

Desarrollo de un algoritmo para seleccionar la ubicación de puntos de abastecimiento minimizando los tiempos y costos de transporte

Development of an algorithm to select the location of supply points reducing transport times and costs

PAREJO, Melissa 1; DÍAZ, Lauriza 2; PARRA, Luis 3; VILLARREAL, Hillary 3; FABREGAS, Jonathan 4; PALENCIA, Argemiro 5; VELILLA, Wilmer 6

Recibido: 24/01/2020 • Aprobado: 18/04/2020 • Publicado 14/05/2020

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

En el presente estudio se aborda desde la temática de las cadenas de suministro, el proceso de transporte y distribución de productos, desarrollando un algoritmo que produce simulaciones para encontrar la ruta que permita reducir costos y tiempos al momento de distribuir y/o comercializar productos o servicios, haciendo uso de los medios tecnológicos en desarrollo. Las simulaciones mostraron las mejores rutas para que un sistema de distribución de transporte por 3 camiones obtuviera los menores costos operativos.

Palabras clave: Algoritmo, simulaciones, ruta, costos, tiempo, demanda.

ABSTRACT:

In this study, from the subject of supply chains, the process of transport and distribution of products is approached, developing an algorithm that produces simulations to find the route that allows reducing costs and times when distributing and/or marketing products or services, making use of the technological means in development. The simulations showed the best routes for a 3-truck transportation distribution system to obtain the lowest operating costs.

Keywords: Algorithm, simulations, route, costs, time, demand.

1. Introducción

La optimización de rutas es una estrategia que se ha utilizado para dar solución a problemas industriales en el área de la logística, implementado algoritmos enfocados en la reducción de costos, observados en trabajos como los de (Adarme, Fontanilla, y Arango, 2011; Dehghanbaghi y Sajadieh, 2017; Mejía, 2007; Mercado Coronado, Maestre, Leal Narváez, y Leal Narváez, 2018; Zhao, Wang, Lai, y Xia, 2004) . Donde se describe que el transporte generalmente representa el elemento individual más importante en los costos de logística para la mayoría de las empresas. Se ha observado que el movimiento de carga absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de logística (Ballou, 2004; Espinosa, Toro, y Vanegas, 2016; Ortiz de Díaz, Rodríguez Dasilva, y Coronado Rojas, 2014) . Mientras tanto las necesidades del buen manejo del transporte han llevado como consecuencia a la inversión de nuevas infraestructuras en los países, reestructurando la planificación de estos servicios, teniendo una mayor coordinación y control, como la creación de nuevas vías de comunicación

(Corredor, Giraldo Aguirre, Henríquez, y Hurtado Hurtado, 2018) . Indicando una correcta gestión del transporte desde el punto de vista logístico obligando a que el responsable esté involucrado no sólo de las tareas del día al día, sino que sea parte de los planes estratégicos y tácticos de la empresa, para adaptar sus necesidades a medio y largo plazo en que la empresa lo necesite (Arreola Rivera, Moreno Delgado, y Carrillo Mendoza, 2013; Fontalvo Cerpa, González, Velilla, Parejo, y Vásquez, 2016) . Frente a esta temática en trabajos como los desarrollados por (Chand, Thakkar, y Ghosh, 2018) muestran la importancia de establecer una metodología tanto cuantitativa como cualitativa enfocada en el desarrollo de la clasificación de prioridades para establecer una planificación correcta en cadenas de suministro del sector minero destacando la minimización de costos frente al mercado global. Además, (Jajja, Chatha, y Farooq, 2018) realizaron un estudio sobre capacidades dinámicas relacionando los sistemas de riesgo en cadenas de suministro en un amplio grupo de empresas del sector manufacturero para mejorar el rendimiento y los tiempos de estos. Así como (Jiang, Li, y Shen, 2018) en su estudio utilizan un método para proponer medidas para fortalecer la gestión logística del riesgo de la cadena de suministro del sector portuario de las empresas del puerto de Qingdao-China. A su vez, (Xu et al., 2019) desarrollan un marco para evaluar el riesgo de la sostenibilidad de la cadena de suministro basados en el ámbito operacional, social y ambiental, comparando sistemas de producción como lo es el sector de las confecciones y el automotriz. Para estas soluciones ingenieriles se utilizan las herramientas TIC pertinentes, tales como softwares para la optimización de estos procesos, haciendo énfasis en la optimización de la etapa de transporte en una cadena de suministro, como lo son los puntos de distribución, se logra generar un algoritmo que permita calcular las mejores rutas según los puntos de demanda que están en el mapa de operación, haciendo bucles para generar rutas alternativas y escoger la mejor opción según el tiempo y costo que esta requiera.

