



Máster en Ingeniería Computación y Matemática  
Trabajo Final de Máster

# Logística Urbana y Transporte con Vehículos Eléctricos (Planificación de rutas de distribución de mercancías en zonas urbanas)

**María Elena Montesdeoca Saltos**

**Directores:** Dr. Ángel Alejandro Juan, Dra. Adela Pagès-Bernaus,  
Dra. Eva Vallada

23 de junio de 2016



Esta obra está sujeta a una licencia de  
Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada  
[3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

**Licencias alternativas (elegir alguna de las siguientes y sustituir la de la página anterior)**

**A) Creative Commons:**



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](#)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual [3.0 España de Creative Commons](#)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial [3.0 España de Creative Commons](#)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](#)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-CompartirIgual [3.0 España de Creative Commons](#)



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento [3.0 España de Creative Commons](#)

**B) GNU Free Documentation License (GNU FDL)**

Copyright ©2016 María Elena Montesdeoca Saltos.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts.

A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

### **C) Copyright**

© (María Elena Montesdeoca Saltos)

Reservados todos los derechos. Está prohibido la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilme, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del trabajo:</b>	Logística Urbana y Transporte con Vehículos Eléctricos (Planificación de rutas de distribución de mercancías en zonas urbanas)
<b>Nombre del autor:</b>	María Elena Montesdeoca Saltos
<b>Nombre del consultor:</b>	Dr. Ángel Alejandro Juan, Dra. Adela Pagès-Bernaus, Dra. Eva Vallada
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	06/2016
<b>Área del Trabajo Final:</b>	Simulación – Optimización
<b>Titulación:</b>	Máster en Ingeniería Computacional y Matemática

### **Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras):**

La Logística para el transporte de mercancía en zonas urbanas cada vez tiene mayores exigencias referente a la reducción de emisiones al ambiente, ruido y tamaño de vehículos, por lo que los vehículos eléctricos se han convertido en una opción para las empresas dedicadas a esta actividad, sin embargo aun existen grandes barreras para adoptar esta tecnología principalmente el costo inicial, limite de autonomía de batería, tiempo de recarga y cantidad de estaciones existentes. En la actualidad se analiza este tipo de flota como una opción que en muchos casos se pone a prueba como programas pilotos, sin embargo de acuerdo a la tendencia de normativas ambientales se cree que en poco tiempo será una obligación, por lo que conseguir las rutas optimas al menor costo posible es una necesidad imperiosa, por lo tanto se propone una metodología de solución planteando el problema como un CVRP clásico con restricciones de capacidad de batería e incluyendo el tiempo de recarga como parte del costo, la solución se plantea a partir de la adaptación de la propuesta realizada por (Quintero-araujo, Pagès-bernaus, Juan, & Jozefowicz, 2016) en Planificación de rutas en zonas montañosas mediante el método de aproximaciones sucesivas, agregando una búsqueda local para incluir las visitas a las estaciones de recarga de batería e iterando con rangos de tiempo con la finalidad de conseguir la mejor solución posible con la función objetivo de minimizar el costo total.

### **Abstract (in English, 250 words or less):**

Logistics for the transport of merchandise in urban areas is increasingly higher demands regarding reducing emissions to the environment, noise and size of vehicles, so that electric vehicles have become an option for companies engaged in this activity, but there are still major barriers to adopting this technology mainly initial cost, limited battery life, recharge time and quantity of existing stations. At present this type of fleet is analyzed as an option in many cases is tested as pilot programs, however according to

the trend of environmental regulations is believed that soon will be an obligation, so get optimum routes at the lowest possible cost is imperative, therefore a solution methodology is proposed raising the issue as a classic CVRP restricted battery capacity and including recharge time as part of the cost, the solution arises from the adaptation of the proposal made by Quintero-araujo et al., 2016 in planning routes in mountainous areas by the method of successive approximations, adding a local search to include visits to charging stations battery and iterating with time ranges in order to achieve the best possible solution with the objective of minimizing the total cost function.

**Palabras clave (entre 4 y 8):**

Logística, transporte, planificación, vehículos eléctricos, CVRP.