

# Tecnología en Breve

PUBLISHED BY THE NATIONAL ENVIRONMENTAL SERVICES CENTER

## Detección de Fugas y Control de Pérdida de Agua

Por **Zacharia M. Lahlou, Ph.D.**, Ingeniero Civil y Ambiental, Wiley y Wilson, Lynchburg, VA

### Resumen

Las empresas de servicio no pueden seguir tolerando ineficiencias en los sistemas de distribución de agua y la resultante pérdida de ganancias asociada a las fugas subterráneas de los sistemas de agua. Incrementar el bombeo, los tratamientos y los costos operativos hace que estas pérdidas sean prohibitivas. Para combatir la pérdida de agua, muchas empresas se encuentran desarrollando métodos para detectar, localizar y corregir fugas.

Las tuberías antiguas y pobremente construidas, el inadecuado control de la corrosión, el mantenimiento pobre de válvulas y el daño mecánico son algunos de los factores contribuyentes a las fugas. Un efecto de la fuga de agua, aparte de la pérdida de los recursos de agua, es la reducción de la presión en los sistemas de abastecimiento. El elevar las presiones para compensar tales pérdidas incrementa el consumo de energía. Este aumento en presión empeora las fugas y tiene un impacto negativo sobre el medioambiente.

De las muchas opciones disponibles para la conservación del agua, la detección de fugas es un primer paso lógico. Si la empresa de servicio hace lo que puede para conservar el agua, los consumidores tenderán a ser más cooperadores en otros programas de conservación, muchos de los cuales dependen de esfuerzos individuales. Un programa de detección de fugas puede ser altamente visible, ani-



Foto por Eric Merrill

Shawn Menear, un estudiante de posgrado en Educación Tecnológica de la Universidad de West Virginia, utiliza geófonos de suelo para escuchar fugas de tuberías de agua. Similar a un estetoscopio de doctores o enfermeras, los geófonos de suelo son un instrumento barato para la detección de fugas utilizado por las empresas de servicio de agua.

mando a las personas a pensar acerca de la conservación del agua antes que se les pida tomar acción para reducir sus propios niveles de consumo de agua. La detección de agua es una oportunidad para mejorar servicios existentes para los consumidores y extender los servicios a la población no servida.

En general, 10 a 20 por ciento de

aceptación de agua no contabilizada es normal. Pero una pérdida de más de 20 por ciento requiere una atención primordial y acciones correctivas. Sin embargo, avances en la tecnología y experiencia pueden hacer posible una reducción de pérdidas y agua no contabilizada por debajo del 10 por ciento. Mientras que los porcentajes son buenos como guías de manejo, una medida más significativa es el volumen del agua perdida. Una vez que el volumen es conocido, los gastos de las pérdidas pueden ser determinados y la rentabilidad de la implementación de acciones correctivas puede ser entonces determinada.

## Beneficios de la Detección de Fugas y Reparación

Los beneficios económicos de la detección de fugas y su reparación pueden ser estimados fácilmente. Para una fuga individual, la cantidad perdida en un período de tiempo determinado, multiplicado por el valor de re-venta de dicha agua dará la cantidad en dólares. Recordar el factor de los costos de desarrollo de nuevos abastecimientos de agua y otros costos “ocultos”.

Algunos otros beneficios potenciales de la detección de fugas y su reparación que son difíciles de cuantificar incluyen:

- Incremento en el conocimiento acerca del sistema de distribución, el cual puede ser utilizado, por ejemplo, para responder más rápido a las emergencias y determinar prioridades para el reemplazo o programas de rehabilitación;
- Uso más eficiente de las fuentes existentes y extensión retrasada de la capacidad;
- Mejora de las relaciones con ambos, el público y los empleados de la empresa;
- Mejora de la calidad del medioambiente;
- Incremento de la capacidad contra incendios;
- Reducción de daño a la propiedad, reducción de responsabilidad legal y seguro reducido debido a las pocas rupturas de las tuberías; y
- Reducción del riesgo de contaminación.

## Causas de las Fugas

El agua producida y entregada al sistema de distribución tiene la intención de ser vendida al consumidor, no perdida ni extraída del sistema de distribución sin autorización. Hace no mucho tiempo, las compañías de agua vendían agua a una tarifa plana sin mediciones. Como el agua ha llegado a ser más valiosa y la tec-

nología de las mediciones ha mejorado, más y más sistemas de agua en Estados Unidos miden a sus consumidores. Aunque todos los consumidores pueden ser medidos en una determinada empresa de servicio, una porción bastante importante de agua que la mayoría de empresas producen, no pasan a través de los medidores de los clientes. Agua no medida, incluye usos no autorizados, incluyendo pérdidas por errores de conteo, mal funcionamiento de los controles del sistema de distribución, hurtos, mediciones inexactas, o fugas. Algunos usos no autorizados pueden ser no identificados. Cuando no son identificados, estos usos constituyen agua inexplicable. Algunas cantidades de agua no contabilizadas son tomadas para propósitos autorizados, tales como acciones contra incendios; y limpieza de tuberías de agua y escapes por razones de calidad de agua. Estas cantidades son usualmente bastante pequeñas. La principal causa de excesiva agua no contabilizada es a menudo por fugas.

