



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE POSGRADOS
PRESENTACIÓN PROPUESTA

TESIS DE MAESTRÍA: TRABAJO FINAL DE ESPECIALIZACIÓN:

1. PROPONENTE: José Ricardo Bustos M.
2. CÓDIGO: 299622
3. PROGRAMA: Maestría en Ingeniería - Ingeniería de Sistemas y Computación
4. DIRECTOR PROPUESTO: Jonatan Gómez Perdomo
5. DEPARTAMENTO: Ingeniería de Sistemas e Industrial
6. TÍTULO: Desarrollo de un modelo para el diseño de sistemas de riego a presión mediante el uso de Computación Evolutiva.
7. ÁREA: Sistemas Inteligentes
8. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Computación Evolutiva
9. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN:

En Colombia el empleo de sistemas de riego a presión es cada día mayor, ya que el costo del agua y de la energía para movilizarla se incrementa, debido a una disminución en el abastecimiento de los recursos hídricos y energéticos del país. Esto hace necesario realizar diseños que optimicen por un lado los recursos para efectuar la aplicación de agua y fertilizantes en los cultivos agrícolas, y por el otro la construcción de instalaciones de riego de manera económica.

Según la FAO (2006) Colombia cuenta con 2132 km³/año de recursos hídricos totales (no todos disponibles), y aunque Colombia tiene apenas un

requerimiento de agua para riego de 1.23 km³/año (que equivale al 37% del agua empleada), existen lugares donde el recurso hídrico es escaso, debido a una mala distribución del agua (topografía Colombiana); Adicionalmente la tecnología de riego a presión es escasa o nula, debido al uso de otras técnicas menos eficientes en el uso de los recursos hídricos y energéticos, por ejemplo riego por superficie que en Colombia no alcanza al 40% de eficiencia en el uso de los recursos.

En la actualidad se han dedicado diversos esfuerzos en el desarrollo de técnicas para la optimización de redes hidráulicas, trabajando en la optimización de diámetros de las tuberías, la programación de la red para la distribución del recurso hídrico y la selección del trazado de la red mediante el uso de teoría de grafos y programación lineal (Geem, Z. W. 2006; Kaya, B. and Güney, M. S., 2000, Hansen, C. T., Madsen, K. and Nielsen, H. B., 1991). Algunos de estos trabajos usan computación evolutiva (Abebe y Solomatine, 1998; Vuuren, 2002; Savic, D. A. *et al*, 2001).

La computación evolutiva es una técnica desarrollada a principios de los años 60's por Holland, Koza, Bienert, Rechenberg y Schwefel, la cual nos permite encontrar soluciones óptimas en un espacio de búsqueda conocido. Usa para ello teorías inspiradas en la biología y en especial en la evolución, mediante la construcción de individuos que representan soluciones, los cuales están caracterizados por un genotipo, y mediante técnicas de mutación y combinación genética se logra evolucionar una población de individuos para así encontrar un conjunto de soluciones cada vez mas apta de acuerdo a una función aptitud.

La computación evolutiva se ha usado para la optimización de diámetros de tuberías de acuerdo al costo de la instalación y a los caudales requeridos (Abebe y Solomatine, 1998; Vuuren, 2002; Savic, D. A. *et al*, 2001), la estimación de parámetros propios de la red (Zheng Y. W, *et al*, 2002) y la optimización en la distribución del agua (Jakobus, Dragan. y Godfrey, 2004; Felici, S. *et al*,1999), dejando de lado la selección del trazado y la optimización de la red de acuerdo al costo energético de implementar el sistema de riego.

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

El diseño de sistemas de riego es un proceso complejo en el cual se puede optimizar varios aspectos como es el trazado de la red de distribución (teniendo en cuenta la topografía del lugar), la configuración misma de la red (tubería y accesorios que la conforman), la selección y disposición de los emisores (goteros, mini-aspersores, y aspersores) y la selección del equipo de bombeo mas apropiado si este es necesario.

Se desea plantear e implementar un modelo que por medio de computación evolutiva realice una optimización energética y económica, como ayuda en el diseño de un sistema de riego a presión, efectuando el trazado para la red abierta, selección de tuberías, y accesorios.

OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

General:

Desarrollar un modelo para el diseño de sistemas de riego a presión mediante el uso de Computación Evolutiva.

Específicos:

- Desarrollar los algoritmos necesarios para el cálculo hidráulico (presiones y caudales) de redes abiertas o utilizar software existente para el cálculo hidráulico de este tipo de sistemas.
- Desarrollar una técnica basada en computación evolutiva para seleccionar la configuración más apropiada de tuberías, accesorios y equipos.
- Desarrollar una técnica basada en computación evolutiva para optimizar el trazado de un sistema de riego a presión.
- Realizar pruebas de acuerdo con un diseño experimental para validar los resultados entregados por el programa.

10. METODOLOGÍA:

El trabajo se desarrollara en cinco etapas, donde en tres se desarrolla software en forma de módulos independientes

1. **Conceptualización:** En esta etapa se desarrollará un estado del arte sobre la optimización de redes hidráulicas y se investigará acerca de las diferentes técnicas desarrolladas para el uso de Computación Evolutiva.
2. **Módulo Cálculo Hidráulico:** Se desarrollará o implementará los algoritmos necesarios para el cálculo de redes hidráulicas abiertas, la cual debe permitir el ingreso fácil de cualquier red abierta viable, y realice los cálculos respectivos de pérdida de energía.
3. **Módulo Optimización de Red Abierta:** Se desarrollarán las técnicas necesarias para la optimización de la configuración de una red hidráulica abierta por medio de computación evolutiva, el genotipo desarrollado debe contener tuberías, accesorios y equipos típicos de una red de riego a presión, la función de aptitud debe cuantificar el costo energético y económico del genotipo evaluado.
4. **Módulo Optimización de Trazado de Red:** Se desarrollarán las técnicas necesarias para la optimización del trazado de un sistema de riego a presión, teniendo en cuenta su disposición en un mapa topográfico, este módulo debe permitir el ingreso fácil de mapas de niveles y se implementará la función de aptitud de acuerdo al costo energético y económico del genotipo evaluado.
5. **Validación:** De acuerdo a un diseño experimental se realizarán pruebas y se validarán los datos entregados por los tres módulos de acuerdo a diseños realizados manualmente o datos entregados por programas similares.

