

## Diseño de una red de distribución mediante datos obtenidos de una interfaz de programación de aplicaciones

### Design of a Distribution Network Using Data Obtained from an Application Programming Interface

David Lozano Cruz <sup>a</sup>, Joaquín Alexis López Jiménez <sup>b</sup>, Daniella Cruz Avilés <sup>c</sup>, Rafael Granillo Macías <sup>d</sup>

---

#### Abstract:

This article studies the problem in the distribution of consumer products carried out by companies in the food sector. The lack of efficiency in the design of the distribution network, based on reliable information on limitations and transfer distances to customers, are the main factors that affect the planning of the supply chain. One example is a case of a distribution food products problem, that must be delivered through a government program of food safety in school breakfasts, whose target population are students enrolled in basic level schools in the southeast area of Hidalgo State. A design of a distribution network in two steps or levels is proposed that identifies the routes for the distribution of these products.

Using technological tools such as Google API for calculating transport distances, cluster techniques and software for data analysis, a distribution proposal is developed which is obtained through a model that is solved by a genetic algorithm applied to the Travelling Salesman Problem (TSP). The results of this proposal include an overview of the location of all customers, the actual distances between them, consumption and the possible routes that should be considered in the planning of this supply chain. This proposal is also useful for making decisions about other aspects such as: the correct supply of products, the selection of possible distribution centers, the design of logistics based on distribution costs and the distance traveled by the transports, generating as a result a significant economic savings in distribution that will be allow to plan a future expansion and coverage in other geographical areas.

#### Keywords:

API, distribution, TSP, cluster, genetic algorithm

---

#### Resumen:

En el presente artículo se analiza la problemática en la distribución de productos de consumo que realizan empresas del sector alimentario. La falta de eficiencia en el diseño de la red de distribución, con base en información confiable sobre ubicaciones y distancias de traslado hacia los clientes, son factores que afectan principalmente la planeación de la cadena de suministro. A través de un caso de estudio de un problema de distribución de productos alimenticios que deben ser entregados mediante un programa gubernamental de seguridad alimentaria, basado en desayunos escolares, cuya población objetivo son estudiantes matriculados en escuelas de nivel básico, en la zona sureste del estado de Hidalgo. Se propone el diseño de una red de distribución en dos escalones o niveles que identifica las rutas para el reparto de estos productos.

Utilizando de manera conjunta herramientas tecnológicas como Google API para el cálculo de distancias de traslado, técnicas cluster y software para el análisis de datos, se desarrolla una propuesta de distribución, la cual se obtiene mediante un modelo, resuelto a través de un algoritmo genético, aplicado al problema del agente viajero (TSP, por sus siglas en inglés). Los resultados de esta propuesta muestran un panorama general de la localización de todos los clientes, las distancias reales entre estos, los consumos y las posibles rutas que deben ser consideradas en la planeación de la cadena de suministro. Esta propuesta resulta útil también para tomar decisiones sobre otros aspectos como: el correcto abastecimiento de los productos, la selección de posibles centros de distribución, el diseño de la logística basado en los costos de distribución y la distancia recorrida de los transportes. Generando como resultado un notable ahorro económico en la distribución que permita planear una futura expansión y cobertura en otras áreas geográficas.

#### Palabras Clave:

API, distribución, TSP, cluster, algoritmo genético

---

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior Ciudad Sahagún, <https://orcid.org/0000-0001-8716-4507>, Email: davidlozano0506@hotmail.com

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior Ciudad Sahagún, Email: joaquinalexis.lopezjimenez97@gmail.com

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior Ciudad Sahagún, Email: danny44558@hotmail.com

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Escuela Superior Ciudad Sahagún, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: rafaelgm@uaeh.edu.mx

## Introducción

De acuerdo a una de las estrategias que implementan los gobiernos y las diferentes instancias y ONG's de apoyo y ayuda internacional ha sido el promover la alimentación de los niños en edad escolar a través de los denominados programas de alimentación en el ámbito de la escuela. 1,2

Para la distribución de productos alimentarios en México se han creado diferentes programas gubernamentales de abasto social y seguridad alimentaria enfocados principalmente en productos básicos y cuya población objetivo son sectores sociales vulnerables ubicados en diferentes regiones a lo largo del país.