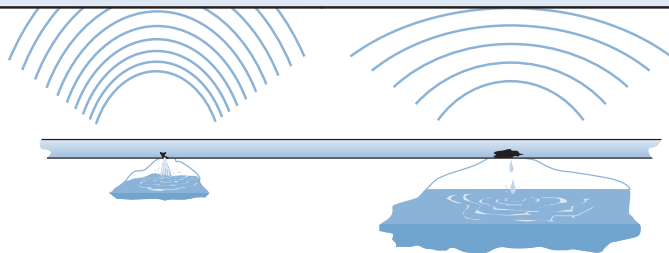
Existen diferentes tipos de fugas, incluyendo fugas del servicio en línea y escapes de válvulas, pero en la mayoría de los casos, la porción más grande de agua inexplicable es pérdida a través de fugas en las tuberías principales. Existen muchas posibles causas de fugas, y a menudo la combinación de factores conduce a su ocurrencia. El material, composición, edad, y métodos de ensamblaje de los componentes del sistema de distribución pueden influenciar la ocurrencia de las fugas. Otro factor relacionado, es la calidad de la instalación inicial de los componentes del sistema de distribución. Las condiciones del agua son incluso un factor, incluyendo temperatura, agresividad, y presión. Condiciones externas, tales como, corriente eléctrica perdida; contacto con otras estructuras; y tensión por vibraciones del tráfico, cargas heladas, y tierra congelada alrededor de las tuberías pueden también contribuir a las fugas. Todas las plantas de agua pueden

### Cálculo de Agua no Contabilizada

Agua no contabilizada es la diferencia entre agua producida (medida en la planta de tratamiento) y el uso medido (ej. Ventas más agua medida que no produjo ingresos). Agua no contabilizada puede ser expresada en millones de galones por día (mgd) pero es usualmente discutida como porcentaje de producción de agua:

$$\text{Agua no contabilizada (\%)} = \frac{(\text{Producción} - \text{uso medido}) \times 100\%}{(\text{Producción})}$$

## Escuchando las fugas



Una meta importante de la detección de fugas es el encontrar exactamente donde está localizada la fuga. Típicamente, a mayor sonido, menor la distancia que se encuentra la fuga. Las fugas pequeñas a elevadas presiones usualmente emiten mayor ruido que las fugas más grandes bajo presiones mínimas. En efecto, la mayoría de fugas grandes casi no emiten algún tipo de sonido.

beneficiarse del plan contabilización de agua que ayuda a rastrear el agua a través del sistema de distribución e identificar áreas que puedan necesitar atención, particularmente grandes volúmenes de agua no contabilizada.

### Detección de Fugas y Estrategia de Reparación

Existen varios métodos para detectar fugas en el sistema de distribución. Estos métodos usualmente involucran el uso de equipo sónico de detección de fugas, el cuál identifica el sonido del agua escapando de la tubería. Estos dispositivos pueden incluir dispositivos indicadores de precisión, los cuales mantienen contacto con las válvulas y tomas de agua, y audífonos de suelo que escuchan directamente del suelo. En adición, dispositivos correlativos pueden escuchar en dos puntos simultáneamente para indicar con precisión la localización de la fuga.

Las fugas grandes no necesariamente contribuyen a pérdidas de volúmenes de agua grandes, particularmente si el agua alcanza la superficie; usualmente se localizan rápidamente, se aíslan y reparan. Las fugas no detectadas, aún las pequeñas, pueden con-

ducir a cantidades grandes de agua perdida considerando que estas fugas pueden existir por largos periodos de tiempo. Irónicamente, las fugas pequeñas son más fáciles de detectar debido a que son más ruidosas y más fáciles de oír utilizando hidrófonos. Las fugas más difíciles de detectar y reparar son usualmente aquellas bajo corrientes cruzadas.

