



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados,
Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Maestría en Logística y Dirección de la
Cadena de Suministro

Título de la tesina

“Ubicación y operación de un centro de distribución de una empresa de
proyectos para la Industria Automotriz”

Tesina que para obtener el Grado de Maestra en
Logística y Dirección de la Cadena de Suministro

Presenta

Daniela Rebeca Rosado Hidalgo

Puebla, México.

Marzo 2017



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados,
Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Maestría en Logística y Dirección de la
Cadena de Suministro

Se aprueba la Tesina:

“Ubicación y operación de un centro de distribución de una empresa de
proyectos para la Industria Automotriz”

Comité de evaluación

Dr. Fernando Orue Carrasco
Director de Tesis

Dr. José Luis Martínez Flores
Asesor

Dra. Patricia Cano Olivos
Asesora

Puebla, México.

03 de Marzo de 2017

EISENMANN

Eisenmann, S.A. de C.V.
Tel.: +52 222 2311712
Fax: +52 222 2498835
info.mexico@eisenmann.com
www.eisenmann.com

Dirección
Ave. 15 de Mayo 2933, Las Hadas
72070 Puebla, Pue.
México

Reg. Federal de Contribuyentes
EIS9604016J3

Eisenmann, S.A. de C.V. • Ave. 15 de Mayo 2933, Las Hadas • 72070 Puebla, Pue. • MX

Puebla, Puebla a 11 de Febrero 2016.

Dr. José Luis Martínez Flores
Coordinador del Posgrado de Logística
UPAEP

Por este medio hacemos constar que la licenciada Daniela Rebeca Rosado Hidalgo quien colabora en nuestra organización con número de empleado 200456 nos ha dado conocer su interés por desarrollar su trabajo de titulación denominado tentativamente "Ubicación y operación de un centro de distribución de una empresa de la Industria Automotriz" título que podrá modificar durante el desarrollo del trabajo, según sea requerido. La finalidad del proyecto es aportar los conocimientos adquiridos en la mejora de procesos y temas logísticos así como obtener el grado de Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro en el Programa de Posgrado que usted coordina en la UPAEP.

Es de nuestro agrado hacerle saber que se le ha dado la autorización a Daniela Rebeca Rosado Hidalgo, para llevar a cabo este proyecto en nuestra organización, sin embargo, bajo la política de confidencialidad que sigue la empresa y sus empleados, es nuestra petición que el reporte escrito que se presente, en ningún momento mencione el nombre de nuestra empresa, mencionando únicamente "la empresa" cuando se refiera a nuestra compañía, esto con la finalidad de no infringir las políticas internas que nos rigen.

Anexo a este documento, se encuentra el reporte preliminar del proyecto presentado por Daniela Rebeca Rosado Hidalgo, donde se detalla la situación actual, presentación del problema, justificación, cronograma, alcances y limitaciones, así como los objetivos establecidos.

Sin otro particular, nos despedimos de Usted.

Atentamente



Esmirna López
Human Resources Manager
EISENMANN S.A. DE C.V.



Yesenia Rivera
Purchasing & Logistics Coordinator
EISENMANN S.A. DE C.V.

EISENMANN S.A. DE C.V.
BLVD. 15 DE MAYO 2933 FRACC. LAS HADAS
C.P. 72070 PUEBLA, PUE., MEXICO
R.F.C. EIS 960401 6J3
TEL. (52) 222 231 17 12

Índice general

1. Antecedentes del proyecto.....	5
2. Situación actual	7
3. Presentación del problema	8
4. Justificación del proyecto	8
5. Alcances y limitaciones del proyecto	9
6. Objetivo general y particulares.....	9
7. Marco Teórico	10
7.1 Logística dentro de la cadena de suministro	10
7.2 Objetivos de la logística	13
7.3 Cadena de valor logística	14
7.4 Planeación táctica, operacional y estratégica.....	16
7.5 Investigación de operaciones	18
7.6 Almacenamiento	18
7.6.1 Principales funciones	20
7.6.2 Calculo de necesidades y capacidades de almacenamiento	21
7.6.3 Principios básicos de la distribución de planta	22
7.6.4 Layout	22
7.7 Centro de distribución	24
7.7.1 Importancia de la adecuada ubicación geográfica de un CEDIS	24
7.8 Métodos de localización para un centro de distribución	27
7.8.1 Método de los factores ponderados	27
7.8.2 Método gráfico de Weber.....	28
7.8.3 Método de centro de gravedad	29
7.8.4 Método de transporte.....	30
7.9 Modelos discretos.....	31
8. Desarrollo del proyecto	33
9. Presentación y discusión de resultados	44
10. Conclusiones y recomendaciones	47
11. Reflexiones personales	48
12. Referencias bibliográficas	49
13. Anexos	

Índice de figuras

Figura 1. Mapa ubicación de sucursales de la empresa global.	6
Figura 2. Gestión del proceso logístico	12
Figura 3. Tipo de logística	13
Figura 4. Esquema de sistemas de valor	14
Figura 5. Diagrama de actividades en la cadena de valor	17
Figura 6. Procesos internos de un almacén	23
Figura 7. Método gráfico de Weber	29
Figura 8. Ubicación de clientes actuales y potenciales dentro de la República Mexicana	33
Figura 9. Ubicación de las principales plantas automotrices	36
Figura 10. Vista superior layout (1)	41
Figura 11. Vista superior layout (2)	41
Figura 12. Resultados Lingo nodo 8	44
Figura 13. Resultados Lingo nodo 10	44
Figura 14. Gráfica resultados Octave.....	45
Figura 15. Mapa coordenadas óptimas Octave.....	45

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de unidades de negocio	35
Tabla 2. Matriz de datos de proyectos	36
Tabla 3. Ponderación clientes de acuerdo a incidencia y monto de los proyectos.	38
Tabla 4. Clientes fuera de la República Mexicana.	40
Tabla 5. Matriz de distancias clientes.	41
Tabla 6. Coordenadas de las ciudades dónde hay demanda.....	42
Tabla 7. Ciudades y relación de nodos en Lingo.....	45
Tabla 8. Concentrado evaluación factores ponderados	46

1. Antecedentes del proyecto

En el presente proyecto se aborda un problema logístico, que abarca la toma de decisiones para la ubicación de un nuevo centro de distribución de materiales, así como la gestión de dicho centro.

En la cadena de suministro la logística juega un papel fundamental, ya que hace referencia al proceso desde el origen del bien o servicio hasta el consumidor final. En la práctica es difícil separar la dirección de logística de los negocios, de la dirección de la cadena de suministros, ya que en muchos aspectos promueven la misma misión, como lo es llevar los bienes o servicios adecuados al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas, consiguiendo a la vez la mayor contribución para la empresa (Ballou, 2004).

La empresa a analizar pertenece a la industria automotriz y fue fundada en el año de 1951, posee una proyección global, ya que tiene su sede en Alemania, con alrededor de 3,600 empleados en todo el mundo, incluyendo un 60% en Europa y más del 40% en los mercados emergentes, como se muestra en la Figura 1.

Los servicios iniciales fueron el desarrollo y construcciones de hornos de secado de madera, así como el desarrollo y construcción de talleres de pintura, dichas líneas siguen siendo el negocio principal en la actualidad.

La subsidiaria en México está ubicada en la Ciudad de Puebla, Puebla la cual fue establecida desde el año 1994. Inicialmente la compañía se estableció para atender a su cliente principal Volkswagen de México. La operación de la empresa es en base a proyectos “llave en mano”, para clientes del sector del automotriz, sectores de sistemas de acabado generales, sistemas de transporte e instalaciones de tecnología medioambiental.

La clave de la organización ha sido que cuenta con una amplia experiencia en la ejecución de proyectos de alta complejidad, muchos de los proyectos son gestionados a través del centro de ingeniería ubicado en la empresa matriz en Alemania.

El objetivo principal de casi todas las empresas, dentro de la industria es obtener mayores ganancias, haciendo el menor uso de recursos; para lograr dicho fin es necesario tener un mejor manejo de los procesos logísticos.

