

## Zonificación y asignación de flota para un problema de preparación de pedidos y distribución en un área urbana

Cristián E. Cortés<sup>1</sup>, Pablo A. Rey<sup>2</sup>, Nicolás Sáez<sup>3</sup>, and Zdenko Koscina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile, Santiago, Chile  
ccortes@ing.uchile.cl

<sup>2</sup> Departamento de Industria, Universidad Tecnológica Metropolitana, Santiago, Chile  
prey@utem.cl

<sup>3</sup> i-DUX & Partners, Santiago, Chile  
{nsaez,zkoscina}@duxpartners.com

Esta investigación surge en el contexto de una compañía dedicada al servicio de abastecimiento integral de productos de oficina para grandes, medianas y pequeñas empresas en Chile que cuenta, en Santiago, con un centro de distribución automatizado. El problema a resolver se trata de la definición de zonas geográficas y flotas de transporte fijas para cada zona. Los pedidos se reciben a lo largo del día y se asignan inmediatamente al camión que cumpla con las características para llevar cada paquete, dadas por peso, volumen y número de bultos de la orden. El problema consiste en definir la configuración de flota, en términos de su capacidad total en peso y volumen; el peso, volumen y número de bultos máximo por pedido que pueda llevarse en el camión; y la zona geográfica donde debe operar cada camión, con objetivo de maximizar el factor de ocupación de la flota ante una demanda diaria incierta. Debe notarse que los bultos deben ser configurados durante el día de operación, por lo cual las rutas de los camiones no pueden establecerse con certeza sino hasta tener definidos los bultos a cargar y preparados para despacharse. Para resolver el problema se utiliza un método de zonificación basado en un algoritmo de “clustering” con restricciones y una heurística de asignación de flota. El método de zonificación se utiliza en una primera instancia para determinar las zonas geográficas con autonomía en términos de requerimientos de clientes para realizar las asignaciones de camiones según una heurística que se describe a continuación para obtener rutas de largo razonable, que se puedan cumplir en el largo de una jornada y que permitan aprovechar de buena manera la capacidad de los camiones disponibles considerando pedidos que aparecen aleatoriamente mientras se están armando los pedidos. Para esto, utilizamos el algoritmo de clustering, *constrained k-means* similar al *k-means* con restricciones adicionales respecto de cotas en los pesos asociados a cada cluster. La heurística de asignación de flota busca el orden en que deben asignarse los camiones a cada zona geográfica definida y los parámetros de peso, volumen y número máximo de bultos de cada pedido que el camión es capaz de transportar, considerando los territorios que se encuentran en la zonificación determinada por el método anterior. Dado un conjunto de camiones no idénticos, la heurística consiste en insertar aleatoriamente camiones de diferentes

2 C. Cortés et al.

tamaños a cada zona, insertando primero los de menor capacidad, para luego definir sus parámetros en función de la carga máxima que se espera sea transportada por cada camión bajo el supuesto de que los pedidos de menor tamaño deben ir en camiones de menor tamaño para así mantener un equilibrio entre su utilización y factor de ocupación. Luego de generar múltiples configuraciones de flota, éstas son evaluadas utilizando un modelo de simulación que reproduce la creación diaria de pedidos y los asigna insertándolos en el primer camión de cada zona donde cumplan con los parámetros máximos. De todas las configuraciones evaluadas se selecciona la de mejor desempeño.