2. Metodología

La presente investigación se desarrolló en base al lenguaje Python (Oliphant, 2007) implementando la interfaz gráfica en el IDE Spyder (Raybaut, 2017) que permite una gran variedad de funciones a través de su librería incluyendo NumPy muy utilizada para manejar vectores, matrices y graficas (Millman y Aivazis, 2011). Permitiendo en la simulación la obtención de un valor mínimo encontrado entre el número de iteraciones realizadas para los tiempos y costos de transporte.

Según el método de Costeo ABC (Activity Based Costing), no son los productos sino las actividades que causan los costos (Sánchez Barraza, 2014). Por lo tanto, si se disminuye el tiempo y el recorrido, se disminuye los costos operacionales. El método principal para esta simulación es el euclidiano aplicado en el plano como ya se ha realizado en diferentes investigaciones (Millman y Aivazis, 2011) por lo cual está dirigido a las rutas de transporte de camiones desde el punto de abastecimiento hasta los puntos de demanda, realizando simulaciones para encontrar la ruta que produce los menores costos operacionales. En la Figura 1 se puede observar la interfaz gráfica de la herramienta IDE Spyder utilizando como lenguaje de programación Python para obtener simulaciones que permitan representar los trayectos de 3 camiones reduciendo el tiempo y el recorrido utilizados por los mismos con base a los menores costos de operación.

Figura 1

Interfaz gráfica de la herramienta IDE Spyder usando lenguaje Python

```

while np.sum(V_dem[:,3],0)>0: #
#####

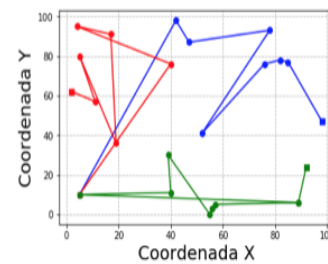
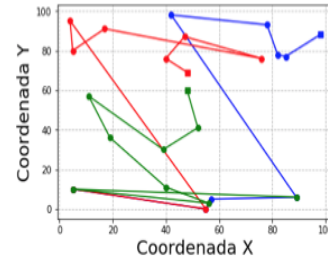
for j in range(0,M):
#print(k)
BB=sorted(list_dist, key=lambda dist: dist[j+1])
B=np.array(BB)
m = 0
Costo = mu*N
Tiempo = 0

#####
a=int(B[m,0])-1
if V_dem[int(B[0,0])-1,3]>0:
V_ab[j,3]=V_ab[j,3]-V_dem[int(B[0,0])-1,3]
else:
while V_dem[int(B[m,0])-1,3]==0:
m=m+1
x=V_dem[int(B[m,0])-1,3]
if m==N-1:
break
V_ab[j,3]=V_ab[j,3]-V_dem[int(B[m,0])-1,3]

if V_ab[j,3]>=0:
V_dem[int(B[m,0])-1,3]=0
else:
V_dem[int(B[m,0])-1,3]=abs(V_ab[j,3])
V_ab[j,3]=0
# print(j)
Costo = Costo+B[m,j]
Tiempo = Tiempo+B[m,j]
#####
for q in range(0,M):

```

X1	Y1	X2	Y2	X3	Y3	Costo Total	Tiempo Total
98.0	88.0	48.0	69.0	48.0	60.0	1210.63254887	1210.63254887
98.0	47.0	2.0	62.0	92.0	24.0	900.901642977	900.901642977



El código se prepara para generar aleatoriamente una necesidad, creando 3 puntos de abastecimiento inicial para tres 3 camiones transportadores, los cuales deben recorrer una determinada distancia en un espacio establecido para hacer la entrega de los productos solicitados, de los cuales se generan 20 ubicaciones como puntos de demanda donde deben entregar de 1 a 5 cajas, dicha distribución se realiza aleatoriamente para que la simulación pueda interactuar con los márgenes de costos y distancias a recorrer para así hacer minimización utilizando el método euclidiano, y así lograr la reducción de tiempos y costos. Ver Tabla 1.