El programa de desayunos escolares que opera el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), es un programa de alimentación escolar que consiste en la distribución de desayunos y que presenta diferentes ventajas desde el enfoque logístico, como el que la población objetivo se encuentra delimitada en un marco temporal y físico conocido en este caso la propia escuela.

El objetivo del programa de desayunos escolares es promover una alimentación correcta en población escolar mediante desayunos fríos, calientes o comidas, diseñados con criterios de calidad nutricional, y acompañados de acciones de orientación alimentaria y de desarrollo comunitario para contribuir a su crecimiento y desarrollo adecuados. El enfoque de este programa se basa en el supuesto de que los costos de operación se mantengan bajos, su operación debe ser simple por lo cual la organización y logística de entrega de alimentos debe ser muy eficiente. 3

En este estudio se propone para la distribución una red logística en dos escalones, que implican el desarrollo de procedimientos estratégicos y tácticos con el propósito de lograr la optimización de la red y que involucra la descomposición en cuatro procesos: ubicación de instalaciones, agrupamiento de clientes, partición de la región de distribución y el enrutamiento. 4

## Cadena de suministro, logística y aplicaciones

La cadena de suministro abarca la empresa y las actividades comerciales necesarias para diseñar, fabricar, entregar y utilizar un producto o servicio, lo que la empresa necesita para sobrevivir y prosperar depende de lo que proporcione su cadena de suministro. La logística es una parte fundamental de la cadena de suministro, se puede definir a la logística como el proceso de gestión estratégica de la adquisición, movimiento y almacenamiento de materiales, piezas e inventario terminado (y los flujos de información relacionados) a través de la organización y sus canales de comercialización de tal manera que la rentabilidad actual y futura se maximice a través del cumplimiento rentable de los pedidos. La distribución representa el almacenamiento y los flujos desde el punto de producto terminado hasta el cliente o usuario final. 4,5,6

Existen dos categorías amplias de riesgo que impresionan el diseño de la cadena de suministro, el primero es el que se origina de las dificultades en la coordinación de la oferta y la demanda, el segundo es el riesgo que se origina de una amenaza de interrupciones a las actividades normales, que incluye las cuestiones relacionadas a los desastres naturales, huelgas, trastornos económicos y actos terroristas. Por lo cual el objetivo de la logística es llevar los materiales correctos al lugar correcto, aunque en ocasiones pueden surgir distintos problemas; Uno de los más notables es la planificación de rutas.

El problema tradicional de enrutamiento de vehículos (VRP, por sus siglas en inglés) busca encontrar un conjunto de rutas que sirvan a una serie de clientes. Cada ruta puede ser realizada por un solo vehículo, que comienza y regresa a su propio depósito, y cumple todos los requisitos del cliente con costos de transporte globales minimizados. 7-9

El problema del agente viajero es un conocido e importante problema de optimización combinatoria. La meta es encontrar el recorrido más corto que realiza un vendedor al visitar cada ciudad en una lista determinada exactamente una vez y luego regresa a la ciudad de partida. Este es un problema que tiene espacios de búsqueda extremadamente grandes y es muy difícil de resolver. 10

Un problema más complejo es el denominado problema de del agente viajero en grupo (CTSP), el cual es una extensión del problema del agente viajero (TSP) donde el

conjunto de ciudades se divide en grupos, y el vendedor debe visitar las ciudades de cada grupo de manera consecutiva. El CTSP intenta calcular el tour hamiltoniano más corto que para realizar todo el recorrido. El objetivo es mejorar el tiempo computacional. 11,12

Para resolver el CTSP de tal manera que en la realidad se obtenga el menor error posible, se tiene que hacer un cálculo mucho más complejo debido a que se requiere tomar otras restricciones adicionales como; condiciones de tráfico, los tiempos de carga en cada ubicación, el tiempo máximo de viaje de cada vendedor, la distancia de cada vendedor, lo cual definiría al CTSP como un problema de vendedor ambulante múltiple y asimétrico con ventanas de tiempo (mTSPTW) y restricciones especiales adicionales.