Los esfuerzos de detección de fugas deben enfocarse en la porción del sistema de distribución con los problemas esperados más grandes, incluyendo:

- Áreas con antecedentes de fugas excesivas y niveles de rupturas;
- Áreas donde las fugas y las rupturas puedan resultar en el mayor daño a la propiedad;
- Áreas donde la presión del sistema es elevada;
- Áreas expuestas a pérdidas de corriente eléctrica y vibración del tráfico;
- Áreas cerca de corrientes cruzadas; y
- Áreas donde las cargas en las tuberías exceden las cargas diseñadas

Por supuesto, la detección de fugas es sólo el primer paso en la eliminación de fugas. La reparación de fugas es el paso más costoso en el proceso. Reparar abrazaderas o collares, son el método preferido para reparar fugas pequeñas, mientras que fugas mayores pueden requerir reemplazar una o más secciones de la tubería.

En promedio, los ahorros en agua no perdidos por fugas compensan el costo de detección de fugas y su reparación. En la mayoría de sistemas, la detección es seguida por reparación, es económico completar una inspección cada año a tres años.

En vez de reparar fugas en tuberías principales, algunos sostienen que es preferible reemplazar las tuberías más propensas (generalmente las más antiguas) a fugas. El seleccionar una estrategia depende de la frecuencia de las fugas en una determinada tubería y del costo relativo de reemplazo y reparación de la misma.

El decidir si se enfatiza la detección y la reparación sobre el reemplazo, depende de niveles específicos de fugas y sus costos. En general, la detección y la reparación resulta en una inmediata reducción de agua pérdida

mientras el reemplazo tendrá un impacto más duradero hasta el punto de eliminar de raíz la causa de las fugas.

El factor más importante en el programa de detección de fugas y reparación es la necesidad de precisión, registros detallados los cuales son consistentes a través del tiempo y fáciles de analizar. Registros concernientes a la producción de agua y ventas, costos de las fugas y rupturas y beneficios, han llegado a ser cada vez más importantes así como los costos de agua y los costos por daños debidos a fugas y rupturas se incrementan y así como las detecciones de fugas y programas de rehabilitación se tornan más importantes. Con el objetivo de optimizar estos programas asignando fondos de tal manera que resulte en los mejores beneficios netos, se necesita información adecuada en la cual basar decisiones y determinar necesidades. Tres juegos de registros deben ser almacenados: (1) informes mensuales de agua no contabilizada comparada con ventas acumulativas y producción (de los últimos 12 meses, para ajustar discrepancias causadas por el ciclo de facturación); (2) formularios sobre informes de reparación de fugas; y (3) mapas actualizados de los sistemas de distribución mostrando la localización, tipo y clase de cada fuga.

### **Coordinando la Detección de Fugas y su Reparación con Otras Actividades**

En adición a la asistencia con decisiones acerca de la rehabilitación y reemplazo, la detección de fuga y el programa de reparación pueden fomentar otras actividades de agua, incluyendo:

- Inspección de tomas de agua y de las válvulas en el sistema de distribución;
- Actualización de mapas del sistema de distribución;
- Uso de sensores remotos y tecnologías de telemetría para monitoreo en proceso y análisis de fuentes, transmisión e instalaciones de distribución. Los sensores remotos y el software de monitoreo pueden alertar a los operadores de las fugas, fluctuaciones de presión, problemas con la integridad del equipo y otras preocupaciones; y

- Inspección de tuberías, limpieza, revestimiento y otros esfuerzos de mantenimiento para mejorar los sistemas de distribución y prevenir la ocurrencia de fugas y rupturas. Las instalaciones deben considerar incluso métodos para minimizar el agua utilizada en el mantenimiento de rutina del sistema de agua.

### **Más Allá de la Detección de Fugas y Reparación**

La detección y reparación de fugas es sólo una alternativa de conservación del agua; otras incluyen: prueba de medición y reparación/reemplazo, programas de rehabilitación y reemplazo, instalación de dispositivos de reducción de flujo, control de corrosión, políticas de cuotas de agua que alientan la conservación, programas educativos públicos, reducción de presión, peticiones por reducciones voluntarias o prohibiciones de ciertos usos de agua y reciclaje de agua.

### **¿Dónde Puedo Encontrar Mayor Información?**

- Jeffs, C., C. Lloyd, and D. Pospishill. 1989. An Introduction to Water Loss and Leak Detection. Duncan OK: National Rural Water Association.
- Mays, W. L. 2000. Water Distribution Systems Handbook. American Water Works Association. New York: McGraw-Hill.
- Moyer, E. M. 1985. Economics of Leak Detection: A Case Study Approach. Denver: American Water Works Association
- Pask, David. "50 Percent Loss? How to Detect Small Utility Water Leaks." On Tap. Winter 1993. Morgantown WV: National Drinking Water Clearinghouse.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1998. Water Conservation Plan Guidelines. Washington, D.C.: Office of Water. EPA-832-D-98-001