Volta (2016) afirma que la toma de decisiones dentro de la cadena de suministro, enfrenta importantes desafíos, por su enorme complejidad y su elevado impacto en los resultados de las operaciones: conseguir una alta rotación o mejorar el nivel de servicio, mientras se reducen los costos supone obtener una importante ventaja competitiva, por lo tanto es importante que las compañías tengan una eficiente gestión de toda la cadena de abastecimiento.

Hoy en día la compañía que se aborda, cuenta con un almacén de materiales que son usados para los proyectos vigentes, sin embargo el espacio es muy reducido y con el crecimiento de la empresa, dicho espacio se ha vuelto insuficiente, por otro lado el control del inventario es inexistente, ya que no se cuenta con un programa sistematizado que permita el manejo adecuado de los materiales. Todo esto representa mayores costos, menor productividad, teniendo repercusiones en los tiempos de entrega y servicio al cliente. Los inconvenientes mencionados han llevado a la empresa a decidir abrir un nuevo centro de distribución, que comprenda un almacén de materiales y un área para la producción de tableros electrónicos usados en todos los proyectos.



Figura 1. Mapa ubicación de sucursales de la empresa global.
Fuente: Empresa

2. Situación actual

La industria automotriz está creciendo día a día en México, de acuerdo con la Secretaría de Economía, México es el quinto país exportador del mundo en este sector, y dentro de este crecimiento se destaca la región del Bajío, por las inversiones de las empresas japonesas que hacen de la región un polo de desarrollo muy fuerte y un clúster automotriz importante.

La calidad de la producción automotriz en México ha ocasionado que las diferentes empresas proveedoras de autopartes originales, denominadas Original Equipment Manufacturer (OEMs) por sus siglas en inglés, también determinen invertir escogiendo al país como una plataforma de producción única. Un informe del Centro de Desarrollo de la Industria Automotriz CeDIAM, (Metalmecánica, 2015), dio a conocer que el sector ha pasado gradualmente de producción automotriz de maquila hacia el desarrollo de tecnología automotriz, para nichos específicos.

El mercado ha propiciado un entorno competitivo y agresivo, por lo cual las empresas pertenecientes a la industria automotriz, requieren estar en constante transformación y actualización tecnológica, mostrando un valor agregado a los clientes para poder marcar la diferencia frente a los principales antagonistas.

Ragas (2014) menciona que el ambiente global al que las organizaciones se están enfrentando, propicia que la distribución comercial marque nuevas pautas, para la distribución física de mercancías.

Las nuevas inversiones en el sector automotriz en el centro y bajío de México han abierto más oportunidades de negocio, lo cual ha permitido que la organización estudiada en este proyecto, se posicione como una de las mayores empresas integradoras especializando sus servicios. Actualmente los proyectos de la empresa están desarrollándose a lo largo de la República Mexicana, por lo cual es requerido un centro de distribución que permita un manejo más eficiente de los materiales.

3. Presentación del problema

En la empresa, la gestión del almacén se ha dado de forma simultánea a la operación de los proyectos, en realidad nunca se ha determinado un plan a seguir para el manejo de materiales, por lo cual es necesario que se defina un procedimiento que permita un control y finalmente esto se pueda reflejar en un mejor servicio al cliente optimizando los tiempos de entrega.

Hoy en día el crecimiento ha llevado a mayores adquisiciones para los proyectos que se están desarrollando, todos los materiales son concentrados en la sucursal de Puebla, donde se encuentra el corporativo administrativo. El espacio para el almacenamiento es reducido y actualmente se encuentra saturado, por lo cual la organización ha decidido abrir un centro de distribución (CEDIS) en la zona del Bajío debido a la localización de sus principales clientes y proveedores, sin embargo no tiene argumentos sólidos para elegir de manera adecuada la ubicación idónea.

La empresa pretende mejorar sus tiempos de respuesta y en consecuencia la productividad.

4. Justificación del proyecto

Las decisiones de localización forman parte del proceso de planeación estratégica de la empresa. Una buena selección puede contribuir a la realización de los objetivos empresariales, mientras que una localización no acertada puede conllevar a un desempeño inadecuado de las operaciones y generar gastos.

La apertura un CEDIS requiere de recursos financieros y administrativos, sin embargo debe ser visto como una inversión, ya que dicho centro resolverá el problema de saturación en el almacén actual y la ubicación estratégica traerá beneficio económico ya que los costos logísticos se reducirán, los tiempos de entrega serán menores y en general el nivel de servicio a clientes mejorará considerablemente.

El inicio de este proyecto reside en la existencia de un interés por mejores prácticas en la cadena de suministro, sin embargo para poder lograr las ventajas competitivas también es necesaria la utilización de estrategias de planeación estratégica.

5. Alcances y limitaciones del proyecto

Dentro de los alcances del proyecto se considera:

1. Proponer a través de uno o varios métodos de localización la mejor ubicación, para la apertura del CEDIS, contribuyendo a la toma de decisiones de la empresa.
2. Establecer las bases para la correcta administración y operación del centro de distribución.

Respecto a las limitaciones se tiene lo siguiente:

1. El período de tiempo de recolección de la información comprende aproximadamente seis meses de duración a partir de febrero del presente año.
2. La información recolectada acerca del control logístico actual puede ser escasa o inexistente.
3. La puesta en marcha del proyecto y las decisiones fundamentales están limitadas a la gerencia del proyecto dentro de la empresa, por lo cual este trabajo presentará las propuestas sin embargo dependerá de la compañía su implementación.
4. En el CEDIS se pretende asignar un área para la producción de tableros, sin embargo este proyecto no abarcará ningún tema relacionado con el diseño de ésta área ni con la manufactura de los tableros.

6. Objetivo general y particulares

El objetivo principal de este proyecto es determinar la mejor ubicación de un nuevo centro de distribución, así como proponer las bases para la adecuada administración y operación del mismo, que considere un correcto diseño de almacén, y permita el desarrollo y control de actividades logísticas, para la obtención de ventajas competitivas de gran valor.

1.1 Objetivos particulares

1. Analizar la información y los procesos de almacenamiento actual de la empresa
2. Proponer la ubicación óptima para la localización del CEDIS
3. Establecer una herramienta que permita el control de inventario de los materiales
4. Proponer un *layout* del centro de distribución que será abierto

7. Marco Teórico

7.1 Logística dentro de la cadena de suministro

El tema de la distribución física recobra mayor importancia, enfocándose a criterios de localización, como la eficiencia en el almacén y transporte económico, sin considerar a las necesidades de respuesta y fiabilidad que hoy en día es lo que demanda el mercado. La logística vista desde un punto de vista integral es un tema de interés comercial y económico, ya que está cambiando sustancialmente un problema, creando sistemas de información y control para conseguir un flujo continuo de productos, buscando los mínimos costos operativos posibles, dando a su vez la máxima satisfacción al cliente, uno de los principales objetivos empresariales (Tejero, 2011).

Esta área de la administración ha sido descrita con muchos nombres, incluyendo distribución física, administración de materiales, administración de la transportación, logística y ahora administración de la cadena de suministros. Este tema del negocio puede incluir todas o algunas de las siguientes actividades: transportación, mantenimiento de inventarios, procesamiento de pedidos, compras, almacenaje, manejo de materiales, embalaje, estándares de servicio al cliente y producción. La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento de manera eficiente y efectiva de los bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes (Ballou, 2004).

La logística surge en un inicio para acompañar a las decisiones operativas de los altos mandos militares, primordialmente en Inglaterra en la década de 1940.

El Imperial Collage se constituye en la cuna de la investigación operativa, disciplina estrechamente ligada a la logística. La investigación operativa constituye un conjunto de herramientas analíticas como las matemáticas, que permiten resolver problemas hasta entonces no analizados, con el objetivo de optimizar sus potenciales soluciones (Pagonis & Gruikshank, 1992).

