 1997), tiene un análisis detallado del costo en una comunidad rural hipotética (Figura 4), que compara el método descentralizado con el método tradicional centralizado de establecer una infraestructura para el manejo de aguas negras.

La comunidad rural supuestamente tenía 450 habitantes que vivían en 135 casas localizadas en terrenos de 1 acre, o más grandes, con sistemas sépticos convencionales. Se supuso que el 50 por ciento de los sistemas sépticos (67 sistemas) estaban fallando.

Se consideraron tres opciones de instalación, operación y mantenimiento a largo plazo para el manejo de aguas negras de la comunidad rural:

- ✓ Un sistema centralizado,

**Tabla 1. Comparación del costo tecnológico de una comunidad rural hipotética de la EPA para tres tipos de sistemas de manejo de aguas negras.**

Opción tecnológica	Gasto de capital total (\$ de 1995)	Costo anual de OyM* (\$ de 1995)	Costo anual total (capital anualizado más OyM* - \$ de 1995)
Sistemas centralizados	\$2,321,840 - \$3,750,530	\$29,740 - \$40,260	\$216,850 - \$342,500
Sistemas de recolección AGDP** y sistemas pequeños de agrupamiento alternativos	\$598,100	\$3,720	\$55,500
Sistemas individuales	\$510,000	\$13,400	\$54,500

Nota: la comunidad rural consiste de 450 personas en 135 casas.

\* OyM: operación y mantenimiento

\*\* AGDP: alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño

(Adaptado de la EPA, 1997)

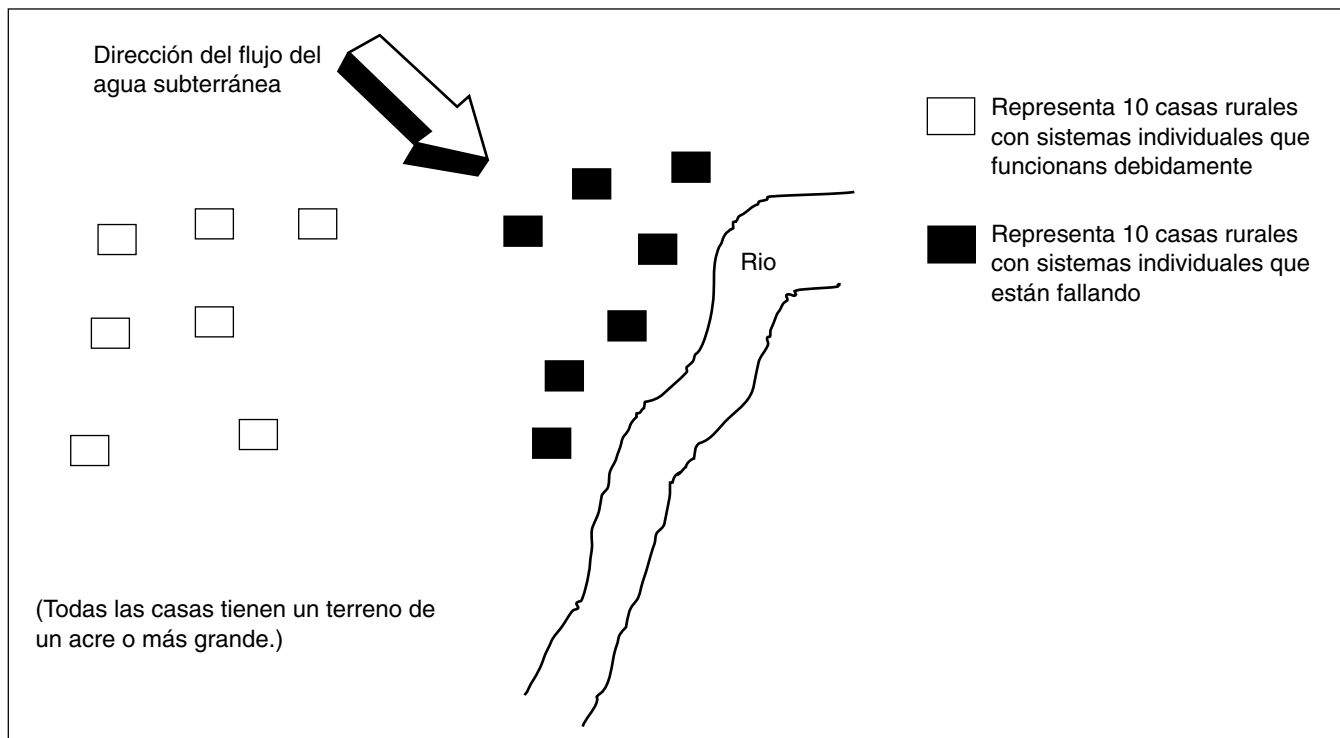


Figura 4: Mapa base de la comunidad rural hipotética de la EPA (adaptado de la EPA, 1997).

- ✓ Sistemas de agrupamiento, y
- ✓ Sistemas que se manejan individualmente.

Los gastos incluían el gasto de capital para instalar el sistema y el costo anual de operación y mantenimiento. El gasto de capital se anualizó sobre 30 años (la vida del sistema) para cada tecnología usando una tasa de descuento del 7 por ciento. Los gastos se muestran en dólares de 1995 en la Tabla 1.

Este análisis reveló que, para las comunidades rurales escasamente desarrolladas, el método descentralizado (usando sistemas que se manejan individualmente o sistemas de agrupamiento) a menudo es más

eficiente en costo que un sistema de tratamiento de aguas negras centralizado. Los gastos calculados incluían la creación de un programa administrativo que ofreciera servicio de mantenimiento a largo plazo para cada tecnología.