Tabla 1
Condiciones de operación
para realizar simulación

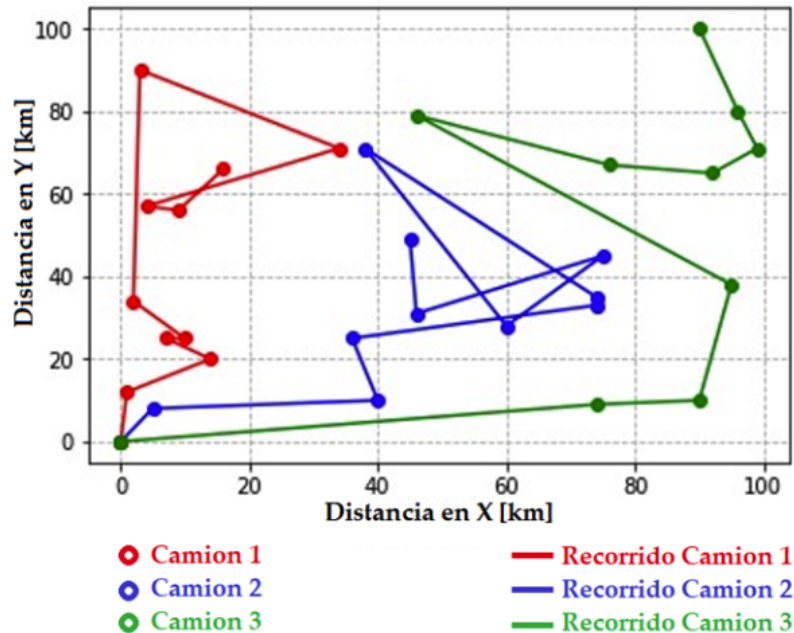
CONDICIONES DE OPERACIÓN	VALOR
Número de Cajas por demanda	1 - 5
Número de abastecimientos inicial	3
Número de Camiones	3
Número de ubicación de demanda	20
Posición de ubicaciones de demanda	Definido Aleatorio
Número de iteraciones por solución	100000
Número de cajas de abastecimiento	Definido Aleatorio
Costo de apertura de un punto de abastecimiento	Rango definido
Costo por unidad recorrida	Rango definido
Espacio de trabajo	100 km X 100 km

3. Resultados

Como es mostrado en la Figura 1 donde se presenta la interfaz gráfica, se puede destacar que para un escenario se produjeron dos posibles soluciones en cuanto a rutas y costos, mostrando que para el caso numero 2 se obtuvieron los menores costos y tiempos que para el caso 1, haciendo un 26% menores los gastos.

En la Figura 2. Se logra observar como las rutas se escogen partiendo de los puntos de abastecimiento y llegando a los puntos de demanda más cercanos sin chocar unas líneas con otras, es decir que dos camiones no llegan al mismo punto, creando así un resultado de cuánto tiempo se demora cada ruta y el costo que esta le genera a la empresa, mostrando así si se consigue o no un beneficio por la ruta trazada por código.