Para ello se puede hacer uso de los algoritmos genéticos que son un método de optimización, lo que significa que se utilizan para encontrar la (s) solución (es) óptima (s) para un problema computacional dado que maximiza o minimiza una función particular. Los algoritmos genéticos representan una rama del campo de estudio llamado computación evolutiva, en el sentido de que imitan los procesos biológicos de reproducción y la selección natural para resolver las soluciones "más aptas". 8,13

La planificación inteligente de rutas se convierte en un servicio esencial en el desarrollo de ciudades, los sistemas de planificación de viajes existentes consideran los riesgos de tráfico actuales y Perfiles de velocidad históricos que se registran por trazados de posición personal y datos de la red de telefonía móvil. 14

Una herramienta que permite la obtención de estos datos es Google Maps, ya que es un servicio de mapas basado en la web de uso gratuito que combina mapas cartográficos convencionales con imágenes satelitales y fotografías aéreas de alta resolución, Los usuarios también pueden crear y compartir mapas personalizados. Además, los usuarios pueden dibujar líneas, formas y patrones directamente en el mapa, agregar direcciones, organizar y comparar hasta tres conjuntos de datos diferentes. 15

Para traducir el lenguaje y analizar los datos que se obtienen de aplicaciones como google Maps se requieren de una API (Application Programming Interface) que pueda hacerlo, como lo es JavaScript Object Notation (JSON) el cual un formato de texto que facilita la implementación de sistemas y aplicaciones que intercambian datos a través de la red por medio de varios paquetes que ayudan al usuario a generar, analizar y validar JSON que están disponibles a través de CRAN. 16

La logística emplea actualmente modelos basados en algoritmos genéticos debido a la complejidad que existe para diseñar rutas de distribución, estos modelos consideran que los vehículos capacitados tienen restricciones relacionadas con la capacidad del vehículo, la conformidad de la carga del vehículo (como ambulancias para víctimas, camiones para alimentos), confiabilidad del camino, seguridad y accesibilidad, disponibilidad de suministro / vehículo, capacidad de ubicación de depósito / refugio / recolección, tiempo de entrega límites de tiempo de respuesta, límites de presupuesto para el tamaño de la flota de vehículos y ventanas de tiempo de trabajo del vehículo.

Los objetivos indicados suelen ser el costo / tiempo de viaje, la estructura de la demanda, el tiempo de respuesta y el riesgo en la carretera. Entre estos, se deben diferenciar los objetivos igualitarios (que satisfacen a todos los beneficiarios por igual) y los objetivos utilitarios (minimizar sumas en lugar de los objetivos mínimos) 17

## Procedimiento

Como primer paso de este estudio se seleccionaron las escuelas de nivel básico ubicadas en la región sureste del estado de Hidalgo en México, en total se ubicaron geográficamente 188 escuelas mediante la herramienta de mapas de Google Fig. 1.

*Tabla 1 Número de escuelas ubicadas en los diferentes municipios y número de matrícula*

Municipio	No. de Escuelas	Matricula Estudiantil por Municipio
Almoloya	10	1136
Apan	28	5066
Cuautepec de Hinojosa	50	6793
Emiliano Zapata	7	1672
Singuilucan	24	1957
Tepeapulco	30	6071
Tlanalapa	6	839
Zempoala	33	5011
Total	188	28545

Posteriormente, mediante la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de mapas de google se calculó la distancia entre el conjunto de orígenes (i) y el conjunto de destinos (j), es decir, se obtuvo una matriz con distancias aproximadas de acuerdo a las condiciones de redes de comunicación e infraestructura disponible para el transporte entre las diferentes escuelas seleccionadas. La herramienta de google API permite obtener una estimación confiable para el cálculo de distancias de

traslado en comparación con el uso de distancias euclidianas e inclusive sobre algunos softwares basados en Sistemas de Información Geográfica (GIS) 18,19.