Dentro de la cadena, la logística puede tener un enfoque respecto a bien interno o bien externo, que cubre el flujo desde el origen hasta la entrega al usuario final. En el área militar, los expertos en logística determinan cómo y cuándo movilizar determinados recursos a los lugares donde son necesarios. En ciencia militar, lo importante es mantener las líneas de suministro propias e interrumpir las del enemigo y algunos afirmarían que se trata del elemento más importante, puesto que una fuerza armada sin alimentos/combustible es algo inútil.

Así mismo existen dos etapas básicas de logística: una optimiza un flujo de material constante a través de una red de enlaces de transporte y de centros del almacenaje. La otra coordina una secuencia de recursos para realizar un determinado proyecto, todo ello al mínimo costo global para la empresa. Los sistemas de flujo logístico se optimizan generalmente para una de varias metas: evitar la escasez de los productos en sistemas militares, especialmente referido al combustible y la munición, reducir al mínimo el costo del transporte, obtener un bien en un tiempo mínimo o almacenaje mínimo de bienes en tiempo y cantidad.

El flujo logístico es particularmente importante en la fabricación justo a tiempo (*just in time*), en la cual el gran énfasis se pone en reducción al mínimo del stock (Carro & Gonzalez, 2004).

El método básico de optimizar un sistema estándar de distribución es utilizar un árbol de cobertura mínima de distribución, para diseñar la red del transporte, y después situar los nodos de almacenaje dimensionados para gestionar la demanda mínima, media o máxima de artículos. Muy a menudo, la demanda está limitada por la capacidad de transporte existente fuera de la localización del nodo de almacenaje.

Cuando el transporte fuera de un punto del almacenaje excede su almacenaje o capacidad entrante, el almacenaje es útil solamente para igualar la cantidad de transporte, por unidad de hora con objeto de reducir picos de carga en el sistema del transporte(Ballou, 2004). De acuerdo a Pérez (2006), dentro de la gestión del proceso logístico se requiere la integración de procesos y acciones referentes al flujo material, así como la información requerida para lograr la satisfacción de los consumidores finales en la cadena de suministro como se detalla a continuación en la figura 2.

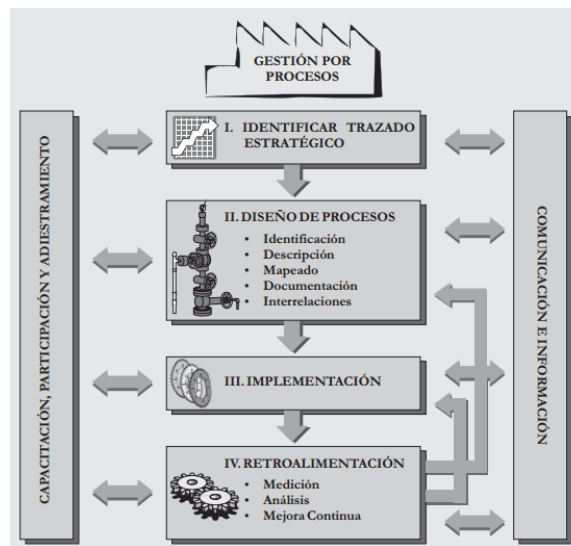


Figura 2. Gestión del proceso logístico.

Fuente: PEREZ, D. C. M. P. Tesis Doctoral. Modelo y procedimientos para el Control de Gestión en elementos de la Cadena de Suministro. Holguín, Cuba, 2006. p

7.2 Objetivos de la logística

El objetivo de la logística es aumentar las ventajas competitivas, captando y reteniendo clientes y generando un incremento en los beneficios económicos obtenidos por la comercialización y producción de los bienes y servicios; mediante la interacción de las actividades enumeradas anteriormente: distribución física, aprovisionamiento de materias primas, manejo de información, tiempos de respuesta, control del nivel de inventarios, estudio de la demanda, servicio al cliente. Todo ello se traduce en una tasa de retorno de la inversión más elevada, con un aumento de la rentabilidad. Otro de los objetivos primordiales de la logística es reducir costos y contribuir sustancialmente a las utilidades de las compañías, mediante la racionalización y optimización de los recursos utilizados.

La medición en la logística es importante y necesaria ya que los clientes demandan una gestión eficiente en lo que se refiere a la confiabilidad y al tiempo de entrega, sin dejar de lado la alta calidad y una posición fuerte en costos (Velazquez, 2012).

Una parte fundamental dentro de las estrategias de mejoramiento tienen que ver con la evaluación del avance de las tareas en comparación con la medida estándar que debe tener la gestión logística y la medición genera una cultura de mejoramiento permanente, una vez alcanzado un objetivo de desempeño, una escala más alta debe ser colocada. El simple hecho de colocar las mediciones, estas lanzan a las personas a mejorar.

La medición de los indicadores logísticos puede resultar una labor compleja debido a la interdependencia que existe entre las labores de la cadena de suministros. Sin embargo un índice individual de la gestión logística podría nacer en los objetivos generales de la compañía y evidenciaría que la optimización de la cadena aporta al cumplimiento de dichas metas. La evolución de los mercados ha hecho que cada día sea más difícil para las compañías satisfacer las necesidades y exigencias de los consumidores y usuarios de bienes y servicios producidos y comercializados en un entorno global de la economía, las comunicaciones y los negocios. Existen distintos tipos de logística dentro de la cadena de suministro, mismas que a su vez se subdividen en actividades específicas en las que se enfocan los esfuerzos para la ya mencionada satisfacción del cliente, tal como se muestra en la figura 3 (Mora, 2010).

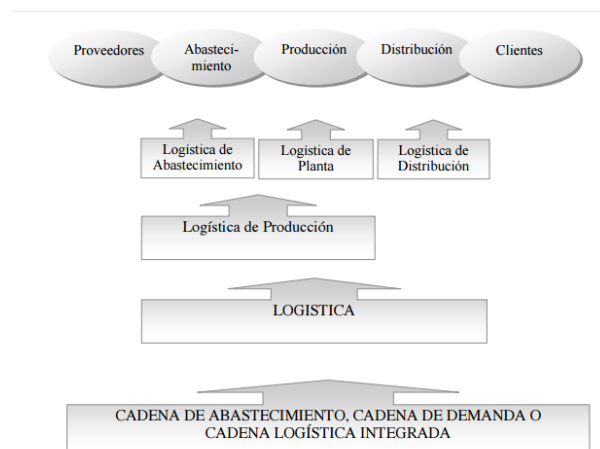


Figura 3. Tipos de logística.

Fuente: Mora, L. A. Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos. Bogotá, Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones, 2010.p

7.3 Cadena de valor logística

La percepción de la logística como una actividad que genera valor al producto, en términos de oportunidad y reducción de costos, está basada en la idea de Michael Porter sobre las ventajas competitivas, las cuales deben ser generadas por las empresas, para diferenciarse de sus competidores y mantener a sus clientes.

La ventaja competitiva de una entidad no puede ser concebida si se ve a la organización como un todo, esta ventaja se focaliza en todas aquellas acciones que efectúa la empresa dentro de la realización de sus productos.

Es necesario puntualizar que el modelo de cadena de valor propuesto, entiende el esquema logístico con macro procesos operativos que agregan valor al producto e identifica las actividades que no lo hacen (Porter, 2002).

El sistema de valor está compuesto por 4 cadenas de valor:

- **Cadena de valor de los proveedores:** es la cadena que contribuye los abastecimientos principales a la propia cadena de valor de la compañía.
- **Cadena de valor de la empresa:** la empresa está involucrada en la mayoría de las actividades llevadas a cabo por un gran número de personas.
- **Cadena de valor de los canales:** son los mecanismos de entrega de los productos de la empresa al usuario final o al cliente.
- **Cadena de valor de los clientes:** son la fuente de diferenciación por excelencia, puesto que en ellas la función del producto que determina las necesidades del cliente.

La cadena de valor permite clasificar las actividades estratégicas para un mejor entendimiento del comportamiento de los costos y las fuentes de diferenciación. A continuación, en la figura 4 se muestra el esquema del sistema de valor.



Figura 4. Esquema sistema de valor.