Figura 2
Resultado de una simulación de rutas de transporte

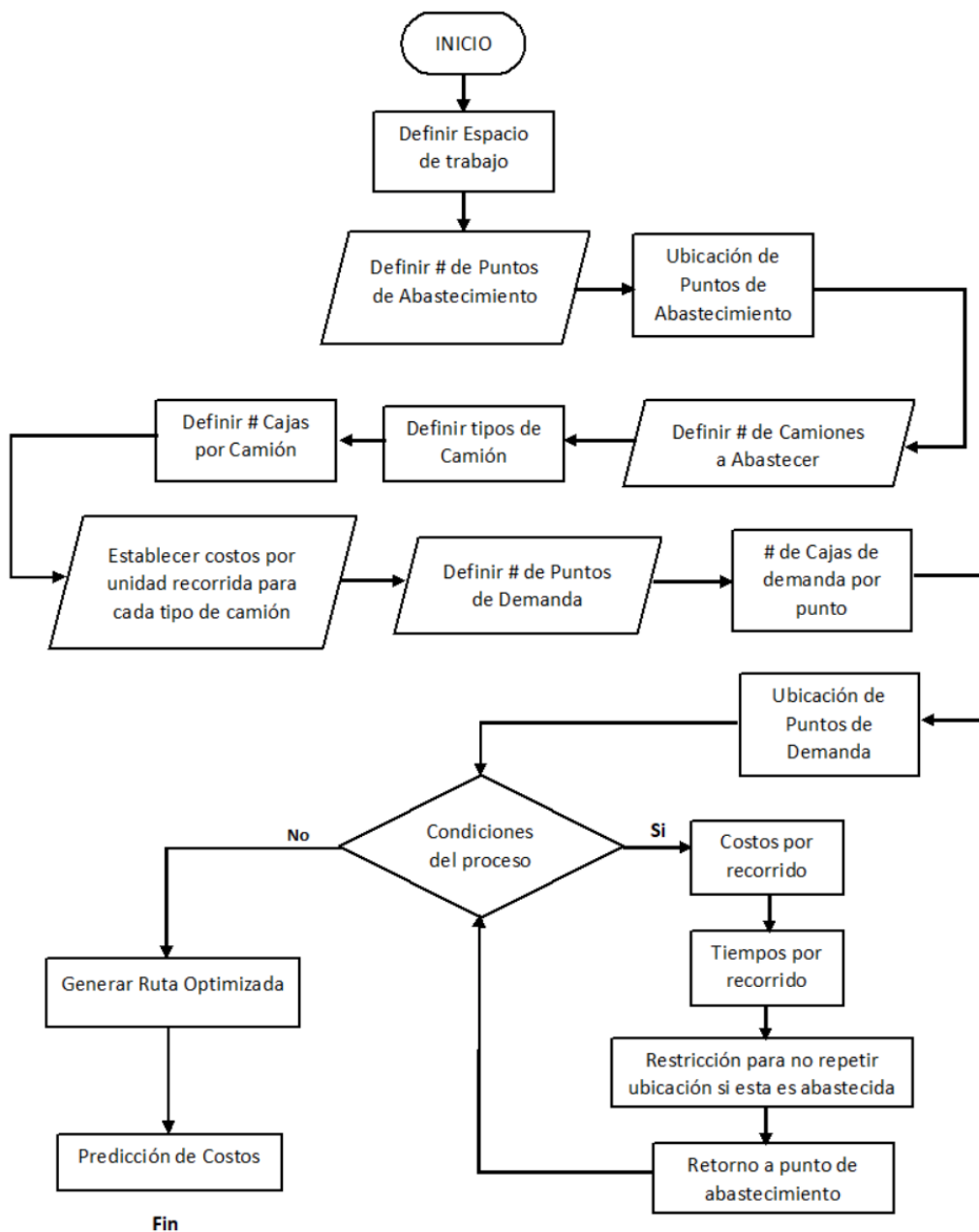


De la imagen anterior se puede observar que cada uno de los camiones recorrió la ruta para la obtención de menores tiempos y costos de proceso sin que una de estas mejores rutas altere la de otro camión transportista.

Esta simulación se repite variando los puntos de abastecimiento de forma aleatoria, calculando los costos que esta generaría partiendo de ese punto. Para cada corrida utilizaron 100,000 iteraciones de las cuales el programa elige la que menor tiempo y costo represento para ocupar las rutas y entregar la demanda solicitada. Estos experimentos se realizaron en un computador con 1.6 Ghz de procesador con 8 GB de memoria RAM, comprobando así que este código es muy eficiente y no es necesario tener un elemento de computo muy potente para realizar la simulación de miles de casos.

A continuación, en la Figura 3 se presenta el esquema de flujo de proceso en el cual el algoritmo encuentra la mejor solución a un problema de minimización por tiempos y costos de ejecución.

Figura 3
Diagrama de flujo del proceso



4. Conclusiones

Este trabajo integra una propuesta para mejorar las rutas de transporte por medio de un software, desarrollado en Python, creando simulaciones de las posibles rutas que puede tomar un camión de abastecimiento según los puntos de demanda y variando los puntos de abastecimiento, en una simulación que no consume muchos recursos por lo que se pueden crear muchas posibilidades de manera rápida, por lo que se puede concluir que al introducir esta tecnología dentro de una empresa se pueden mejorar los costos que generan las rutas de transporte, así mismo, minimizar los tiempos de entrega, beneficiándose así tanto la empresa como los consumidores. Este software es un prototipo que pretende llegar a enlazarse con sistemas de navegación por satélite creando así un registro de las rutas más eficientes para los camiones según el tráfico, por lo tanto, por medio de simulaciones se logrará mejorar dentro de una empresa la logística de transporte de productos de una manera rápida y eficiente.

Referencias bibliográficas

- Adarme, W., Fontanilla, C., y Arango, M. (2011). Modelos logísticos para la optimización del transporte de racimos de fruto fresco de palma de aceite en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21(1), 89–113. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91122651006>
- Arreola Rivera, R., Moreno Delgado, L., y Carrillo Mendoza, J. de J. (2013). Logística de transporte y su desarrollo. *Observatorio de La Economía Latinoamericana*, 185.
- Ballou, R. H. (2004). Logística: Administración de la cadena de suministro. *Pearson Educación*.