La herramienta de google API calcula la mejor ruta entre dos ubicaciones i, j a través de una búsqueda de protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP, por sus siglas en ingles). Para determinar las ubicaciones se utilizan como parámetros las coordenadas geografías en latitud y longitud, los cuales se ingresan mediante un localizador uniforme de recursos (URL, por sus siglas en ingles).

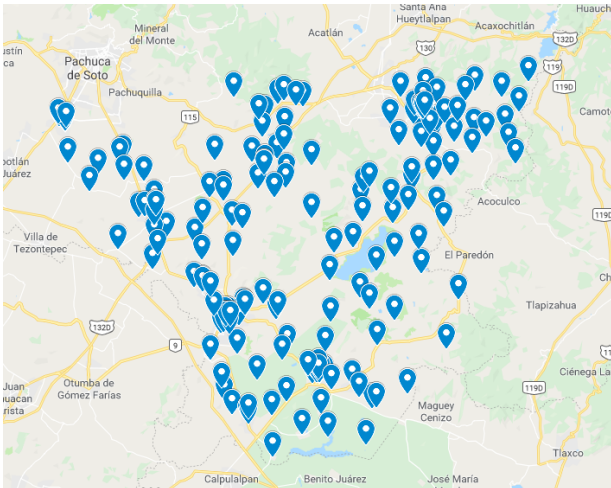


Fig. 1 Ubicación de escuelas

El procedimiento para la obtención de las distancias se realizó de la siguiente manera: (1) se obtuvieron los puntos geográficos en latitud y longitud para cada escuela, (2) se generó una base de datos con esta información, (3) utilizando la base de datos obtenida, se codifico la solicitud en API mediante HTTP, (4) se ejecuta la solicitud en el servidor Google Maps API, (5) los resultados obtenidos se entregan con salida JSON y (6) se realizó la recopilación de la matriz de distancia obtenida mediante una base de datos en Microsoft Excel. Este procedimiento se muestra en la Fig. 2. Como resultado de este procedimiento, se obtuvo una matriz de orígenes y destinos conformada por 35,344 combinaciones posibles que corresponde a distancias de rutas reales de acuerdo a la infraestructura carretera disponible.

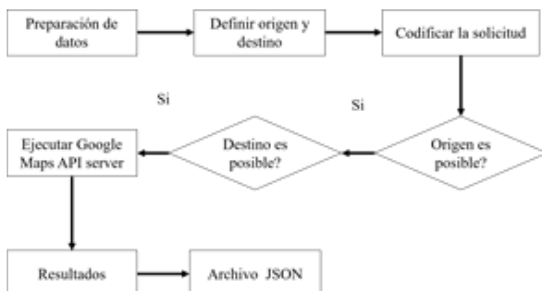


Fig. 2 Procedimiento para la obtención de distancias

Para diseñar una red logística se deben de tener en cuenta múltiples factores de los clientes que se pueden agrupar mediante clusters. Entre estos factores se incluyen la ubicación geográfica de los clientes, accesibilidad, condiciones de transporte entre otros. Debido a que los atributos de los clientes no pueden medirse en su mayoría de forma cuantitativa, los algoritmos de agrupamientos o métodos cluster son una alternativa que se puede implementar en el diseño. 20.

De esta forma, con el propósito de generar grupos de escuelas con variables "similares" que permitan optimizar las condiciones de la red de distribución, en este estudio se implementó una técnica clúster utilizando variables relacionadas con el nivel de matrícula escolar, la clasificación en zonas rurales o urbanas y código postal. Particularmente la elección de estas variables permite reconocer las características de las escuelas como son: el número de alumnos que atienden, su entorno en que se encuentra y su ubicación geográfica con relación a otras escuelas de su misma región. El código postal es utilizado por las empresas logísticas en los procesos de enrutamiento y distribución razón por la cual fue incluido dentro de nuestro estudio. 8,21.

