

**Título de la Tesis: “Técnicas metaheurísticas aplicadas al
diseño óptimo de redes de cañerías”**

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Paola Patricia Oteiza

Director: Dra. Beatriz Brignole

Resumen

La mayoría de los yacimientos petroleros y gasíferos en el mundo están dispersos y ubicados en zonas remotas, alejadas de los centros de consumo y procesamiento. Por lo tanto, una logística que optimice la ubicación de las líneas de transporte, centros de almacenamiento y plantas de procesamiento del producto final es esencial para maximizar la rentabilidad de la actividad. La factibilidad del potencial uso de la gasolina natural como materia prima petroquímica incentivó nuestro análisis de la logística de distribución de líneas de transporte que permita alcanzar volúmenes de producción adecuados para su posterior transformación en productos de mayor valor. El objetivo central de esta tesis consiste en aprovechar herramientas computacionales modernas para la optimización del diseño de redes de cañerías. Por consiguiente, en esta investigación hemos incluido el desarrollo de técnicas metaheurísticas, su diseño, aplicación y cuidadosas comparaciones.

Las principales contribuciones de esta tesis son:

Desarrollo de un modelo general para el problema de logística de redes de transporte de gasolina natural. El modelo desarrollado es muy relevante en el plano nacional dado que una región elegida como caso de estudio corresponde a la Provincia de Santa Cruz (Argentina) donde existen yacimientos dispersos, los cuales presentan una importante producción de gasolina natural.

Análisis comparativo de varias técnicas metaheurísticas de optimización para resolver el problema de diseño óptimo de redes de cañerías.

Implementación de nuevas técnicas metaheurísticas para el desarrollo de modelos de optimización. Se adoptó un enfoque estratégico basado en la hibridación de un algoritmo metaheurístico. Simulated Annealing fue implementado y enlazado con el conocido paquete de software GAMS. De esta forma, se obtuvo el algoritmo híbrido que denominamos SAG (sigla proveniente de: Simulated Annealing with GAMS). El propósito de SAG es encontrar una óptima distribución de la red.

Elaboración de un paquete general de software cuyo objetivo es minimizar el costo total de una red de cañerías e identificar la localización estratégica de los nodos concentradores, en los cuales el producto extraído de yacimientos dispersos puede ser almacenado para ser finalmente transportado a plantas de procesamiento. Este diseño también tiene en cuenta las características geográficas de la zona en estudio.

El análisis y comparación de desempeño entre los algoritmos Simulated Annealing y Algoritmos Genéticos. Estos algoritmos brindaron buenos resultados con excelentes tiempos de cómputo.

Análisis de las respuestas dinámicas de la producción de los yacimientos. En general, la producción de hidrocarburos es afectada por diversas causas, por ejemplo por la explotación de nuevos pozos o por el agotamiento de pozos existentes.

Diseño de un sistema de control óptimo del volumen de gasolina natural en el nodo concentrador mediante Algoritmos Genéticos. El objetivo perseguido fue contemplar la dinámica de los pozos y garantizar el suministro a la planta de procesamiento.

Empleo de una estrategia paralela que ofrece notables mejoras en cuanto al tiempo de cómputo.

**Título de la Tesis: “Técnicas metaheurísticas aplicadas al
diseño óptimo de redes de cañerías”**

Doctorado en Ingeniería Química

Autor: Paola Patricia Oteiza

Director: Dra. Beatriz Brignole

Abstract

Most oil and gas fields are scattered all over the world, being located in remote areas far away from the consumption or processing centers. Therefore, an optimized logistic system for the transport lines, storage centers and product processing plants is essential to maximize industrial profitability. The feasibility of the potential employment of natural gasoline as a petrochemical raw material encouraged our analysis of the logistics of transportation lines that allows reaching suitable production volumes for their further processing into more valuable products.

The main goal of this thesis is to take advantage of modern computing tools to optimize the design of pipeline networks. Therefore, in our research the development of metaheuristic techniques, their design, application and judicious comparison have been included.

The main contributions of this thesis are the following:

The development of a general model for the network problem associated to the logistics for natural gasoline transport. This model is particularly relevant at national level since the area that was chosen as a case of study is Santa Cruz province (Argentina) where there are scattered fields in which there is an important production of natural gasoline.

The comparison of several metaheuristic techniques for the optimization of pipeline-network design problems.

The implementation of new metaheuristic techniques for the development of optimization models. A tactic approach was adopted, which is based on the hybridization of a metaheuristic algorithm. Simulated Annealing was implemented and linked with the well-known GAMS software. Thus, the hybrid algorithm, which we called SAG (Simulated Annealing with GAMS), was obtained aiming at getting an efficient distribution of pipeline networks for the transportation of liquid hydrocarbons.

The preparation of a general software package in order to minimize the total piping costs and to identify strategic locations for the concentrating nodes, where the product extracted from scattered fields can be stored prior to being transported to processing plants. Geographical features of the related region were taken into account in the design.

The performance analysis and the algorithmic comparison between Simulated Annealing and Genetic Algorithm were carried out. These algorithms yielded good results with excellent computing times.

The analysis of the dynamic responses of field production. Generally, hydrocarbon production is affected by varied causes, for instance by the exploiting of new wells or the exhaustion of existing ones.

The design of an optimal control system for the volume of natural gasoline in the concentrating node by means of Genetic Algorithms. The control objective was to contemplate well dynamics in order to ensure the supply to the processing plant.

The use of a parallel strategy that offers significant improvements in terms of computing times.