

## Un enfoque de generación de columnas para un problema de ruteo con múltiples viajes por vehículo y esperas en la bodega

Cristián E. Cortés<sup>1</sup>, Pablo A. Rey<sup>2</sup>, and Pablo Saintard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile,  
ccortes@ing.uchile.cl; saintford@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile,  
pablo.rey.cl@gmail.com

Este trabajo describe una metodología basada en generación de columnas para un problema de ruteo en que los vehículos pueden realizar varios viajes dentro de la jornada y en el que enfrentan colas a la hora de volver a las bodega para cargar los productos para la siguiente ruta. Este problema está motivado por una aplicación real en contexto de distribución de productos comprados vía internet a una cadena de comercio minorista (*retail*).

En la literatura se han propuesto métodos que resuelven de manera exacta un problema de ruteo de vehículos con ventanas de tiempo y múltiples viajes así también como métodos heurísticos. Muchos de estos enfoques, generan conjuntos de rutas que un vehículo puede ejecutar en una jornada, de manera directa como un subproblema o en una de sus etapas.

A diferencia de estos enfoques, en nuestro caso, las rutas son generadas individualmente y combinadas para formar la jornada de trabajo *en el problema maestro*. Esto es necesario, dado que los horarios en que los vehículos vuelven a quedar disponibles para realizar nuevas rutas depende de la congestión y colas que se generen en la bodega y esto depende de las rutas que son asignadas a todos los vehículos.

El modelo propuesto extiende la formulación clásica para problemas de ruteo basada en partición de conjuntos. El problema maestro incluye variables de selección de rutas que son generadas dinámicamente que en este caso corresponden a que un determinado vehículo realice su  $k$ -ésimo viaje siguiendo una determinada ruta. También se incluyen otros conjuntos de variables para modelar los horarios de inicio y fin de rutas, de disponibilidad para próximos viajes y otras variables adicionales para modelar la dinámica de las colas. Se define un subproblema para cada vehículo, cada bodega, y cada posible viaje.

Experiencia computacional con problemas pequeños (de hasta 34 clientes) muestran que el enfoque es factible, si bien los *gaps* entre la solución relajada y el óptimo entero superan el 50% en algunos casos.

Parte de los métodos y resultados de esta investigación han sido presentados previamente en el Congreso Chileno de Investigación Operativa (OPTIMA) 2015 y en un resumen aceptado para presentación en la conferencia TRISTAN a realizarse en junio de este año.