El análisis cluster fue realizado utilizando el software SPSS obteniendo para este caso 8 agrupaciones clúster los cuales fueron calculados mediante el método de Ward. Las características de cada cluster con respecto a su media se muestran en la tabla 2.

Cluster	Tamaño de matrícula	Zona	Código postal
1	1.0000	1.0000	1.0000
2	2.4348	1.9130	1.4348
3	1.0000	2.0000	1.3810
4	1.0000	1.0000	2.0000
5	2.1667	1.7222	3.5000
6	1.0000	1.0000	3.0000
7	1.0000	2.0000	3.4211
8	1.0000	1.0000	4.0000
Total	1.2872	1.3936	2.5106

Tabla 1 Análisis clúster en software SPSS

Mediante la agrupación clúster se obtuvo el mapeo que se muestra en la Fig. 3, en total se agruparon en 21, 23, 21, 26, 18, 31, 19 y 29 escuelas para los clústeres del uno al ocho respectivamente.

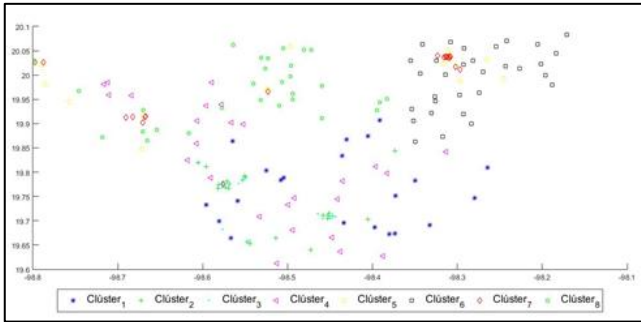


Fig. 3 Mapeo de agrupación de clústers

Posteriormente con la selección de los clústers y utilizando la matriz de distancias de Google API, se comenzó con el diseño de la red de distribución logística de productos en dos escalones, para lo cual se consideró un punto para la localización del inicio del abastecimiento el cual asume la condición de centro de distribución, es decir, es el punto donde los productos que se distribuyen llegaran para su organización, clasificación, empaque y posterior envío a las diferentes escuelas adyacentes.

La red de distribución logística en dos escalones o niveles se considera una estrategia efectiva para mitigar la congestión urbana, mejorar la movilidad, acortar el tiempo de entrega y reducir el impacto ambiental de la contaminación vehicular. 20

La ubicación del punto para el abastecimiento se encontró aplicando el modelo para la ubicación de instalaciones utilizando la ecuación euclidiana la cual se define en la Ecuación (1).

$$d_2^2(x, a^i) = (x_1 - a_1^i)^2 + (x_2 - a_2^i)^2 \quad \text{Ecuación (1)}$$

Para toda  $x = (x_1, x_2) \in R^2$  y toda  $a^i := (a_1^i, a_2^i)$ ,  $i = 1, \dots, m$ , por lo que el problema de localización es dado por la Ecuación (2).

$$\sum_{i=1}^m d_2^2(x, a^i) = \sum_{i=1}^m v_i \cdot ((x_1 - a_1^i)^2 + (x_2 - a_2^i)^2) \rightarrow \min_{x \in R^2} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde  $x$  son los puntos de las ubicaciones de las escuelas y  $a$  la ubicación óptima. La solución obtenida mediante el software de MATLAB se muestra gráficamente en la Fig. 4.

