



## Heurísticas basadas en búsqueda local para el problema de ruteo de vehículos con suavizado en el depósito de llegada

**Autoría no ditelliana:** Carreiro, Martín; de Souza, Cid; López, Juan Cruz; Negrotto, Daniel; Rodrigues, Gustavo

**Autoría ditelliana:** Marengo, Javier; Miranda Bront, Juan José; Silvestri, Juan Ignacio; Slucki, Gonzalo

**Fecha de publicación:** 15/09/2025

**Publicado originalmente en:** Revista de la Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO) (e-ISSN 2451-7496)

### ¿Cómo citar esta versión previa del trabajo?

Carreiro, M., De Souza, C., López, J. C., Marengo, J., Miranda Bront, J. J., Negrotto, D., Rodrigues, G., Silvestri, J. I., & Slucki, G. (2025). Heurísticas basadas en búsqueda local para el problema de ruteo de vehículos con suavizado en el depósito de llegada. JAIIO, Jornadas Argentinas De Informática, 11(14), 279-281.

<https://revistas.unlp.edu.ar/JAIIO/article/view/19497>

El presente artículo se encuentra alojado en el Repositorio Digital de la **Universidad Torcuato Di Tella**, para su preservación, archivo y difusión, bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional, según lo indicado en la fuente original del documento.

**Dirección:** <https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13686>

## Heurísticas basadas en búsqueda local para el problema de ruteo de vehículos con suavizado en el depósito de llegada

Martín Carreiro<sup>1</sup>, Cid De Souza<sup>1</sup>, Juan Cruz López<sup>1</sup>, Javier Marengo<sup>2</sup>, Juan José Miranda Bront<sup>2</sup>, Daniel Negrotto<sup>1</sup>, Gustavo Rodrigues<sup>1</sup>, Juan Ignacio Silvestri<sup>2</sup>, and Gonzalo Slucki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mercado Libre S.A., Argentina y Brasil

<sup>2</sup> Escuela de Negocios, Universidad Torcuato Di Tella, Argentina

**Abstract.** En este trabajo abordamos un problema clásico de ruteo de vehículos multi-trip con capacidad y ventanas de tiempo, incorporando además el objetivo de suavizar la llegada de vehículos al depósito final. Una flota debe recolectar artículos de un conjunto de vendedores priorizados, cada uno con ventanas de tiempo y una cantidad específica de artículos. El depósito cuenta con una capacidad de recepción constante a trozos, que limita la cantidad de artículos que puede gestionar en cada momento. El objetivo es planificar rutas que maximicen la prioridad total de los vendedores visitados, respetando las restricciones de capacidad del depósito y manteniendo la calidad de las rutas. Proponemos heurísticas constructivas y de búsqueda local, y evaluamos su rendimiento en instancias reales.

**Keywords:** ruteo de vehículos, suavizado, metaheurísticas

## Local search-based heuristics for the vehicle routing problem with arrival smoothing at the depot

**Abstract.** In this work, we address a classical multi-trip vehicle routing problem with capacity and time windows, adding the goal of smoothing vehicle arrivals at the final depot. A fleet must collect items from a set of prioritized vendors, each with time windows and item quantities. The depot has a piecewise constant receiving capacity, limiting how many items can be handled at any given time. The objective is to plan routes that maximize the total priority of visited vendors while respecting the

depot's receiving limits and maintaining route quality. We propose constructive and local search heuristics and evaluate their performance on real-world instances.

**Keywords:** vehicle routing, smoothening, metaheuristics

En este trabajo consideramos el problema clásico de ruteo de vehículos *multi-trip* con capacidad y ventanas de tiempo, con el objetivo adicional de suavizar la llegada de vehículos al depósito final. En este contexto, un conjunto de vendedores debe ser visitado por un conjunto de vehículos para realizar la colecta de artículos que se entregarán en el depósito. Cada vendedor tiene una prioridad, una ventana de tiempo y un número de artículos que serán recogidos por la flota de vehículos. Además, el depósito cuenta con una función constante a trozos que determina la capacidad de recepción y representa el número máximo de artículos que el depósito puede gestionar en cada momento.

El problema consiste en determinar una ruta (*multi-trip*) para cada vehículo con el fin de maximizar la suma de las prioridades de los vendedores visitados, respetando al mismo tiempo la capacidad de recepción y considerando, como factor secundario, la calidad de las rutas obtenidas. Se busca evitar tanto las violaciones por exceso como por defecto de la capacidad de recepción.

Existen trabajos sobre sincronización y coordinación de vehículos en problemas de ruteo (ver por ejemplo Paraskevopoulos et al., 2017 y Soares et al., 2024), y en particular se ha estudiado extensamente la operatoria de los vehículos en los depósitos y puntos de descarga (Hempsch and Irnich, 2008; Rijal et al., 2023). No obstante, se ha dedicado relativamente poco esfuerzo al problema de suavizar la llegada de los vehículos al depósito debido a consideraciones de capacidad de recepción/procesamiento en el depósito (van der Zon, 2017).

En este trabajo, proponemos heurísticas constructivas y de búsqueda local para este problema. Se propone una heurística constructiva que arma trips hacia adelante en el tiempo, y también una heurística constructiva que arma trips hacia atrás en el tiempo, partiendo de un intervalo con disponibilidad de recepción en el depósito. Para complementar la construcción de soluciones realizada por estas heurísticas, proponemos también un algoritmo de búsqueda local basado en operadores estándar para este problema. Consideramos los operadores *relocate* y *cross-exchange*, generalizando la evaluación de la función objetivo para tener en cuenta los elementos que participan de la función objetivo en este problema. Evaluamos el rendimiento de las heurísticas propuestas en casos reales y en instancias sintéticas construidas para que tengan una estructura similar a instancias reales.

## References

- Hempsch, C., & Irnich, S. (2008). Vehicle routing problems with inter-tour resource constraints. In B. L. Golden, S. Raghavan, & E. A. Wasil (Eds.), *The vehicle routing problem: Latest advances and new challenges*

- (pp. 421–444, Vol. 43). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-77778-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-0-387-77778-8_19)
- Paraskevopoulos, D. C., Laporte, G., Repoussis, P. P., & Tarantilis, C. D. (2017). Resource constrained routing and scheduling: Review and research prospects. *European Journal of Operational Research*, *263*(3), 737–754. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.05.035>
- Rijal, A., Bijvank, M., & de Koster, R. (2023). Dynamics between warehouse operations and vehicle routing. *Production and Operations Management*, *32*(11), 3575–3593. <https://doi.org/10.1111/poms.14051>
- Soares, R., Marques, A., Amorim, P., & Parragh, S. N. (2024). Synchronisation in vehicle routing: Classification schema, modelling framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, *313*(3), 817–840. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.04.007>
- van der Zon, K. (2017). *Vehicle routing with departure smoothing* [Master's thesis]. Erasmus University Rotterdam. <https://thesis.eur.nl/pub/41256/Zon-van-der.pdf>