

TESIS DOCTORAL

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO REALISTA DE DEMANDAS Y FUGAS DEPENDIENTES DE LA PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA URBANA

Presentada por: M^a Pilar Conejos Fuertes

Dirigida por Dr. Fernando Martínez Alzamora

Resumen

En los sistemas de distribución de agua urbanos tanto el caudal demandado por los usuarios como el caudal de fugas latentes dependen de la presión disponible en la red. Cuando por diversas circunstancias (rotura de tubería, parada de bombas...) se produce una reducción de presión, el caudal real consumido puede llegar a disminuir considerablemente debido a la falta de presión para satisfacer por completo la demanda. En este caso se dice que la red trabaja en condiciones de insuficiencia de presión. Por otra parte, en condiciones normales, donde la demanda es plenamente satisfecha, si aumenta la presión en la acometida el consumo de agua del usuario se incrementará ligeramente. Del mismo modo, el caudal de fugas latente en la red será tanto mayor cuanto más elevada sea la presión y viceversa.

Los modelos de simulación hidráulicos tradicionales no tienen en cuenta esta circunstancia y suponen que toda la demanda de agua es constante e independiente de la presión, lo cual representa una limitación importante de los mismos, sobre todo cuando se trata de simular situaciones de emergencia. Es necesario pues disponer de modelos de simulación hidráulicos más realistas, que puedan modelizar el comportamiento de las redes de distribución de agua urbana bajo cualquier condición de operación y presión de suministro.

En la literatura se han propuesto diferentes métodos para modelizar el comportamiento de las redes urbanas considerando que la demanda del usuario y/o las fugas dependen de la presión. En la mayoría de ellos se requiere por un lado una ley que correlacione el caudal de fugas con la presión y, adicionalmente, una función que correlacione la demanda del usuario en función de la presión disponible en la acometida (curva DDP). Si bien se han realizado numerosos estudios y ensayos reales para establecer dicha relación para las fugas, siendo la ley potencial la más empleada y contrastada hoy en día, en cambio, son pocos los estudios realizados para correlacionar la demanda del usuario con la presión en redes de suministro urbano, sobre todo desde el punto de vista práctico.

En este trabajo se han revisado las funciones DDP propuestas hasta la fecha por distintos autores, se ha analizado el comportamiento de la demanda en función de la

presión desde el punto de vista teórico y experimental sobre una red real y se ha propuesto una nueva función que se ajusta al comportamiento analizado, a la vez que cumple una serie de propiedades matemáticas que permite integrarla en los modelos hidráulicos garantizando la estabilidad de los cálculos.

La función propuesta dispone de varios parámetros de ajuste que permiten adaptarla a diferentes tipologías de viviendas, de acuerdo al nivel social o de equipamiento, al número de alturas, existencia o no de grupo de bombeo, etc. En el trabajo se han tabulado los parámetros de ajuste para distintas tipologías de suministro, a fin de que puedan ser empleados a falta de información real de campo.

También la función DDP propuesta se ha ajustado al caso particular de la red de Valencia, donde durante cuatro meses se han realizado ensayos en un sector de consumo. Tras establecer un programa de modificación de la presión se ha analizado su influencia sobre la demanda de los usuarios. Para ello ha sido clave la información proporcionada por la telemida de los contadores domiciliarios instalados en este sector. Además, se ha correlacionado la presión con el caudal de fugas y se ha ajustado el exponente de la ley potencial.

Finalmente se ha propuesto una metodología práctica para implementar un modelo integrado de demandas y fugas dependientes de la presión a partir de la información fácilmente disponible en cualquier abastecimiento moderno.

Este modelo es capaz de proporcionar, en todos los nudos de la red y bajo cualquier condición de regulación, la evolución del valor de la presión y el caudal real consumido, con el valor añadido de que este último es diseccionado en los términos que lo integran (fugas, demanda registrada y demanda no registrada). Otro dato adicional que proporciona el modelo es la evaluación del déficit o superávit de demanda de los usuarios para cada escenario.

Al simular el comportamiento de la red bajo cualquier circunstancia de operación, el modelo es aplicable en situaciones de emergencia como la rotura de una tubería de transporte a fin de analizar su impacto en el grado de satisfacción de la demanda de los usuarios o para analizar la repercusión de una política de gestión de la presión tanto sobre el nivel de fugas como sobre la demanda. Simulaciones que no pueden realizarse con un modelo tradicional de demandas fijas.

Finalmente el modelo propuesto puede resultar muy útil para realizar estudios realistas de fiabilidad y resiliencia de las redes de distribución destinados a garantizar el servicio a los usuarios.