11. ACTIVIDADES A DESARROLLAR:

- **Conceptualización.**
 - ❖ Desarrollo base de datos de artículos pertinentes a la investigación
 - ❖ Desarrollo estado del arte sobre optimización de redes hidráulicas abiertas.
 - ❖ Investigación de técnicas desarrolladas en el área de la computación evolutiva que nos puedan ser útiles en la elaboración del proyecto.
- **Módulo Cálculo Hidráulico.**
 - ❖ Identificar la estructura de datos más apropiada para la representación de una red abierta.
 - ❖ Desarrollar o implementar los algoritmos necesarios para el cálculo de pérdida de energía en una red hidráulica abierta, este debe estar en capacidad de usar tuberías telescópicas (tuberías en serie).
- **Módulo Optimización de Red Abierta.**
 - ❖ Identificar el genotipo más apropiado para la representación de la configuración de la red de riego.
 - ❖ Desarrollar la función de aptitud de acuerdo al costo energético y económico.
 - ❖ Identificar los operadores genéticos más apropiados.
 - ❖ Implementar un algoritmo genético para la optimización en la configuración de la red de riego.
- **Módulo Optimización de Trazado de Red.**
 - ❖ Identificar el genotipo más apropiado para la representación del trazado de la red de riego.

- ❖ Desarrollar la función de aptitud de acuerdo al costo energético y económico.
- ❖ Identificar los operadores genéticos más apropiados.
- ❖ Implementar un algoritmo genético para la optimización en el trazado de la red de riego.
- **Validación.**
 - ❖ Desarrollo del diseño experimental.
 - ❖ Evaluación de los tres módulos en base al diseño experimental.
 - ❖ Análisis de los resultados obtenidos y ajuste de los diferentes algoritmos implementados.
- **Desarrollo de documento final.**
- **Elaboración de un artículo sobre los resultados de la investigación**

12. CRONOGRAMA:

	SEMANA																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Conceptualización																									
Base de Datos de Artículos																									
Estado del Arte Optimización de Redes de Hidráulicas																									
Investigación Técnicas de Computación Evolutiva																									
Módulo Cálculo Hidráulico																									

13. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:

- Abebe, A.J. y Solomatine, D.P. (1998) Application of global optimization to the design of pipe networks, Proc. 3rd International Conference on Hydroinformatics, Copenhagen, August 1998. Balkema, Rotterdam.
- FAO (2006) AQUASTAT <http://www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/main/indexesp.stm>.
- Felici, S. *et al* (1999) Optimal Design of Irrigation Networks using a Genetic Algorithm, 7th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation. Publication: Proceedings of IEEE ETFA99. Place: Barcelona (SPAIN).
- Geem, Z. W. (2006) Optimal cost design of water distribution networks using harmony search, Engineering Optimization. Vol. 38, No. 3, April 2006, 259–280.
- Hansen, C. T., Madsen, K. and Nielsen, H. B. (1991) Optimization of pipe networks, Mathematical Programming: Series A and B, Volume 52 , Issue 1 (May 1991) , Pages: 45 – 58.
- Jakobus, E. Z., Dragan. A. S. y Godfrey A. W. (2004) Operational Optimization of Water Distribution Systems Using a Hybrid Genetic Algorithm, J. Water Resour. Plng. and Mgmt., Volume 130, Issue 2, pp. 160–170 (March/April 2004).
- Kaya, B. and Güney, M. S. (2000) An Optimization Model and Waterhammer for Sprinkler Irrigation Systems, Turkish J. Eng. Env. Sci., 24, (2000), 203–216.
- Savic, D. A. *et al* (2001) GAnet: genetic algorithm platform for pipe network optimization, Advances in Engineering Software 32, 467–475.
- Vuuren, SJ van. (2002) Application of genetic algorithms – Determination of the optimal pipe diameters, Water SA, Volume 28, No 2, April 2002.

- Zheng Y. W, *et al* (2002) Calibrating water distribution model via genetic algorithms, AWWA IMTech Conference, April 14–17, Kansas City, Missouri, USA.

14. RECURSOS FÍSICOS:

Descripción	Item	Cantidad	Costo Unitario (\$/und)	Costo (\$)
Recursos Información	Libros	2 und	150.000	300.000
	Acceso a Internet	120 horas	2.000	240.000
Equipo y Software	Computador	480 horas	5.000	2.400.000
Costo Personal				0
Insumos	Papelería			300.000
Otros	Varios			300.000
Total				3.540.000

15. COSTOS DEL TRABAJO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN:

El costo total aproximado del trabajo es de \$3.540.000 y las fuentes de financiación son exclusivamente propias.

COMENTARIO CON VISTO BUENO DEL DIRECTOR:

FIRMA DEL PROPONENTE

José Ricardo Bustos Molina
Proponente

FIRMA DEL DIRECTOR

Jonatan Gómez Perdomo
Director

FECHA: Noviembre 17, 2006