

## Método del ahorro para la asignación de rutas de una Pyme de la zona sur del Estado de Guanajuato

Mariana Martínez López 1, Viviana Guadalupe Vargas Sánchez 2, Yareli Mireles Moreno 3, Dr. Roberto Baeza Serrato 4

Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, CIS, Universidad de Guanajuato, Yuriria, Guanajuato, C.P. 38940, México.

### Resumen

El objetivo de esta investigación es la aplicación del método del ahorro, para la obtención de rutas óptimas de distribución de una pyme, dedicada a la venta al por menor de bienes de consumo, localizada en el municipio de Yuriria Guanajuato. El método del ahorro consiste en cuatro etapas: determinar la demanda de los clientes, localización geográfica de los clientes, construcción de una matriz de costos utilizando la fórmula de la distancia euclidiana, construcción de matriz de ahorro e identificación de rutas factibles basado en los ahorros y la capacidad del transporte, garantizando la disminución de gastos de reparto. El método se resolvió a través de una hoja de cálculo en Excel, obteniendo como resultado lo siguiente, la ruta número 1 está compuesta por los clientes 3 y 5, la capacidad de esta ruta es de 820 kilogramos, la ruta número 2 está compuesta por los clientes 1, 4 y 7, la capacidad de esta ruta tiene un valor de 981 kilogramos y por último la ruta número 3 está compuesta por los clientes 2 y 6, cuya capacidad es de 810 kilogramos.

Palabras clave: Método del ahorro, Pyme, Rutas, Distribución.

### Introducción

Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) son empresas con características propias y sus dimensiones son establecidas por el país en que radica [1], tienen una relevancia económica considerable para los países. Contribuyen en México con un porcentaje significativo del PIB (37.5%) y con un índice alto de empleos (6 de cada 10) [2]. Las pequeñas y medianas empresas (Pyme) son relevantes porque tienen la función de fortalecer el tejido empresarial, absorben empleo, y dinamizan el mercado interno [3]. Hoy en día es común que los clientes se enfoquen más en la rapidez y eficiencia de la entrega de productos, en este caso el de transporte es un elemento crucial para lograr la satisfacción del cliente, sin embargo, la rapidez de entrega de un producto representa un aumento en el costo de distribución de la empresa por lo que la misma debe de optar por utilizar estrategias operacionales. El método del ahorro permite identificar la asignación de rutas más conveniente para la empresa. El Problema de Ruteo de Vehículos (VRP) en su forma más simple busca resolver la problemática de la distribución de productos y/o servicios, diseñando rutas que atienden la demanda de los clientes dispersos geográficamente desde un depósito utilizando una flota homogénea de vehículos [4] el problema de distribución desde depósitos a usuarios o consumidores juega un papel preponderante en la gestión de algunos sistemas de transporte y su adecuada planificación [5] su objetivo es minimizar el costo de las rutas, cada vehículo sirve una única ruta durante el periodo de planificación, teniendo esta que iniciar y terminar en un depósito central, para servir un conjunto de clientes con demandas conocidas [6]. La reducción de costos de transporte es de suma importancia y relevancia para todas aquellas empresas que brinden este tipo de servicio ya sea que tenga que ver de manera directa como son las empresas de transporte o de manera indirecta como los supermercados, es así como una Pyme dedicada a la venta al por menor de bienes de consumo desea conocer la forma de poder encontrar las rutas idóneas que le permitan entregar sus productos de una manera eficaz y a un bajo costo. La forma para poder resolver esta interrogante es a través del método del ahorro el cual nos brindará un modelo para dicho problema.

### Metodología

Para llevar a cabo este caso de estudio la metodología planteada se puede observar en la figura 1. La cual consiste en definir el caso de estudio, revisión del marco teórico, así como una revisión al estado del arte, posteriormente se hace el planteamiento del problema, se le da solución al problema, por último, se analizan los resultados y se da una conclusión al caso de estudio.