Chand, P., Thakkar, J. J., y Ghosh, K. K. (2018). Analysis of supply chain complexity drivers for Indian mining equipment manufacturing companies combining SAP-LAP and AHP. *Resources Policy*, 59(May), 389–410. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.08.011>

Corredor, J. E., Giraldo Aguirre, D. C., Henriquez, C. M., y Hurtado Hurtado, S. L. (2018). Ecosistema de la competitividad caquetense. *Revista Estrategia Organizacional*, 7(1), 11–31. <https://doi.org/10.22490/25392786.2695>

Dehghanbaghi, N., y Sajadieh, M. S. (2017). Joint optimization of production, transportation and pricing policies of complementary products in a supply chain. *Computers and Industrial Engineering*, 107, 150–157. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.03.016>

Espinosa, M., Toro, B., y Vanegas, J. G. (2016). Proceso de consolidación logístico para una empresa de transporte: desarrollo de un modelo de medición jerárquico. *Revista ESPACIOS*, 37(No 22), 20.

Fontalvo Cerpa, W., González, F., Velilla, W., Parejo, M., y Vásquez, M. (2016). Liderazgo y gestión ambiental, el caso de la comercialización de aceites lubricantes. *Dictamen Libre*, (19), 69–76. <https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.19.2903>

Jajja, M. S. S., Chatha, K. A., y Farooq, S. (2018). Impact of supply chain risk on agility performance: Mediating role of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, 205(August), 118–138. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.032>

Jiang, B., Li, J., y Shen, S. (2018). Supply Chain Risk Assessment and Control of Port Enterprises: Qingdao port as case study. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 34(3), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2018.09.003>

Mejía, G. (2007). Optimización del proceso logístico en una empresa de colombiana de alimentos congelados y refrigerados Logistics Optimization in a Colombian Frozen and. *Revista De Ingenieria*, 26.

Mercado Coronado, M., Maestre, P., Leal Narváez, E. A., y Leal Narváez, N. E. (2018). Un algoritmo de corte de nubes de puntos para el procesamiento y copia de objetos 3D/A slicing algorithm of points cloud for processing and copy of 3D objects. *Prospectiva*, 16(1), 60–66. <https://doi.org/10.15665/rp.v16i1.1423>

Millman, K. J., y Aivazis, M. (2011). Python for scientists and engineers. *Computing in Science and Engineering*, 13(2), 9–12. <https://doi.org/10.1109/MCSE.2011.36>

Oliphant, T. E. (2007). Python for Scientific Computing Python Overview. *Computing in Science and Engineering*, 10–20.

Ortiz de Díaz, M., Rodríguez Dasilva, R., y Coronado Rojas, O. (2014). Propuesta de un sistema de distribución para la cadena de suministro de la empresa pastor, C.A. *Espacios*, 35(6), 1–23.

Raybaut, P. (2017). Spyder - Documentation. *Spyder 2.3 Documentation*. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0388-0001\(94\)90016-7](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0388-0001(94)90016-7)

Sánchez Barraza, B. (2014). Implicancias Del Método De Costeo Abc. *Quipukamayoc*, 21(39), 65. <https://doi.org/10.15381/quipu.v21i39.6273>

Xu, M., Cui, Y., Hu, M., Xu, X., Zhang, Z., Liang, S., y Qu, S. (2019). Supply chain sustainability risk and assessment. *Journal of Cleaner Production*, 225, 857–867. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.307>

Zhao, Q. H., Wang, S. Y., Lai, K. K., y Xia, G. P. (2004). Model and algorithm of an inventory problem with the consideration of transportation cost. *Computers and Industrial Engineering*, 46(2), 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2003.12.019>

-
1. Ing. Industrial, Estudiante de la Maestría en Ingeniería Industrial. Universidad del Norte. Colombia.
 2. Ing. Industrial, Estudiante de la Especialización en Gerencia de Producción y Operaciones Logísticas. Universidad Autónoma del Caribe. Colombia.
 3. Semillero de investigación. Facultad de ingeniería. Universidad Autónoma del Caribe. Grupo de investigación IMTEF. Colombia.
 4. MSc en Ingeniería Mecánica. Estudiante de Doctorado en Dirección de Proyectos de la Universidad Benito Juárez G. Docente de la Universidad Autónoma del Caribe. Colombia.
 5. Ph.D en Ingeniería. Docente de la Universidad Autónoma del Caribe. Grupo de investigación GIIMA. Colombia.
 6. Ph.D en Ingeniería Mecánica. Docente de la Universidad Autónoma del Caribe. Grupo de investigación IMTEF. Colombia. wilmer.velilla@uac.edu.co
-



This work is under a Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International License