Fuente: Porter, M. E. Ventaja competitiva. S.L.Grupo patria cultural. Alay Ediciones, 2002.p

Se obtiene una ventaja competitiva realizando dichas actividades estratégicas con menor costo que la competencia.

La cadena de valor identifica 9 actividades estratégicas de la empresa, cada una con un costo, y de las cuales se puede crear valor para los clientes, estas 9 actividades se dividen en 5 actividades primarias y 4 actividades de apoyo.

Es innegable que las organizaciones deben reconocer y fortalecer sus ventajas competitivas, que las diferencian en el mercado de sus rivales y les generan mayor utilidad, como se puede observar en la figura 5 (Porter, 2012).

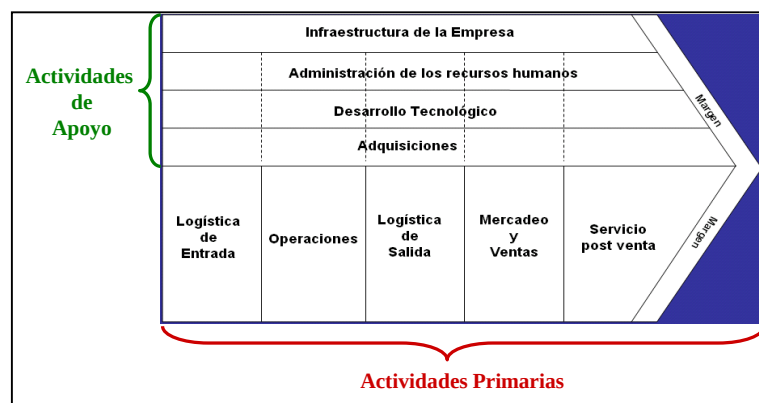


Figura 5. Diagrama actividades en la cadena de valor.

Fuente: Porter, M. E. Ser competitivo, nuevas aplicaciones y conclusiones. España: Deusto, 2012. p

7.4 Planeación táctica, operacional y estratégica

Como lo expresan diversos autores, en cualquier actividad comercial el propósito principal de la logística es lograr una tasa de retorno de la inversión más elevada y mejorar la rentabilidad. Para lograr dicho objetivo, se debe efectuar una planeación dentro de la compañía, la cual puede cubrir los niveles de planeación estratégica, planeación táctica y planeación operativa.

La planeación táctica se refiere a las decisiones que influyen en el procedimiento de cualquier sistema y son la base de la coordinación porque aseguran que los distintos intercambios (*trade-offs*) estén en armonía con los objetivos de la compañía (Mora, 2010).

Entre las decisiones tácticas más comunes encontramos: elección del modo de transporte en las distintas etapas del sistema logístico, política de rotación de inventarios, objetivos de funcionamiento y rutas de productos a lo largo del proceso logístico. La planeación operacional busca establecer tamaño y frecuencia de los lanzamientos de producción; tamaño y frecuencia de los envíos de fábrica a los almacenes; rutas de entrega; programas para entregas locales; niveles de personal en los distintos departamentos, programación de aprovisionamiento y distribución de centros logísticos.

En cuando a la planeación estratégica determina cuestiones como el número de fábricas y almacenes requeridos, la localización de plantas de fabricación, el tipo de equipo de fábricas y almacenes la asignación de demanda y posicionamiento de los inventarios dentro del sistema, los tipo de inventarios que se refieren a los de materias primas, productos en proceso o productos terminados, el nivel tecnológico y dimensionamiento de fábricas (Hernández, 2013).

Para lograr un ajuste estratégico, una empresa debe asegurarse de que su cadena de suministro tenga la capacidad para satisfacer los segmentos de clientes.

Los tres elementos básicos para lograr este ajuste estratégico se refieren a:

1. Entender al cliente, es decir las necesidades para cada segmento objetivo y la incertidumbre dentro de la cadena, estas necesidades ayudan a la empresa a definir los costos y los requisitos de servicio deseados. A su vez disminuir la incertidumbre de la cadena de suministro ayuda a la empresa a identificar el alcance de la imprevisibilidad de la demanda, la interrupción y retraso de la misma y cómo se debe estar preparado.
2. La comprensión de las capacidades de la cadena de suministro: La compañía debe tener una noción completa y asegurarse de que su cadena de suministro está diseñada para cumplir con los requerimientos.
3. El logro de ajuste estratégico, en caso de que exista un desajuste entre lo que hace especial la cadena de suministro y las necesidades de los clientes, la empresa deberá reestructurar la cadena de suministro para apoyar la estrategia (Chopra, 2015)

7.5 Investigación de operaciones

Investigación de operaciones (IO), como su nombre lo indica, el objetivo de esta disciplina implica “investigar sobre las operaciones”. En consecuencia, esta disciplina se aplica a la problemática relacionada con la conducción y la coordinación de actividades en una organización. En esencia, la naturaleza de la organización es irrelevante, por lo cual la IO ha sido aplicada de manera extensa en áreas tan diversas como manufactura, transporte, construcción, telecomunicaciones, planeación financiera, cuidado de la salud, fuerzas armadas y servicios públicos, por nombrar unas cuantas.

La IO incluye el término investigación en el nombre, porque utiliza un enfoque similar al que se aplica en las áreas científicas establecidas. El método científico se utiliza para explorar los diversos problemas que deben ser enfrentados, pero en ocasiones se usa el término *management science* o ciencia de la administración como sinónimo de investigación de operaciones. El proceso comienza por la observación cuidadosa y la formulación del problema, lo cual incluye la recolección de los datos pertinentes. Una característica adicional de la investigación de operaciones es que intenta encontrar una mejor solución, llamada solución óptima, para el problema en cuestión. Se dice una mejor solución y no la mejor solución porque es posible que existan muchas soluciones que puedan considerarse como las mejores. En lugar de enfocarse solo con mejorar el estado de las cosas, la meta es identificar el mejor curso de acción posible.

Debe interpretarse con cuidado en términos de las necesidades reales de la administración, esta “búsqueda del mejor camino” es un aspecto importante de la IO (Hillier & Lieberman, 2010).

7.6 Almacenamiento

El almacenamiento como un fin de obtener beneficios comerciales es al menos tan viejo como la historia recordada. En los primeros escritos, el hombre es descrito teniendo comida almacenada en exceso, así como animales para emergencias. Como la civilización se fue desarrollando, los almacenes locales fueron introducidos.

La mercancía era almacenada con conexión con los envíos, comercio y actividades de manufactura. Cuando el transporte se ramificó desde lo local hacia lo externo, los almacenes se convirtieron en más que simples almacenes locales.

Todos los esfuerzos realizados en la estrategia logística de una empresa para conseguir la excelencia en el servicio al cliente, junto con una reducción drástica del nivel de inventario, han potenciado la necesidad de tener una organización eficaz en los almacenes, constituyendo hoy en día, sin duda alguna, uno de los puntos neurálgicos más importantes para una cadena de suministro competitiva (Tejero, 2008).

El papel del almacenamiento en la cadena de abastecimiento ha evolucionado de ser instalaciones dedicadas a resguardar bienes a convertirse en centros enfocados al servicio y al soporte de la organización. Un almacén eficaz tiene un impacto fundamental en el éxito global de la cadena logística. Para ello un almacén debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza y operaciones a realizar al producto, utilizar el equipamiento necesario y estar soportado por una organización y sistema de información adecuado (Clemente & Medina, 2009).

En la actualidad los avances tecnológicos, en el campo del manejo de materiales cómo en las técnicas de almacenamiento, junto con la aplicación extensiva de las tecnologías de la información (TIC's) y la robótica, han creado un campo suficientemente interesante cómo para hacer que los almacenes constituyan el área más tecnificada de la cadena logística de suministro (Tejero, 2008).

Los almacenes son los puntos de la cadena de suministro, donde el producto se detiene, sin embargo puede ser por un tiempo breve, esto consume espacio y tiempo, ambas instancias representa costos. Un almacén debe ser visto como un lugar temporal para almacenar inventario y como una zona de acumulación en la cadena de suministro, lo cual requiere mano de obra, inversión en capital para el terreno, infraestructura de almacenamiento y equipo para el manejo de materiales, así como los sistemas de información, todos ellos de un costo alto y además no agrega valor.

