



## Caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas

José de Jesús Ledesma Guerrero  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
is15110115@es.itesi.edu.mx  
Daniel Armando Aguirre Ibarra  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
armando.aguirre@itesi.edu.mx

### Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad el iniciar la caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas en los hospitales públicos ubicados en el Estado de Guanajuato. Se realizó una investigación documental para identificar los elementos de una cadena de suministro en el ramo de salud, así como los riesgos de esta misma. Además, se realizó el registro de los Centros de Atención Integral en Servicio Esenciales de la Salud (CAISES). Como resultado se obtuvo los primeros datos de la matriz de distancias entre los CAISES, esto es de importancia para los trabajos de ruteo vehicular (VRP) y para encontrar la ruta óptima en el proceso de distribución por medio del modelo del agente viajero (TSP).



## Introducción

El problema de asignación de rutas (VRP) hace referencia a aquellos problemas en donde existe un conjunto de rutas para una serie de vehículos que tiene como origen uno o varios depósitos que presentan una ubicación geográfica y deben cumplir con atender un número de clientes o ciudades. [2].

Algunos investigadores han calificado, medido y pronosticado los riesgos en un nivel general, lo cual implica considerar varios tipos de riesgos en el proceso logístico y no solamente un específico riesgo. [4]. Por otra parte, los riesgos se incrementan cuando los participantes aumentan en la cadena de suministro de las vacunas y esta es de mayor dimensión. [3].

En la tabla no. 1 se describen los problemas clave de la Cadena de Suministro de Medicamentos y Vacunas. [7].

**Tabla 1.** Problemas clave y riesgos de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas.

Dimensión Evaluada.	Características de la red [9].	Incertidumbre [6].	Medidas de Rendimiento [8].
Problemas clave de la cadena de suministro de las vacunas.	1.- Procesos a la par del producto. 2.-Regulación de requisitos para la ubicación de las instalaciones. 3.- Regulación de los requisitos para capacidad de producción planeada 4.- Vida útil limitada. 5.-Distribución de la Cadena de Frio.	1.- Enfermedades y epidemias 2.- Licitaciones. 3.-Tiempo de entrega variado. 4.- Alteración de las instalaciones. 5.-Alteración del transporte.	1.-Reacción. 2.- Disponibilidad de las vacunas. 3.-Equidad.



Ampliando la información sobre problemáticas clave que limitan el desempeño de la cadena de frío [1] se tiene que es:

- 1.-Capacidad insuficiente de la cadena de frío.
- 2.-Carencia de la última tecnología o equipo óptimo.
- 3.-Monitoreo inadecuado de la temperatura y mantenimiento de los sistemas.

Sumado a estos puntos el autor García et all [5], menciona que dentro del problema de incertidumbre de la cadena de suministro implica el tener un solo proveedor.

Además, también los autores Maxiell y Gareya [8] detallan cinco métricas importantes a considerar dentro de la cadena de suministro: fiabilidad, responsabilidad, flexibilidad, y el recurso de valor. Igualmente es importante tener indicadores que evalúen el desempeño de los proveedores y no solo tener un solo proveedor [4].

A partir del 2011 los Organismos Internacionales que regulan el comercio fortalecieron los conceptos de security y safety para disminuir el riesgo de interrupción de la cadena de suministro. Estas empresas crearon sistemas de gestión centrados en la seguridad y el aseguramiento de las actividades logísticas de la cadena de suministro. [10] Conocidos como sistemas de gestión ISO (9000 y 28000) buscan fortalecer los procesos estratégicos logrando garantizar la satisfacción del consumidor en términos de cantidad, calidad, tiempo y costos. [10].



## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Iniciar la caracterización de la cadena de suministro de las vacunas por medio de la geolocalización de los Centros de Atención Integral de Servicios Esenciales de la Salud existentes en Guanajuato, e investigación bibliográfica de los riesgos existentes dentro de la Cadena de Suministro de Medicamentos y Vacunas.

### **Objetivos específicos.**

- 1.-Obtener las coordenadas geográficas para cada uno de los Centros de Atención Integral de Servicios Esenciales de la Salud del estado de Guanajuato.
- 2.-Investigar en bases de datos de artículos científicos los riesgos existentes en la Cadena de Suministro de Medicamentos y Vacunas.
- 3.-Obtener los primeros datos de la matriz de distancias de los Centros de Atención Integral de Servicios Esenciales de la Salud del estado de Guanajuato.

### **Justificación**

La principal justificación de este proyecto tiene su fundamento en reducir el tiempo y la distancia de transporte para el traslado de las vacunas y medicamentos para el estado de Guanajuato, teniendo varios beneficios entre ellos se lograría mantener en condiciones adecuadas el proceso de la Cadena de Frio, reducir los costes de traslado y lograr el objetivo estratégico de las campañas de vacunación.

### **Metodología**

La información sobre las características y riesgos en la cadena de suministro de medicamentos y vacunas se obtuvo de bases de datos como Elsevier y Emerald Insight



Las coordenadas geográficas fueron obtenidas usando el servicio de Google Maps y a partir de una base de datos de Secretaría de Salud. El cálculo de las distancias fue por medio de la fórmula distancias euclidianas y mediante el uso del software Matlab.

## Resultados.

En las tablas 2 y 3 se muestran fragmentos de los resultados de las distancias registradas en kilómetros entre los CAISES y las coordenadas geográficas respectivamente.