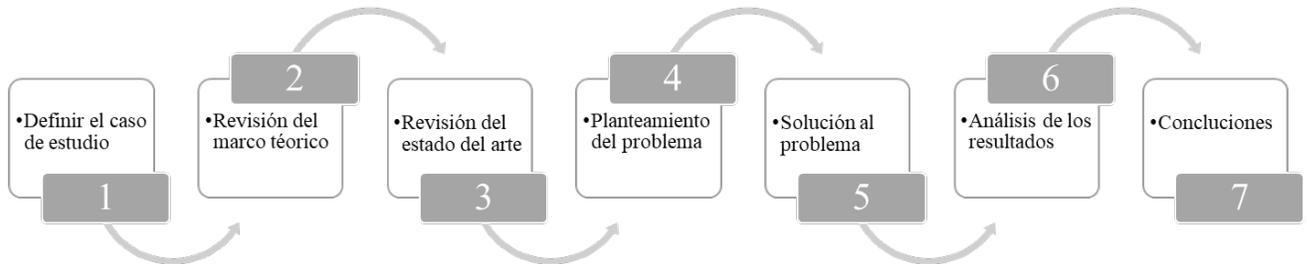


Figura 1. Metodología utilizada.  
Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

Una pyme ubicada en el municipio de Yuriria se dedica a la venta al por menor de bienes, esta se encarga de ofrecerle a sus clientes los mejores productos y en ocasiones en pedidos mayores le ofrece el servicio a domicilio. A continuación, se realizó una tabla, la cual tiene como objetivo el sintetizar la información para identificar de manera más clara, la ubicación correspondiente de la empresa y de sus principales clientes, así como la demanda de cada uno de sus clientes en kilogramos y por último la capacidad de carga de los vehículos.

	0	1	2	3	4	5	6	7	
	Bodega	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	
Y	20.209705	20.217266	20.210591	20.140577	20.202663	20.043057	20.210387	20.200526	
X	101.137497	101.140493	-101.137824	-101.182996	-101.042841	-100.717335	-101.132466	-101.045998	Total
DEM por kg	0	181	290	320	550	500	520	250	2611
Cap. Camioneta por kg	1000								
Cant. de camionetas	3								

Tabla 1. Clientes y coordenadas de estos.  
Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la matriz costos:

Para llevar a cabo esta matriz, se utiliza la fórmula denominada "distancia euclidiana" a través de ella podemos obtener la distancia que existe entre dos puntos, una vez realizada la matriz de costos podemos conocer e identificar los costos

derivados de la combinación de los diferentes clientes para la creación de las rutas óptimas de distribución.

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	0.00813294	0.000944418	0.082757715	0.094917586	0.452004051	0.005077015	0.091958257
1	0.008132941	0	0.007188824	0.087679574	0.098737838	0.457614979	0.010571347	0.09596631
2	0.000944418	0.00718882	0	0.083321485	0.095313291	0.452635218	0.005361882	0.092375963
3	0.082757715	0.08767957	0.083321485	0	0.153290885	0.475762879	0.086178402	0.149540411
4	0.094917586	0.098737838	0.095313291	0.153290885	0	0.362530318	0.089957217	0.003812272
5	0.452004051	0.457614979	0.452635218	0.475762879	0.362530318	0	0.447585831	0.364439094
6	0.005077015	0.010571347	0.005361882	0.086178402	0.089957217	0.447585831	0	0.087028469
7	0.091958257	0.09596631	0.092375963	0.149540411	0.003812272	0.364439094	0.087028469	0

Tabla 2. Matriz de costos.  
Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la matriz del ahorro:

Para el desarrollo de esta matriz se debe aplicar la siguiente fórmula para cada uno de los datos:

$$S_{ij} = C_{oi} + C_{oj} - C_{ij}$$

Donde

$C_{oi}$ = Cliente 1.

$C_{oj}$ = Cliente 2.

$C_{ij}$ = Costo de ir de un cliente a otro.

A través de esta matriz podemos obtener el valor que se está ahorrando en cada una de las diferentes combinaciones de los diferentes clientes para la creación de las rutas óptimas de distribución.

0	1	2	3	4	5	6	7
		0.001888536	0.003211082	0.004312689	0.00252201	0.00263861	0.004124889
			0.000380648	0.000548712	0.00031325	0.000659551	0.000526712
				0.024384416	0.05899889	0.001656328	0.025175561
					0.18439132	0.010037385	0.183063571
						0.009495235	0.179523214
							0.010006804

Tabla 3. Matriz del ahorro.  
Fuente: Elaboración propia.