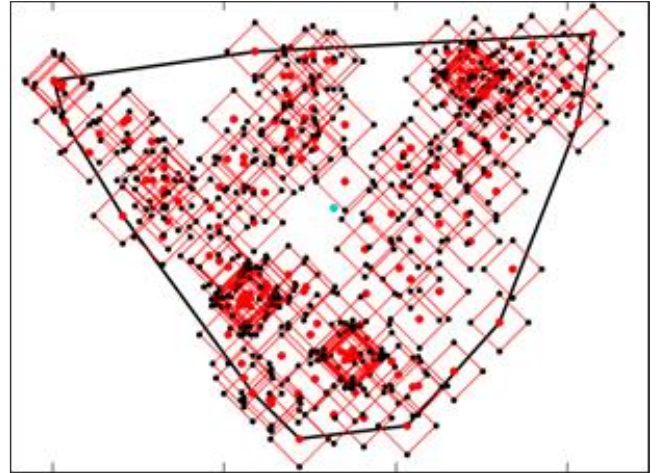


Fig. 4 Punto para la localización del inicio del abastecimiento

Una vez identificado el punto de inicio para la ubicación del centro de distribución, se realizó un segundo análisis para determinar la ubicación óptima en cada clúster seleccionado, es decir la red propuesta para la distribución se formaría de un punto central y otro punto para el abastecimiento dentro del cluster. De esta forma se ubicaron 8 puntos de inicio para la distribución con base en cada cluster (Fig. 5).

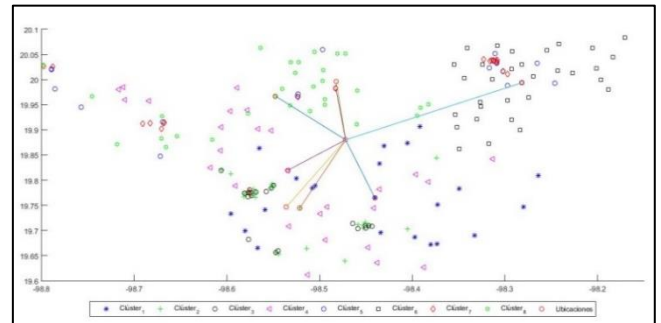


Fig. 5 Ubicación de puntos de inicio para la distribución con base en cada cluster

Por ejemplo, para el cluster 1 se utilizaron las ubicaciones de los 21 puntos que lo conforman para determinar mediante el método de ubicación de instalación, el punto de inicio que reduce la distancia con respecto a todos los otros puntos como se muestra en la Fig. 6.



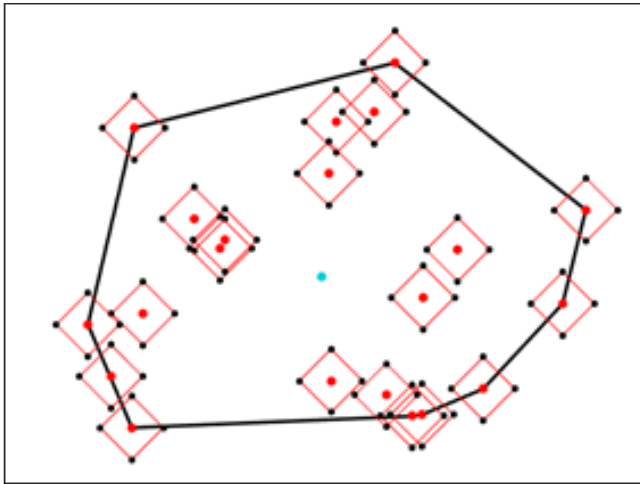


Fig. 6 Punto de inicio clúster 1

Finalmente, mediante un algoritmo genético (AG) y basado en el problema del agente viajero (TSP, por sus siglas en inglés) se encontró la ruta de distribución óptima para cada cluster que minimiza la distancia de traslado entre las diferentes escuelas que conforman tales agrupaciones.

El TSP utilizado se conforma por un conjunto finito de  $n$  escuelas y un conjunto de rutas de Google API que une cada una de las escuelas, donde el camino  $(i, j) \in R$ . Cada par de escuelas esta comunicado y las distancias  $d$  entre ellas se definen como  $d_{ij}$  que de acuerdo a los resultados obtenidos con la API en la mayoría de los cálculos, no necesariamente es igual a  $d_{ji}$ ; además se usa una variable binaria  $x_{ij}$  que indica si el modo de transporte utiliza el arco de la escuela  $i$  a la  $j$  en su recorrido solución. Para el modelado matemático, el punto de origen se considera el obtenido en la Ecuación (2).