**Tabla 2.** Distancias.

0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	156	171	132	114	108	100	98.7	93.4	92.4	84	140	88.6
1	156	0	3.1	119	64.4	55.9	86.7	92.8	72.9	65.4	70	166	194
2	171	3.1	0	128	66.4	64.7	95.5	94.8	81.7	74.3	67.1	175	177
3	132	119	128	0	68.6	72.9	39.3	46.7	50.4	49.4	65.6	48	77.2
4	114	64.4	66.4	68.6	0	38.3	34.1	23.8	31.4	30.2	48	113	125
5	108	55.9	64.7	72.9	24.3	0	38.3	29.3	24.4	18	32	118	120
6	100	86.7	95.5	39.3	34.1	38.3	0	8	16.6	15.6	31.8	84.8	111
7	98.7	92.8	94.8	46.7	23.8	29.3	8	0	7.5	12.3	29.6	92.5	110
8	93.4	72.9	81.7	50.4	25.8	24.4	16.6	7.5	0	7.1	26	95.8	104
9	92.4	65.4	74.3	49.4	30.2	18	15.6	12.3	7.1	0	17.7	94.9	105
10	84	70	67.1	65.6	43.1	32	31.8	29.6	26	17.7	0	104	93.6
11	140	166	175	48	113	118	84.8	92.5	95.8	94.9	104	0	55

**Tabla 3.** Coordenadas.

No.	Municipio.	Unidad.	Coordenadas.
3	San Miguel Allende.	CAISES San Miguel de Allende.	20.894321, - 100.752626
4	Apaseo el Alto.	CAISES Apaseo El Alto.	20.462119, - 100.620716
5	Celaya.	CAISES Rincón De Tamayo.	20.420963, - 100.759114
6		CAISES San Juan De La Vega.	20.626895, - 100.760316
7		CAISES San Miguel Octopan.	20.573847, - 100.746544
8		CAISES Col. Emiliano Zapata.	20.551572, - 100.782798
9		CAISES Celaya.	20.529349, - 100.825587
10	Cortázar.	CAISES Cortázar.	20.488789, - 100.964436



El resultado obtenido es la ubicación de las coordenadas de los Centros de Atención Integral en Servicio Esenciales de la Salud (CAISES) y el inicio de la matriz de distancias, es importante para dar comienzo a futuros trabajos de caracterización de la cadena de suministro de medicamentos y vacunas como también para analizar los riesgos potenciales en la distribución. Ahora se trabajará con la evaluación de la localización de los centros de distribución por medio de contrastar la información real contra un modelo de minimización de distancias.

### **Conclusiones.**

Si bien, en el presente trabajo solo se logró obtener los resultados de la primera etapa, aún falta terminar la caracterización. El reto es obtener la información sobre la recepción de los insumos, aunque es información pública no está disponible de una manera accesible, se debe solicitar por medio de los portales de transparencia dentro de una siguiente etapa.



## Referencias

- [1] Ashok A., Brison M. y LeTallec Y. (2016). Improving cold chain systems: Challenges and solutions. *Vaccine*, 35, 2218-2219 Doi: 10.1016/j.vaccine.2016.08.045. [Consultado en Julio 2019].
- [2] Bermeo Muñoz E. A. y Calderón Sotero J. H. (2009). Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. *Redalyc*, 32, 53-54. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47811604005>. [Consultado en Julio 2019].
- [3] Evelot Duijzer, W. Van Jaarsveld y Rommert Dekker. (2008). The vaccine Supply Chain. *European Journal of Operational Research*, 268, 185-188. Doi: 10.1016/j.ejor.2018.01.015. [Consultado en Julio 2019].
- [4] García J. L., Alvarado A. y Maldonado Macías A. A. (2011) Selección de proveedores basada en análisis dimensional. *Contaduría y administración* 58(3), 251-252. Doi:10.1016/S0186-1042(13)71229-4. [Consultado en Julio 2019].
- [5] Huang M., Jun T., Chao X. y Delong J., (2009). Quality Risk in Logistics Outsourcing: A Fourth Party Logistics Perspective, *European Journal of Operational Research*, 276, 858. Doi: 10.1016/j.ejor.2019.01.049. [Consultado en Julio 2019].
- [6] Klibi, W., Martel, A. y Guitouni, A., (2010). The design of robust value-creating supply chain networks: a critical review. *European Journal of Operational Research*, 203, 283–293, Doi: 10.1016/j.ejor.2009.06.011. [Consultado en Julio 2019].
- [7] Lemmens S., Decouttere C., Vandaele N. y Bernuzzi M. (2016) A review of integrated supply chain network design models: Key issues for vaccine supply chains. *Chemical Engineering Research and Design.*, 109, 367-369 Doi: 10.1016/j.cherd.2016.02.015. [Consultado en Julio 2019].
- [8] Meixell, M.J. y Gargeya, V. B. (2005) Global supply chain design: a literature review and critique. *Transport Research E. Logistics Transportation Review*, 41, 531–550, Doi: 10.1016/j.tre.2005.06.003. [Consultado en Julio 2019].
- [9] Schmidt, G. y Wilhelm, W.E., (2000). Strategic, tactical and operational decisions in multi-national logistics networks: a review and discussion of modelling issues. *International Journal of Production Research*, 38, 1501–1523. Doi: 10.1080/002075400188690. [Consultado en Julio 2019].
- [10] Rojas Amaya J. S. Elementos para la integración de sistemas de gestión y su importancia en la cadena de productiva del transporte de carga terrestre en Colombia. *Suma de negocios*. 5(12) 136-137. Doi: 10.1016/j.neucir.2013.12.001. [Consultado en Julio 2019]