Identificación de las rutas:

Esta tabla nos permite identificar las rutas óptimas para este negocio, a través de ella se realizan diferentes combinaciones derivadas de la matriz del ahorro, en donde podemos identificar ordenados los datos de manera descendente las cantidades de mayor a menor ahorro, además en ella se analiza la demanda de cada cliente con respecto a la capacidad de carga del vehículo de transporte, se analiza si existe una posible combinación con otro u otros clientes y por último se da el visto bueno en caso de que cumpla las especificaciones correspondientes para obtener las rutas idóneas.

Ahorro	Ruta Posible	Ruta1	Ruta2	Conexión	DEM 1	DEM 2	DEM C	DEM1+2	DEM 1+2+C	CAP	Red posible	Restricción
0.184391319	4y5	4	5		550	500		1050	1050	1000	0,4y5	NO
0.183063571	4y7	4	7		550	250		800	800	1000	0,4y7	
0.179523214	5y7	5	7	4	500	250	550	750	1300	1000	0,5,7y4	NO
0.058998887	3y5	3	5		320	500		820	820	1000	0,3y5	SI
0.025175561	3y7	3	7	5	320	250	500	570	1070	1000	0,3,7y5	NO
0.024384416	3y4	3	4	7	320	550	250	870	1120	1000	0,3,4y7	NO
0.010037385	4y6	4	6	7	550	520	250	1070	1320	1000	0,6,7y4	NO
0.010006804	6y7	6	7	4	520	250	550	770	1320	1000	0,6,7y4	NO
0.009495235	5y6	5	6	3	500	520	320	1020	1340	1000	0,5,6y3	NO
0.004312689	1y4	1	4	7	181	550	250	731	981	1000	0,1,4y7	SI
0.004124889	1y7	1	7	4	181	250	550	431	981	1000	0,1,7y4	
0.003211082	1y3	1	3	5	181	320	500	501	1001	1000	0,1,5y3	NO
0.00263861	1y6	1	6	7y4	181	520	800	701	1501	1000	0,1,6,7y4	NO
0.002522014	1y5	1	5	7y4	181	500	800	681	1481	1000	0,1,5,7y4	NO
0.001888536	1y2	1	2	7y4	181	290	800	471	1271	1000	0,1,2,7y4	NO
0.001656328	3y6	3	6	5	320	520	500	840	1340	1000	0,3,6y5	NO
0.000659551	2y6	2	6		290	520		810	810	1000	0,2y6	SI
0.000548712	2y4	2	4	6	290	550	520	840	1360	1000	0,2,4y6	NO
0.000526712	2y7	2	7	6	290	250	520	540	1060	1000	0,2,7y6	NO
0.000380648	2y3	2	3	6	290	320	520	610	1130	1000	0,2,3y6	NO
0.000313251	2y5	2	5	6	290	500	520	790	1310	1000	0,2,5y6	NO

Tabla 4. Identificación de las rutas  
Fuente: Elaboración propia.