La opción más eficiente en costo para obtener el rendimiento deseado fue usar nuevos sistemas individuales con diseño avanzado para reemplazar los sistemas sépticos convencionales que estaban fallando. No resulta mucho más caro usar sistemas de agrupamiento con sistemas alternativos de recolección para reemplazar los sistemas sépticos que estaban fallando. Si los suelos no fueran adecuados para los sistemas indivi-

duales, la alternativa de los agrupamientos sería la mejor opción.

Entre más distancia exista entre las casas de las regiones rurales, más aumentará el costo de los sistemas de agrupamiento. En comparación con las opciones del sistema de agrupamiento o el sistema individual, la recolección y el tratamiento centralizados no son muy eficientes en su costo en este caso.

En los Estados Unidos, cada vez hay más sistemas que se manejan individualmente. La gente de la región noroeste está poniendo la muestra al resto del país usando sistemas alternativos de recolección para el manejo de aguas negras. Están recopilando información sobre la

Tabla 2. Ventajas y requerimientos de los sistemas alternativos individuales y de agrupamiento en pequeña escala en comparación con los sistemas sépticos convencionales y las plantas de tratamiento centralizadas.

Ventajas	Requerimientos
Pueden usarse en zonas con una densidad de desarrollo baja o hasta muy alta	Revisiones y ajustes de operaciones y mantenimiento con regularidad
Son apropiados para zonas rurales y urbanas	Valoración del efecto en el medio ambiente
Son de costo moderado	Mejoras en la tecnología del sistema para satisfacer las necesidades futuras de la comunidad y el medio ambiente
Usan tecnología razonablemente compleja	

eficacia de las tecnologías y el costo asociado con administrar dichas tecnologías.

## Resumen

La viabilidad de las tecnologías de tratamiento de residuos varía enormemente, según la densidad del desarrollo de la comunidad, los recursos económicos, las condiciones de la región y los requisitos de descarga de las aguas superficiales a través de toda la cuenca.

Las limitaciones de la infraestructura, sin embargo, cambian rápidamente porque muchas comunidades se están dando cuenta de que las tecnologías para el tratamiento en suelo son, muchas veces, las maneras más eficientes en costo y proambientales de manejar las aguas negras municipales en comunidades rurales y pequeñas.

Hoy en día, hay una gama de opciones de infraestructura disponibles para satisfacer las necesidades de las comunidades, desde los sistemas

centralizados hasta los descentrados y todas las opciones de en medio (Tabla 2). Estos incluyen una variedad de sistemas individuales de tratamiento, sistemas comunitarios de recolección y tratamiento de pequeña escala y sistemas municipales de recolección y tratamiento de aguas negras de gran escala. Estas opciones permiten manejar eficazmente las aguas negras de la comunidad sin importar la densidad del desarrollo de la zona.

De hecho, muchas veces el mejor método para cierta comunidad es una combinación de sistemas centralizados y descentralizados. La ubicación de cada uno depende, no sólo de la densidad del desarrollo, sino también de los planes para localizar la expansión futura, las cuestiones de costo y las inquietudes por la calidad y la cantidad del agua en cuanto a las cuencas de agua sensibles a nutrientes.

Las opciones de sistemas en suelo, como los sistemas individuales,

los sistemas de agrupamiento y los sistemas de aplicación en suelo, a menudo son métodos que cuidan más el medio ambiente en donde el agua superficial es particularmente valiosa o está más propensa a contaminarse.

En Texas, se están creando nuevas iniciativas de financiamiento para establecer una infraestructura para el manejo de aguas negras en las comunidades rurales en la que se pueda confiar y que pueda manejar la expansión y proteger el medio ambiente. Mientras que estas iniciativas se cristalizan, los fondos disponibles deben usarse para ofrecer soluciones económicamente prudentes y confiables a cuantas comunidades sea posible.

Un número mayor de comunidades rurales se beneficiarán si adoptan opciones de tratamiento de aguas negras superficiales para satisfacer las necesidades futuras de la comunidad.



Esta información es basada en trabajo auspiciado por el *Rio Grande Basin Initiative* administrado por el *Texas Water Resources Institute* del programa de agricultura del Sistema Universitario Texas A&M con fondos proporcionados a través de una subvención del *Cooperative State Research, Education, and Extension Service, U.S. Department of Agriculture*, bajo acuerdo no. 2001-45049-01149.

### TWRI 0902

La serie de publicaciones, *Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras*, es resultado de la colaboración de varias agencias, organizaciones y fuentes de financiamiento. Queremos reconocer a los siguientes colaboradores:

Texas State Soil and Water Conservation Board  
Texas On-Site Wastewater Treatment Research Council  
Texas Natural Resource Conservation Commission  
USDA Water Quality Demonstration Projects

USEPA 319(h) Program  
Texas Cooperative Extension  
Texas Agricultural Experiment Station  
Texas On-Site Wastewater Association

### Texas A&M AgriLife Extension Service

[AgriLifeExtension.tamu.edu](http://AgriLifeExtension.tamu.edu)

Más publicaciones de Extensión están disponibles en [AgriLifeBookstore.org](http://AgriLifeBookstore.org)

Los programas educativos de Texas A&M AgriLife Extension Service están disponibles para todas las personas, sin distinción de raza, color, sexo, discapacidad, religión, edad u origen nacional.