El servicio central que ofrece un almacén es la coordinación del suministro con la demanda del consumidor, por lo tanto funge como una unidad estática en su mayor parte brindando los productos a la disponibilidad de los requerimientos de los clientes y como tal su objetivo primario es el facilitar el movimiento de los bienes de los proveedores a los clientes, cumpliendo con las solicitudes en tiempo y costo efectivo. En la figura 6 se puede distinguir lo que comprende un centro de distribución de ejecución y abastecimiento y lo que abarca un almacén local (Clemente & Medina, 2009).

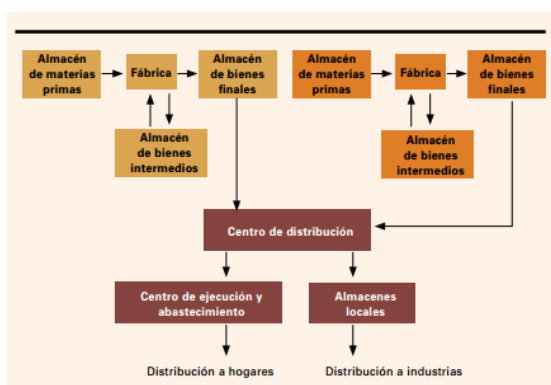


Figura 6. Diagrama los almacenes y la cadena de suministro.

Fuente: Clemente, A. B., & Medina, S. R. La importancia económica de los almacenes y los almacenes generales de depósito. Comercio Exterior, 2009,p

7.6.1 Principales funciones

Si se analiza a los almacenes desde un punto de vista general y no estrictamente operativo, podemos identificar las tres funciones básicas:

1.- La función del almacén como coordinador de los desequilibrios entre la oferta y la demanda: esta función tiene su explicación desde el hecho de que la demanda de un producto no siempre coincide en tiempo y cantidad con su oferta, por lo que se asignan ciertos *stocks*, dado que la demanda de un cliente puede ser insatisfecha, por problemas en el transporte, falta de previsión de los proveedores y otras eventualidades, las cuales pueden producir la pérdida del mismo con un resultado negativo en la cuota del mercado y en los ingresos de la empresa.

La estacionalidad de la demanda de ciertos productos puede producir una falta de coordinación entre el momento de su producción y su época de venta. En casos como estos, el almacenamiento puede resultar indispensable (Clemente & Medina, 2009).

En ocasiones, por razones estratégicas de precio, es aconsejable la realización de compras especulativas de materias primas y componentes, con el fin de almacenarlos hasta su utilización en el proceso productivo o su disposición para la venta. Bajo estas circunstancias, el ahorro por comprar a más bajo precio superará los costos de almacenamiento de los productos y justificara la práctica del mismo.

2.- La función de almacén como reductora de costos: se da cuando resulta más rentable adquirir algunos artículos en grandes lotes y/o transportarlos en cargas consolidadas hacia lugares de almacenamiento cercanos a los puntos de venta, que adquirir lotes más pequeños en los momentos puntuales que indique la demanda.

3.- La función del almacén como complemento del proceso productivo: dicha función por lo regular es más dada en la industria alimenticia y en su mayoría es mercancía que precisa de un período de maduración que va relacionado en los factores de precio a su consumo (De la Fuente, 2006).

Dentro de las funciones que se tienen en un almacén existen procesos específicos como a continuación se muestra en la figura 7.

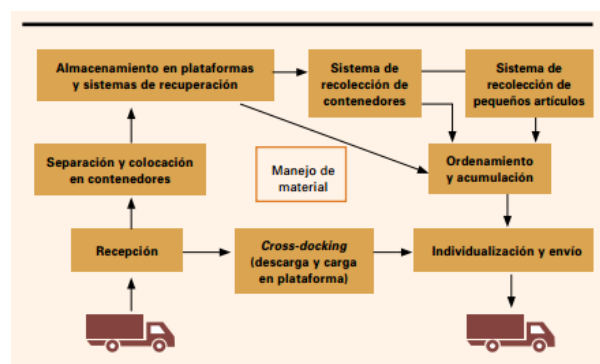


Figura 7. Procesos internos de un almacén.

Fuente: Clemente, A. B., & Medina, S. R. La importancia económica de los almacenes y los almacenes generales de depósito. Comercio Exterior, 2009.p

7.6.2 Cálculo de necesidades y capacidades de almacenamiento

La planeación del espacio es la parte de la ciencia del almacenamiento que tiene que ver con el hacer una evaluación cuantitativa los requerimientos de espacio en el almacén.

Como es cierto en cualquier ciencia, la planeación del espacio posee una muy específica metodología, y consiste de los siguientes temas generales:

1. Determinar qué es lo que se quiere lograr.
2. Determinar qué actividades se tomaran para lograrlo.
3. Determinar el espacio disponible para cada elemento requerido para lograr la actividad.
4. Calcular los requerimientos totales de espacio.

En almacenamiento, estos elementos pueden que incluya personal o personal de servicio, manejo de materiales y material de almacenamiento, servicios de mantenimiento y utilidades.

Referente a la distribución pueden adicionalmente incluir producto terminado, inspecciones de calidad, empaque, ensamble de *kitting*, *picking*, clasificación y etiquetado (Gutiérrez, 2007).

7.6.3 Principios básicos de la distribución en planta

Durante la planificación de una distribución en planta es importante que se tenga siempre la meta de la optimización económica de la explotación.

Dentro de las bases para una eficiente distribución en planta se tiene la integración, la mínima distancia recorrida, flujo de materiales, volumen ocupado, recursos humanos y flexibilidad (CEEI CV, 2008).

Aunado a esto existen una serie de principios que deben seguirse al momento de realizar la distribución en planta de un almacén, estos son:

- Los artículos de más movimiento deben ubicarse cerca de la salida para acortar el tiempo de desplazamiento.

- Los artículos pesados y difíciles de transportar deben localizarse de tal manera que minimicen el trabajo que se efectúa al desplazarlos y almacenarlos.
- Los espacios altos deben usarse para artículos predominantemente ligeros y protegidos.
- Los materiales inflamables y peligrosos o sensibles al agua y al sol pueden almacenarse en algún anexo, en el exterior del edificio del almacén.
- Deben dotarse de protecciones especiales a todos los artículos que lo requieran.
- Todos los elementos de seguridad y contra incendios deben estar situados adecuadamente en relación a los materiales almacenados (Gwynne, 2011).

7.6.4 Layout

Dentro del diseño de almacenes, el *layout* corresponde a la disposición del espacio de los elementos dentro del almacén. El *layout* de un almacén debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en él se dispongan.

Así, un almacén alimentado continuamente de existencias tendrá unos objetivos de *layout* y tecnológicos diferentes que otro almacén que inicialmente almacena materias primas para una empresa que trabaje bajo pedido.

Cuando se realiza el *layout* de un almacén, se debe considerar la estrategia de entradas y salidas del almacén y el tipo de almacenamiento que es más efectivo, dadas las características de los productos, el método de transporte interno dentro del almacén, la rotación de los productos, el nivel de inventario a mantener, el embalaje y pautas propias de la preparación de pedidos (EAE, 2014)

El *layout* externo deberá mostrar exactamente en donde se localizara el edificio del almacén así como los caminos relevantes y áreas de estacionamiento. Decisiones críticas por lo tanto incluyen ya sea que el tráfico vaya alrededor del edificio o ir solo a uno o dos lados del edificio y después regresar.

Esto estará parcialmente asociado con la decisión respecto con la configuración interna de flujo a través de o en flujo en forma de U.

Incluso si el acceso operacional es solamente requerido por un lado, entonces todavía es probable que el acceso sea considerado para servicios de emergencia en los otros lados (CEEI CV, 2008).