La función objetivo queda expresada por la Ecuación (3)

$$\min \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad \text{Ecuación (3)}$$

El modelo incluye además las restricciones expresadas en la Ecuación (4) y Ecuación (5); con la restricción de la Ecuación (4) se garantiza que se llega a cada escuela exactamente una vez y la Ecuación (5) garantiza que se sale de cada escuela exactamente una vez.

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1 \dots n \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1 \dots n \quad \text{Ecuación (5)}$$

Debido a que el TSP se considera dentro de los problemas NP-Hard, en este caso se aplicó una heurística de AG para lograr una buena aproximación a la solución óptima en cada uno de los cluster seleccionados. El AG ejecuta una búsqueda simultánea en diferentes regiones del espacio factible, realiza una intensificación sobre algunas de ellas y explora otros subespacios a través de un

intercambio de información entre configuraciones. Los datos utilizados por este algoritmo fueron:

Tabla 2 Análisis algoritmo

Población inicial	100 cromosomas (aleatorio)
Número de genes por cromosoma	En función del tamaño de cluster (21, 23, 21, 26, 18, 31, 19 y 29)
Proceso de selección	Esquema de la ruleta
Tipo de crossover	Punto simple
Tasa de crossover	0.9
Tasa de mutación	0.04
Máximo número de generación	500
Criterio de parada	Máximo número de generaciones

A través de esta heurística se obtuvieron las rutas para cada uno de los cluster seleccionados. Por ejemplo, para el cluster 1, la mejor solución en tabla 4 gráficamente esta ruta que se muestra en la Fig. 7.

Tabla 4 Solución cluster 1

Clust	Ruta solución															
	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	5
er_1	1	1	2	8	1	0	7	2	3	9	4	6	5	3	6	5

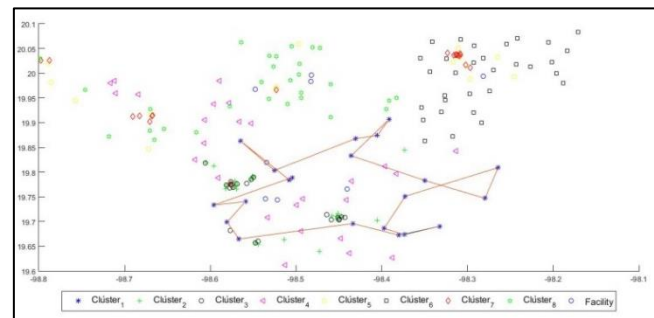


Fig. 7 Ruta para cluster 1

## Discusión y conclusiones

La presente investigación muestra una red de distribución logística en dos escalones, la cual propone una estrategia adecuada para mejorar la movilidad, acortar el tiempo de entrega y reducir el impacto ambiental de la contaminación vehicular, mediante un novedoso enfoque en el diseño de una red logística para la distribución de alimentos a las escuelas de nivel básico ubicadas en la región sureste del estado de Hidalgo México.

Se generó una ruta factible para satisfacer las necesidades de la red mediante la solución de un TCP modificado con restricciones específicas adicionales. La complejidad de la red llevó al uso de técnicas cluster que implicaron el uso de variables como ubicación geográfica, condiciones de transporte, accesibilidad, clasificación en zonas rurales o urbanas, el número de alumnos que se atienden, el entorno en que se encuentra, entre otros. Resuelto mediante un algoritmo genético que utiliza múltiples cromosomas para la solución.

Además, la metodología propuesta utilizó la herramienta de mapas de Google que permite tener ubicaciones y distancias reales, que reducen considerablemente el error en la implementación, mientras que la herramienta de google API permite obtener una estimación confiable para el cálculo de distancias de traslado.