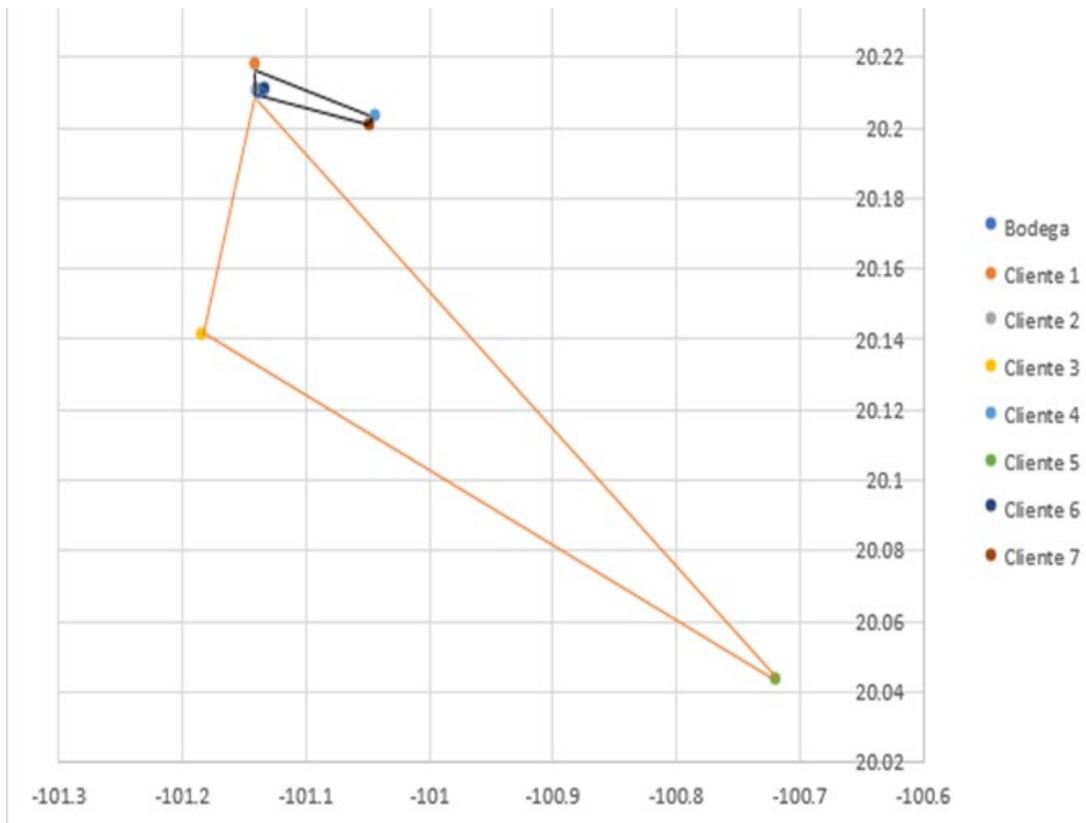
Los resultados obtenidos por medio del método del ahorro arrojan que existen 3 rutas óptimas para la pyme, estas rutas garantizan la entrega de los productos a sus correspondientes clientes, los resultados fueron los siguientes:

	RUTAS	DISTANCIAS
1	0, 3 y 5	0.058998887
2	0, 1, 4 y 7	0.18718846
3	0, 2 y 6	0.000659551

Tabla 5. Rutas óptimas  
Fuente: Elaboración propia.

Para la primera ruta conveniente, se tiene que partir del del establecimiento y continuar con los clientes 3 y 5, la capacidad de esta ruta es de 820 correspondiente a un 82% de la capacidad de carga del vehículo, la segunda ruta conveniente parte del establecimiento y se dirige posteriormente con los clientes 1, 4 y 7, en esta ruta la capacidad es 981 kilogramos es decir esta capacidad cubre un 98.1% de la capacidad de carga del vehículo, en la tercera ruta se parte de la bodega y se dirige con el cliente 2 y posteriormente con el cliente 6, la capacidad de esta ruta es de 810 kilogramos correspondiente a un 81% de la capacidad del vehículo.

Geolocalización y proyección de las rutas:



Gráfica 1. Distribución de rutas, coordenadas en un Eje bidimensional

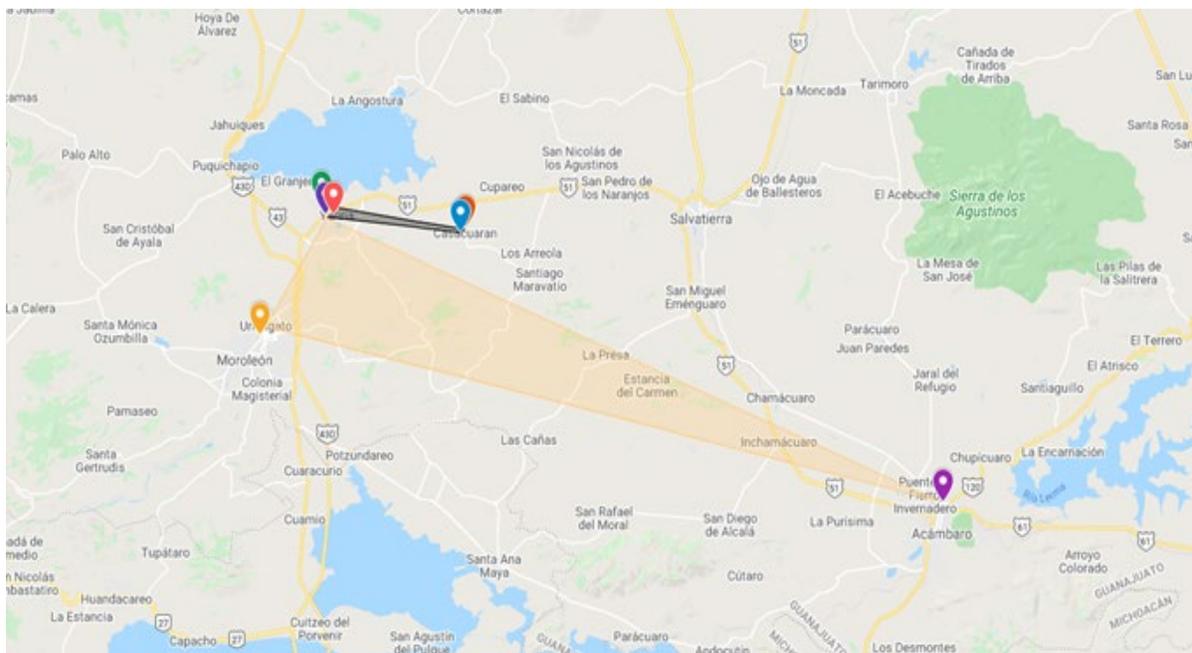


Figura 2. Geolocalización de las rutas óptimas en Google Maps

## Conclusión

El hecho de contar con rutas óptimas beneficia a las empresas de tal manera que se ve reflejado en sus utilidades, recordando que lo que más desean las empresas es gastar lo menos posible y obtener los mejores resultados.

A través del método del ahorro se logró identificar las rutas adecuadas para el super los güeros, ya que a través de esta herramienta se busca conseguir el máximo ahorro sin dejar a un lado la necesidad de los clientes de obtener sus productos de una manera rápida y segura. Se resalta el hecho de que toda empresa debe de saber utilizar y desarrollar este tipo de herramientas por el simple hecho de que las decisiones que se tomen con base a estos resultados son más precisas y claras ya que están más sustentadas y validadas.

Actualmente esta empresa no contaba con rutas óptimas, es preciso destacar que los dueños y trabajadores de este negocio no conocían de la existencia de este método por lo que nunca se habían enfrentado a este tipo de información. En conclusión, se menciona y destaca el hecho de que el diseño y desarrollo de rutas permite llevar una gestión más eficiente del negocio, permitiéndoles planificar, coordinar y controlar actividades y recursos, ya que la distribución es un punto clave del éxito que una empresa pueda obtener.

## Referencias

- [1] Pérez, R., & Beltrán, R. (2020). SITUACIÓN ACTUAL DE LAS MIPYMES Y SU ADAPTACIÓN DURANTE LA PANDEMIA. *Ava Cient*, Año 5, Núm. 2, Vol. XI, Julio-Diciembre 2020 pp. 81-88.
- [2] Salinas, M., Badillo, I., & Tejeida, R. (2018). Determinantes sistémicos de viabilidad en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en México. *Científica*, vol. 22, núm. 2, 2018, Julio-Diciembre, pp. 147-156.
- [3] Tregear, M. (2021). Limitantes endógenas al financiamiento bancario de las Pyme mexicanas y el despliegue de políticas públicas (2000-2015). *Análisis Económico*, vol.35, no.90.
- [4] Salaberry, J. (2019). UN MÉTODO DE RESOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS CON MÚLTIPLES DEPÓSITOS. Facultad de Ingeniería – Universidad de la República Montevideo, Uruguay.

[5] Acero, M. (2018). DISEÑO DE UN MODELO DE ASIGNACIÓN Y BALANCEO DE RUTAS PARA PROCESOS DE RECUPERACIÓN DE CARTERA VENCIDA. Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.

[6] Marín, L., & Meléndez, S. (2017). UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LE ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA CON VRPTW MEDIANTE UN ALGORITMO DE OPTIMIZACIÓN POR ENJAMBRE DE PARTÍCULAS EVOLUTIVO. Universidad Industrial de Santander.