Otras consideraciones del *layout* externo incluyen: diseño de vías, áreas de estacionamiento, para tráileres, carrocerías desmontables, autos privados, portones de acceso, vallas, barreras y zonas de escape así como zonas contra incendio.

7.7 Centro de distribución

Un centro de distribución (CEDIS) es un tipo de almacenamiento que tiene como característica contar con una infraestructura logística en la cual se concentran materiales y/o productos terminados con el propósito de despacharlos y hacerlos llegar de la manera más efectiva, rápida y económica posible al cliente o destino final, permitiéndole a la empresa mantener abasto adecuado de acuerdo a los requerimientos del mercado (Mora, 2010).

7.7.1 Importancia de la adecuada ubicación geográfica de un centro de distribución

Las empresas suelen definir la localización de sus centros de distribución en función del área o la región en la que este tendrá cobertura, incluyendo los recursos naturales, las características de la población, disponibilidad de fuerza de trabajo, impuestos, servicios de transporte, consumidores, fuentes de energía, entre otras.

Por lo tanto un CEDIS debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza y operaciones a realizar al producto, utilizar el equipamiento necesario y estar soportado por una organización y sistema de información adecuado (Gwynne, 2011).

El diseño adecuado de un CEDIS facilitará la rapidez de la preparación de los pedidos, la precisión de los mismos y la colocación más eficiente de existencias, todo ello para conseguir potenciar las ventajas competitivas, consiguiendo ciclos de pedido más rápidos y con mejor servicio al cliente.

A menudo, los centros de distribución están situados en o alrededor de los principales centros de transporte. Esto hace que el envío de los productos sea más fácil y más rentable (Mora, 2010).

7.8 Métodos de localización de un centro de distribución

La localización de instalaciones es un importante problema de decisión que define la estructura y configuración de la red de distribución y transporte, a la vez define las alternativas, los costos asociados y las inversiones requeridas para realizar las operaciones; las decisiones sobre localización determinan el número, ubicación y tamaño de las instalaciones a utilizar, dentro de las que se incluyen puntos modales en la red, plantas, puertos, proveedores, almacenes, puntos de venta al menudeo y centros de servicio (Ballou, 2004).

En general los métodos de localización se basan en las siguientes premisas:

1. Estudio preliminar: determina sitios viables.
2. Análisis detallado: investigación de mano de obra.
3. Sistemas basados en la evaluación de factores: evalúa ubicaciones opcionales.
4. Aplicación de modelos de localización.

Se identifican dos métodos para la toma de decisiones de localización, métodos cualitativos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos buscan dar importancia a los gustos o deseos subjetivos de que una localización quede cerca o lejos de otra; los criterios que prevalecen son la comodidad o los accesos para la atención al cliente, en esta categoría se destaca el método analítico Delfi que es aplicado en situaciones más complejas de localización de instalaciones y distribución de plantas. Respecto a los métodos cuantitativos, son utilizados para explicar eventos o análisis de información a través de una gran cantidad de datos (Ballou, 2004).

7.8.1 Método de los factores ponderados

A continuación se revisa el uno de los métodos cualitativo encontrados en la literatura.

El método de análisis de factores ponderados es método de tipo cualitativo complementario a los diferentes métodos cuantitativos, en el que se compararán entre sí las diferentes alternativas para conseguir determinar una o varias localizaciones válidas. El objetivo del estudio no es buscar una localización óptima sino una o varias localizaciones aceptables.

En cualquier caso, otros factores más subjetivos, como pueden ser las propias preferencias de la empresa a instalar determinarán la localización definitiva.

Las bases de este método son determinar una relación de los factores relevantes, asignar un peso a cada factor que refleje su importancia relativa, fijar una escala a cada factor, que los directivos evalúen cada localización para cada factor. Finalmente multiplicar la puntuación por los pesos para cada factor y obtener el total para cada localización (Carro & Gonzalez, 2004).

7.8.2 Método gráfico de Weber

Dentro de los métodos cuantitativos está el método de Weber que un clásico de resolución del problema de ubicación de un centro; se debe a los estudios de Alfred Weber que datan de 1909. Emplea una gráfica en dos dimensiones, y tiene como característica más importante poder tratar costos de transporte no lineales. El método gráfico de Weber representa un análisis sencillo y directo del problema suponiendo que es conocida la demanda y su ubicación (Carro & Gonzalez, 2004).

El costo de transporte viene reflejado por el producto del costo unitario de transporte y el flujo de materiales afectados de tal costo unitario de transportes dado en unidades de capacidad por unidad de tiempo. Dados varios puntos de demanda llamados mercados y de producción nombrados plantas, es posible trazar para cada uno de ellos unas curvas iso-coste (isodápanas) que, de existir condiciones homogéneas e isotropas, constituirán en círculos concéntricos centrados sobre cada punto origen y destino. Aun manteniéndose las condiciones de isotropía en todas las direcciones, las curvas isocoste no tiene por qué guardar una razón de homotecia idéntica al cociente de los costos que representan.

Si no existe la isotropía, las líneas isodápanas dejan de ser círculos para distorsionarse convenientemente de forma suave y sin que en ningún caso se puedan cruzar e incluso tocar dos líneas isodápanas correspondientes a distintos costos (Diéguez & Pérez, 2007).

Los contornos de igual costo total generados convergen en el punto de menor costo, que será la ubicación idónea para el almacén. El gráfico generado no sólo encuentra el punto con ubicación óptima, sino que también permite determinar fácilmente el costo de otras posibles ubicaciones a partir de los contornos de líneas isodápanas de costo total. A partir de este momento se hallará aquel punto en el que la suma de los costos de transporte a todos los puntos origen y destino sea mínima. En la figura 8 se muestra el mapa correspondiente a este método (Carro & Gonzalez, 2004).

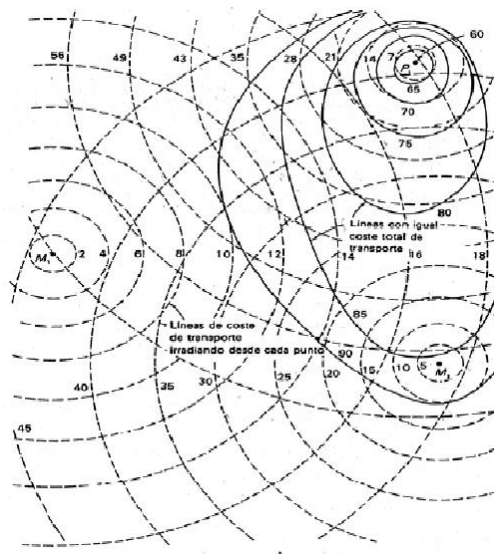


Figura 8. Método gráfico de Weber.

Fuente: Carro, R. P., & Gonzalez, D. G. Logística empresarial. Mar del Plata, Argentina: Nülan, 2004.p

7.8.3 Método del centro de gravedad

Este método se basa en la idea de minimizar costos de transporte totales, cuanto más demanda tenga un punto, más interesante es ubicarse cerca de él; lo mismo ocurre para aquellos puntos en los que los costos unitarios de transporte son muy elevados.

En resumen, cada punto de demanda o producción atrae al almacén hacia sí con una fuerza directamente proporcional al producto del costo unitario de transporte y al flujo de materiales que sale o llega a ese punto. La mejor localización de un almacén, en este caso, sería cerca del centro de gravedad de un cuerpo imaginario en el que cada punto origen- destino tuviera como densidad el citado producto (Diéguez & Pérez, 2007).

La expresión analítica que determina las coordenadas de ese centro de gravedad una vez se ha definido un sistema de referencia arbitrario.

El método del centro de gravedad es de muy sencilla utilización y da una buena aproximación a la solución de menor costo. El método no es exacto porque el centro de gravedad no es el lugar que minimiza las distancias, sino las distancias al cuadrado (Ballou, 2004).

7.8.4 Método del transporte

El método de transporte es un enfoque cuantitativo que ayuda resolver problemas de localización de instalaciones múltiples. En este caso se utiliza para determinar la pauta de asignación que minimice el costo de embarcar productos desde dos o más plantas es decir fuentes de suministro, hasta dos o más almacenes considerados destinos.

