

Resumen

La rehabilitación de las redes de drenaje es uno de los procesos fundamentales que los administradores y responsables de la gestión de redes de drenaje deben implementar para adaptar las redes defectuosas a los efectos adversos del cambio climático y la urbanización. Las soluciones tradicionales pasan por la sustitución de tuberías o la instalación de tanques de tormenta (TT). En esta tesis, el escenario propuesto combina la sustitución de tuberías y la instalación de TT para la rehabilitación de redes de drenaje. Los resultados de varias simulaciones en varias redes mostraron que el uso combinado de la sustitución de tuberías y la instalación de TT en la rehabilitación de redes de drenaje proporciona mejores resultados que la separación de los dos escenarios de rehabilitación. Tal metodología de rehabilitación necesita un tiempo de computación elevado para proporcionar soluciones aceptables que a menudo se encuentran atrapados en mínimos locales.

El objetivo de esta tesis es proponer una metodología que permita obtener mejores resultados durante la rehabilitación de redes de drenaje considerando el uso combinado de la sustitución de tuberías y la instalación de TT. La metodología debe considerar la reducción del espacio de búsqueda (SSR).

Cuatro opciones claves están combinadas para lograr reducir el espacio de búsqueda del problema. Estas opciones son:

- Reducir la cantidad de nudos en los que podrían instalarse los TT.
- Reducir el número de líneas en las que podría haber un cambio en el diámetro
- Reducir la discretización que se hace de la sección de cada uno de los TT.
- Reducir el número de diámetros candidatos en las tuberías.

Una vez que se reduce el espacio de búsqueda, el algoritmo pseudo genético (APG) utilizado en esta tesis para la optimización mono-objetivo puede explorar más partes del espacio de búsqueda en menos tiempo. Lo que resulta es la obtención de mejores resultados. Por la optimización multiobjetivo, el NSGA-II utilizado puede proporcionar frentes de Pareto rápidamente para los diferentes escenarios considerados después del proceso de optimización.

El objetivo general se dividió en objetivos específicos que se detallan a continuación:

- El primer objetivo específico consiste en formular un problema de optimización que verifique que la rehabilitación teniendo en cuenta la instalación de los TT y la sustitución de las tuberías proporciona mejores resultados que cualquiera de las dos estrategias implementadas por separado.
- Evaluar adecuadamente las funciones de costes utilizadas para formar las funciones objetivo constituye el segundo objetivo específico. Los diferentes costes considerados son: costes de sustitución de tuberías, costes de instalación de TT y costes de daños por inundación.
- El tercer objetivo específico es desarrollar un modelo de rehabilitación considerando la instalación de TT y la sustitución de tuberías, basado en APG y el Modelo SWMM.
- Los costes de inversiones y los costes de daños por inundaciones no se pueden sumar debido a sus tipos. Los costes de inversiones son reales mientras que los costes de daños por inundaciones son futuribles, dependen del periodo de retorno de la lluvia de tormenta. Por lo tanto, el cuarto objetivo específico de esta tesis es proponer un algoritmo multiobjetivo evolucionario para la rehabilitación de redes de drenaje considerando la instalación de TT y la sustitución de tuberías.
- Para la optimización de un mono objetivo y multiobjetivo, el tiempo de cálculo es elevado. También se sospechaba que las soluciones objetivas estaban atrapadas en mínimos locales. El quinto objetivo es proponer una metodología de reducción del espacio de búsqueda para resolver este problema.
- El sexto objetivo específico consiste en llevar a cabo un análisis de sensibilidad para verificar los efectos del SSR en el resultado final del proceso de optimización. Por lo tanto, se seleccionaron diferentes tamaños de población y valores de criterios de parada y se realizó la simulación para diferentes configuraciones.
- El séptimo objetivo específico de esta tesis es proponer una nueva metodología de rehabilitación considerando la técnica SSR para la optimización multiobjetivo.

Para cada objetivo específico presentado en esta tesis, se realizó una aplicación a varias redes de drenaje y los resultados obtenidos fueron satisfactorios.

Una red simple fue utilizada para aplicar la metodología de optimización simple basada en el algoritmo PGA y la biblioteca de funciones de conexión con el modelo SWMM.

Una red de tamaño mediano se utilizó para aplicar la metodología SSR. También se ha utilizado para aplicar la metodología de optimización multiobjetivo presentada en esta tesis.

Finalmente, se usó una red mallada de gran tamaño para aplicar la metodología de optimización multiobjetivo que considera el SSR propuesta en esta tesis.

La presente tesis se avala con dos comunicaciones al congreso, dos artículos presentados a revistas indexadas en la base de datos "Journal Citation Reports" y un artículo presentado a revistas indexadas en el "Directory of Open Access Journals".

Dado que se trata de una tesis doctoral basada en un compendio de publicaciones, se ofrece información más detallada sobre el contenido analizado en el cuerpo principal en las publicaciones, que aparecen como Anexos I, II, III, IV y V.