La propuesta de los ocho clusters presentados permite también, tomar decisiones sobre otros aspectos como el correcto abastecimiento de los productos, la selección de posibles centros de distribución, el diseño de la logística basado en los costos de distribución y la distancia que recorrerán los transportes, lo que podrá dar como resultado un notable ahorro económico en la distribución, que permitirá planear a futuro una expansión y cobertura en otras áreas geográficas.

## Referencias

- [1] FAO, (2013). Alimentación escolar y las posibilidades de compra directa de la agricultura familiar. Estudio de Costa Rica. Brasil.
- [2] Cuevas, G. (1995). *El Programa de alimentación escolar urbano marginal de la República Dominicana*. Publicaciones de la Secretaría de Estado de Educación, Bellas Artes y Cultos y del Sector Educación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Plan Decenal de Educación en Acción, Secretaría de Estado de Educación, Bellas Artes y Cultos. Santo Domingo, República Dominicana
- [3] DIF (2018) <http://sitios.dif.gob.mx/dgadc/direccion-de-alimentacion/estrategia-integral-de-asistencia-social-alimentaria/> consultado el 19/05/2019
- [4] Hugos, M. (2018). *ESSENTIALS of Supply Chain Management*. New Jersey: Jhon Wiley & Sons, Inc.
- [5] Christopher, M. (2016). *Logistics & Supply Chain Management*. Great Britain: Pearson.
- [6] Alan Rushton, P. C. (2014). *THE HANBOOK OF LOGISTICS & DISTRIBUTION MANAGEMENT*. Great Britain and United Estates: Kogan Page.
- [7] S.M. Hatefi, F. J. (2013). Robust and reliable forward-reverse logistics network desing under demand uncertainty and facility disruptions Elsevier Inc, 2-13.
- [8] Andrés Királyrn , J. A. (2014). Redesign of the supply of mobile mechanics based on a novel genetic optimization algorithm using Google Maps API. Elsevier, 122-129
- [9] Yong Wang, X. M. (2017). Profit Distribution in Collaborative Multiple Centers Vehicle Routing Problem. Journal of Cleaner Production, 2-15.
- [10] JiquanWang, O. K. (2016). Multi-offspring genetic algorithm and its application to the traveling salesman problem. *ELSEVIER*, 2-8
- [11] Helsgaun, K. (2014). Solving the clustered Traveling Salesman Problem Using the Lin-Kernighan-Helsgaun Algorithm. Roskilde University, 2-12.
- [12] Ashour, A. F.-S. (2015). OPTIMIZATION OF TRAVELING SALESMAN PROBLEM . DE GRUYTER OPEN, 240-244.
- [13] Carr, J. (2014) . An Introduction to Genetic Algorithms. 1-14
- [14] Thomas Liebig, N. P. (2016). Dynamic route planning with real-time traffic. *Information Systems*, 2-12.
- [15] Vandeviver, C. (2014). Applying Google Maps and Googles Street View in. Springer, 2-6.
- [16] Ooms, J. (2014). The jsonlite Package: A Practical and Consistent Mapping. *UCLA*, 1-14.
- [17] Linet Ozdamar, M. A. (2014). Models, Solutions and Enabling Technologies in Humanitarian Logistics. *European Journal of Operational Research*, 4-10.
- [18] Granillo-Macías, R., Olivares-Benítez, E., Martínez-Flores, J y Caballero-Morales, S. (2018). Analysis of logistics cost in contract agriculture: the case of barley supply chain in Hidalgo, Mexico. *Custos e agronegocio on line*. 164-183.
- [19] Fahui, W. and Yanqing, X. (2011). Estimating O-D travel time matrix by Google Maps API. implementation, advantages, and implications. *Ann. GIS*. 17(1):199-209.
- [20] Wang, Y., Ma, X, Lao, Y and Wang, Y. (2013). A fuzzy-based customer clustering approach with hierarchical structure for logistics network optimization. *Expert Systems with Applications*.
- [21] Anily, S., Bramel, J., & Hertz, A., v. (1999). A 5/3-approximation algorithm for the clustered traveling salesman tour and path problems, *Operations Research Letters*, 24, 29-35.