Este método está enfocado en el planteamiento y la interrelación del problema, dejando el resto del proceso de solución a cargo de algún software de fácil adquisición.

Dicho método no resuelve todas las facetas del problema de localización de instalaciones múltiples, sino que identifica el mejor patrón de embarques entre las plantas y los almacenes para un conjunto determinado de emplazamientos con capacidad conocida. Los costos de distribución es decir los costos variables de embarque no son más que uno de los elementos importantes en la evaluación de una determinada combinación de y localización y asignación. Los costos de inversión y otros costos fijos también tienen que ser considerados junto con diversos factores cualitativos. El análisis completo de la aplicación del método de transporte deberá ser realizado para cada una de las combinaciones localización y capacidad que parezca posible y razonable.

En vista de la importancia de tomar una decisión, este esfuerzo adicional contempla, ordenar sus propios costos. El primer paso en la resolución del problema de transporte consiste en representarlo a través de una matriz ordinaria, que a veces se le conoce como *tableau* (Robusté , 2005).

7.9 Modelos discretos de localización

Los modelos discretos de localización en redes se pueden clasificar de acuerdo a la distancia. Ahora los modelos se pueden dividir en modelos que están basados en la máxima distancia y modelos basados en la distancia total o promedio.

p-Centro: el problema *p*-centro propuesto por Hakimi pertenece a los modelos de máxima distancia. El objetivo de este modelo es minimizar la máxima distancia entre un nodo de demanda y su facilidad más cercana, dado que se tiene un número predeterminado de facilidades para instalar.

p-Mediana: a diferencia del modelo anterior, el modelo *p*-mediana encuentra la ubicación de *p* facilidades de modo de minimizar la distancia total entre los nodos de demanda y la instalación a la cual son asignados, es por esto que este modelo pertenece a los modelos de distancia total o promedio (Pelegrín, 2004).

7.9.1 Antecedentes modelo de *p*-Mediana

El problema clásico de localización consiste en ubicar uno o varios servicios para cubrir la demanda de una serie de puntos conocidos, usualmente denominados puntos de demanda, optimizando alguna medida de efectividad.

A principios de los años ochenta, Minieka introdujo este concepto con el nombre de problema de localización condicionada para referirse a aquellos problemas donde el objetivo era localizar uno o varios servicios teniendo en cuenta la existencia de otros cuya localización es conocida a priori, de forma que los puntos de demanda son cubiertos por el servicio más próximo, ya sea con uno de los servicios existentes o con uno de los nuevos. Este tipo de modelos tiene cierta similitud con los modelos de localización competitiva puesto que se intentan localizar nuevos servicios teniendo en cuenta la existencia de otros.

Ahora bien, en la localización competitiva se pretende maximizar el beneficio de los servicios a ubicar, para ello, se localizan de forma que atraigan el mayor número de puntos de demanda, es decir, maximicen su cuota de mercado. Sin embargo, en la localización condicionada los beneficiados son los puntos de demanda (usuarios) ya que los nuevos servicios se localizan con el objetivo de minimizar los costos globales de transporte.

Por esta razón, estos modelos se utilizan cuando se plantea la expansión de una empresa, o en la localización de centros públicos o sociales, donde el objetivo principal es prestar un mejor servicio y no el obtener beneficios (Drezner & Hamacher, 2004).

7.9.2 Descripción del modelo p -Mediana

El problema de la p -mediana es un modelo básico de localización cuando la estructura topológica subyacente del problema es una red en la que las longitudes de las aristas consideradas distancias y los pesos de los vértices refiriéndose a las demandas son conocidos.

Consiste en encontrar p puntos de la red de modo que se minimice la distancia total o media ponderada entre estos puntos y los vértices. Fue introducido por Hakimi quien demostró la propiedad de optimalidad en los vértices, es decir, que siempre existe una p -mediana en los vértices de la red.

Dicho modelo consiste en calcular la ubicación de p centros de servicio de forma que se minimice la distancia total o media ponderada recorrida para atender toda la demanda es decir eficiencia (Pelegrián, 2004).

Las aplicaciones de este problema son numerosas; así, desde que lo planteó Hakimi, el problema de la p -mediana y sus extensiones se han utilizado para ubicar óptimamente almacenes, fábricas, sucursales bancarias, estaciones de ferrocarril, etc., utilizándose el término genérico de centro de servicio para referirse a cualquiera de ellos, llamándose por tanto centro de servicio a cada uno de los distintos puntos que componen una p -mediana.

El conjunto de ubicaciones es llamado comúnmente espacio solución y se puede representar de manera continua, discreta o de red:

La clasificación de los proyectos va de acuerdo al tipo de servicio brindado y en general existen 7 divisiones de unidades de negocio, dicha clasificación permite que un determinado número de proyecto sea asignado y pueda llevarse el control del mismo con una nomenclatura en específico como se muestra en la tabla 1.

Automotive 20	•Automotriz
Material Handling 30	•Manejo de materiales
General Finishing 40	•Acabados en general
Large Equipment Finishing 50	• Acabados de grandes equipos
High Temperature Systems 60	•Sistemas de alta temperatura
Plastic Finishing 70	•Acabados plásticos
Environmental Technology 90	•Tecnología ambiental

Tabla 1. Clasificación de unidades de negocio.

Fuente: Empresa

En la última década el crecimiento económico, industrial y demográfico de la zona centro del país se ha visto favorecido con inversiones principalmente de sectores industriales como son la industria automotriz, la industria de la transformación y la industria alimenticia.

Por dicha razón la zona del Bajío del país es conocida como un nuevo centro manufacturero de México, el crecimiento acelerado, ha orillado a los competidores de los sectores industriales a expandirse.

El proyecto comprende apoyar la toma de la decisión de la empresa, argumentando la mejor opción de localización de un CEDIS, ya que actualmente el almacenamiento llevado a cabo resulta ineficiente por la falta de espacio adecuado e incorrecta planeación y control de inventario y los niveles de servicio de entrega son no aceptables para la mayoría de ellos.

En primera instancia, se llevó a cabo un análisis de la situación actual, aplicando un *check list* que reveló que el almacén está pésimamente administrado.

La problemática de localización de instalaciones investiga dónde situar físicamente una instalación a modo de satisfacer las demandas de un grupo de clientes, todo esto está sujeto a una serie de restricciones, con el propósito de minimizar los costos según una función objetivo. Una correcta localización de instalaciones demanda de un estudio minucioso de los elementos que la puedan afectar tanto desde el punto de vista de la súper localización, como de la macro localización.

En este caso se analizaron los datos de los proyectos efectuados a lo largo de 5 años atrás y hasta la actualidad, como primer paso se efectuó una segmentación de clientes, en base a la unidad de negocio al que pertenecen, se realizó una matriz donde se pueden visualizar datos relevantes como el valor de venta en \$USD, costos de importaciones y costos de transportación, lo anterior se puede observar en la tabla 2.

