

# Propuesta Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

**Tema de tesis:** Estimación de demandas de agua en tuberías con ramales mediante observadores de entrada desconocida no lineales.

**Responsables:** Dr. Omar Hernández González (omar.hernandezg@hermosillo.tecnm.mx)

Dr. Francisco Ronay López Estrada (frlopez@ittg.edu.mx)

**Línea de Investigación:** Sistemas Mecatrónicos

**Sede:** Hermosillo

## 1 Introducción

Una red de distribución de agua (RDA) es un conjunto de tuberías que trabajan a determinadas presiones para abastecer agua potable a los usuarios (Sankar et al., 2015). El conocimiento preciso de las demandas nodales que varían en distintos horarios, es un requisito previo para la predicción de la presión y la calidad del sistema de distribución. En consecuencia, conocer las demandas coadyuva a mejorar la operación del sistema de distribución por parte de los operadores de la RDA (Letting et al., 2017).

Las presiones y los caudales en las redes de distribución varían acorde a las demandas nodales, las cuales por lo general no son medibles, por ello su estimación es un problema de vital importancia en la gestión de la red. La estimación de las demandas se realiza a partir de los estados medidos y se ve como un problema inverso cuya solución depende de cuántas variables de estado son medibles. Ideal y tecnológicamente es posible colocar sensores para disponer de mediciones en toda la red hidráulica, sin embargo, los costos y la complejidad de estos sistemas hacen prohibitivo instrumentar una red hidráulica completa. En la literatura se ha abordado el problema de colocación de sensores al considerar las restricciones presupuestarias y la calidad de los datos medidos (Sarrate et al., 2014; Bermúdez et al., 2018) y el tiempo necesario para detectar eventos anormales Antunes and Dolores (2016); Schal et al. (2016). Por otro lado, se ha demostrado que el número de sensores se puede reducir mediante la agrupación de los nodos de demanda (Jung et al., 2016) según características de calidad del agua (Qin and Boccelli, 2017). En Ribeiro et al. (2015), se utiliza una técnica de clasificación para seleccionar nodos con el fin de ubicar sensores de presión. Debido a las dificultades antes mencionadas, con respecto a la colocación de sensores y de la importancia de ello, la estimación simultánea de las demandas nodales junto con las presiones y los caudales no medidos, a partir de datos obtenidos de un número limitado de sensores, es un problema de investigación latente y abierto a la investigación.

Este trabajo propone desarrollar una metodología basada en modelo para la estimación de múltiples demandas de caudal nodales, usando solo los datos de presión y flujo de entrada al sistema de tuberías. Para el diseño del algoritmo de estimación se propone considerar observadores de entrada desconocida no lineales. A diferencia de métodos basados en observadores lineales como Luenberger o el filtro de Kalman, un observador no lineal podría estimar las entradas con un tiempo de convergencia menor. El método propuesto se validara en el laboratorio de hidroeinformática del ITTG.

## Publicaciones

Antunes, C.H. and Dolores, M. (2016). Sensor location in water distribution networks to detect contamination events—a multiobjective approach based on nsga-ii. In *2016 IEEE Congress on Evolutionary*

*Computation (CEC)*, 1093–1099. IEEE.

- Bermúdez, J.R., López-Estrada, F.R., Besançon, G., Valencia-Palomo, G., Torres, L., and Hernández, H.R. (2018). Modeling and simulation of a hydraulic network for leak diagnosis. *Mathematical and Computational Applications*, 23(4), 70.
- Jung, D., Choi, Y., and Kim, J. (2016). Optimal node grouping for water distribution system demand estimation. *Water*, 8(4), 160.
- Letting, L., Hamam, Y., and Abu-Mahfouz, A. (2017). Estimation of water demand in water distribution systems using particle swarm optimization. *Water*, 9(8), 593.
- Qin, T. and Boccelli, D.L. (2017). Grouping water-demand nodes by similarity among flow paths in water-distribution systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 143(8), 04017033.
- Ribeiro, L., Sousa, J., Marques, A., and Simões, N. (2015). Locating leaks with trunk algorithm support. *Water*, 7(4), 1378–1401.
- Sankar, G.S., Kumar, S.M., Narasimhan, S., Narasimhan, S., and Bhallamudi, S.M. (2015). Optimal control of water distribution networks with storage facilities. *Journal of Process Control*, 32, 127–137.
- Sarrate, R., Blesa, J., Nejjari, F., and Quevedo, J. (2014). Sensor placement for leak detection and location in water distribution networks. *Water Science and Technology: Water Supply*, 14(5), 795–803.
- Schal, S., Bryson, L.S., Ormsbee, L.E., et al. (2016). A simplified procedure for sensor placement guidance for small utilities. *IJCIS*, 12(3), 195–212.