No. de proyecto	Nombre	Clasificación	Cliente	Fecha	Estatus	Ubicación	Valor monetario millones USD
M20-0257	Act. car wash, fosfato y E-coat	Automotive	Daimler Chrysler	2012	Cerrado	Toluca, Edo. de México	USD 704,711
M20-0457	VWM Integr. Jetta A4 en estribos N3	Automotive	VWM	2013	Cerrado	Puebla, Puebla	USD 3,748,655
M20-0462	Nissan civic update tyristores	Automotive	Nissan	2014	Cerrado	Cuernavaca, Morelos	USD 10,476,072
M28-0758	DPCA China	Automotive	GM	2012	Activo	Silao, Guanajuato	USD 769,211
MX23-1096	AUDI SJCH	Automotive	AUDI	2015	Activo	San José Chiapa, Puebla	USD 5,850,000
M30-0320	Precisión cam lift	Material Handling	GM	2013	Cerrado	Silao, Guanajuato	USD 918,055
M30-0313	Transp. de cadena	Material Handling	Nissan	2014	Cerrado	Aguascalientes, Aguascalientes	USD 1,155,400
M30-0312	Precisión cam lift	Material Handling	Nothelfer	2013	Cerrado	Querétaro, Querétaro	USD 457,000
M30-0280	Sist. mov valores	Material Handling	Banco de la República de Colombia	2013	Cerrado	Bogotá, Colombia	USD 3,127,765
M07-0999	Carro EHB para demostración	Material Handling	GM	2013	Activo	Silao, Guanajuato	USD 599,800
MX30-0528	Healy IEMS	Material Handling	Healy	2015	Activo	D.F., México	USD 1,120,000
64-0383	NGK Tunnel Kiln with low O ²	High Temperature Systems	NGK	2014	Cerrado	Monterrey, Nuevo León	USD 2,990,900
69-0511	Ronal SLP	High Temperature Systems	Ronal	2015	Abierto	San Luis Potosí, SLP	USD 5,450,000
76-2270	Plastic Omnium	Plastic Finishing	Plastic Omnium	2012	Cerrado	Puebla, Puebla	USD 8,058,250

Tabla 2. Matriz de proyectos desarrollados por la empresa en el período de 2010 a 2015.

Fuente: Empresa

Posteriormente se realizó una ponderación de clientes con el fin de distinguir la incidencia de proyectos de cada uno de ellos y tener un métrico de importancia de los mismos. Esta breve clasificación arrojó que el cliente principal es Volkswagen de México ubicado en la ciudad de Puebla, ver tabla 3.

La directiva de la empresa analizada insiste en mejorar su servicio a las empresas que se encuentran localizadas en la zona del Bajío, debido al desarrollo inherente de la industria automotriz con cifras contundentes, en los últimos años dicha la industria ha obtenido un crecimiento en tres ámbitos de gran relevancia: mercado interno, exportaciones y producción. De acuerdo con la información proporcionada por Pro-México las cifras han alcanzado un nuevo nivel histórico para las armadoras en México, el país es ya productor de vehículos de gran calidad e innovación. Los vehículos hechos en México cumplen con altos estándares y son comercializados en los mercados más exigentes y competitivos a nivel internacional. (Ver Figura 10)



Figura 10. Ubicación de las principales plantas automotrices en México.

Tal como se menciona al inicio de este apartado, debido a los datos conocidos, así como a las variables que presenta el problema de localización de la empresa analizada, se determinó usar el modelo de p -mediana.

El problema de la p -mediana y sus extensiones se han utilizado para ubicar óptimamente almacenes, fábricas, sucursales bancarias, estaciones de ferrocarril, etc., utilizándose el término general de centro de distribución para referirse a cualquiera de las instalaciones mencionadas, llamándose por tanto centro de distribución o servicio a cada uno de los distintos puntos que componen una p -mediana.

Cliente	Ubicación	(Incidencia # de proyectos)
VWM	Puebla, Puebla	48
Daimler Chrysler	Toluca, Edo. de México	4
PEMSA	Celaya, Guanajuato	1
Chrysler	Toluca, Edo. de México	3
Nissan	Cuernavaca, Morelos	1
GM	Silao, Guanajuato	4
AUDI	San José Chiapa, Puebla	1
Nissan	Aguascalientes, Aguascalientes	1
Nothelfer	Querétaro, Querétaro	1
Banco de la República de Colombia	Bogotá, Colombia	1
Chrysler	D.F., México	2
Healy	D.F., México	1
Faurecia	San Luis Potosí, SLP	2
COMPAS	Aguascalientes, Aguascalientes	1
Benteler	Puebla, Puebla	2
KNAACK	Illinois, USA	1
Siemens	Querétaro, Querétaro	1
Brose	Illinois, USA	1
Daimler	Saltillo, Coahuila	1
NMEX	Aguascalientes, Aguascalientes	1
Hayes Lemmerz Aluminio	Chihuahua, Chihuahua	1
Magna	Querétaro, Querétaro	4
Metalsa	Saltillo, Coahuila	1
Superior	Chihuahua, Chihuahua	1
Ronal	San Luis Potosí, SLP	3
CMW	San Luis Potosí, SLP	1
NGK	Monterrey, Nuevo León	3
Plastic Omnium	Puebla, Puebla	1
SRG	Irapuato, Guanajuato	1
Honda	Celaya, Guanajuato	1
Plastic Omnium	San Luis Potosí, SLP	1
TRW	Reynosa, Tamaulipas	1

Tabla 3. Ponderación de clientes de acuerdo a incidencia y monto de los proyectos.

Fuente: Empresa

La mayoría de los métodos de localización parten de modelos deterministas, en los cuales todos los datos del problema son conocidos.

El modelo de la p -mediana es formulado de la siguiente manera:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_{ij} C_{ij},$$

Ecuación 1. Modelo p -mediana.

$$\text{s. a.} \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Ecuación 1.1. Restricción 1 p -mediana.

$$\sum_{j=1}^n X_{jj} = p$$

Ecuación 1.2. Restricción 2 p -mediana.

$$X_{ij} \leq X_{jj}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j$$

Ecuación 1.3. Restricción 3 p -mediana.

$$X_{ij} \in \{0, 1\}; \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Ecuación 1.4. Restricción 4 p -mediana.

La restricción (1.1) asegura que cada cliente es asignado a una mediana, en tanto que la restricción (1.2) garantiza que se seleccionen exactamente p localizaciones para las medianas. La restricción (1.3) afirma que los clientes se asignan a un centro de distribución (CD) solo si este ha sido seleccionado y en (1.4) se visualiza el conjunto de restricciones (1.4) especificando que todas las variables de decisión son binarias.

De acuerdo a la ubicación de los clientes, se construyó una tabla de distancias que permitiera desarrollar el modelo de p -mediana. Existen tres clientes localizados fuera de la República Mexicana, ver tabla 4 de los cuales se decidió no considerarlos en la matriz de distancias ya que la ponderación de dichos clientes es baja y es poco probable que haya proyectos en el futuro en esos países.

Cientes fuera del país	Ubicación
Banco de la República de Colombia	Bogotá, Colombia
KNAACK	Illinois, USA
Brose	Illinois, USA

Tabla 4. Clientes fuera de la República Mexicana.

Fuente: Empresa

Como puntos de origen se consideraron las mismas ciudades partiendo del origen 0, en este caso Puebla como lo muestra la tabla 5. A través de la matriz de distancias se pudo obtener a su vez una matriz de tiempos de recorrido entre ciudad y ciudad.

Para la modelación en Lingo se manejó una plantilla básica que busca minimizar las distancias, posteriormente se procedió a convertir las distancias mencionadas a costos por kilómetro.

Por otro lado en el programa de Octave se ingresó la matriz de distancias para poder obtener la comparación de resultados entre un método y otro.

A diferencia de la modelación en Lingo, en el *software* de Octave se consideraron las coordenadas de las ciudades donde están ubicados los clientes, lo cual se comprende como la demanda de la empresa.

Para hacer más precisa la búsqueda del punto óptimo se promediaron las coordenadas obteniendo un máximo y mínimo. Al ingresar los datos al programa se contempló como restricción el mínimo y máximo de las coordenadas obtenidas del cálculo de la media, con el propósito de acotar así las distancias, lo cual está expresado en la tabla 6.

De acuerdo a los resultados del método de *p*-mediana en los programas Lingo y Octave, Querétaro es el punto óptimo para la ubicación del CEDIS, por lo tanto se decidió considerar dos ciudades cercanas a dicho punto, las cuales son San Luis de la

Paz en el estado de San Luis Potosí y Celaya en Guanajuato, para el análisis cualitativo mediante el método de los factores ponderados.

Matriz de distancias

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	191k m	380k m	156 km	467 km	62.9 km	613 km	330 km	136 km	530 km	957 km	1,54 1 km	1,02 3 km	439 km	1,16 6 km	3,20 3 km
2	198k m	0	246 km	92.3 km	351 km	246 km	498 km	196 km	76.2 km	396 km	823 km	1,40 7 km	889 km	324 km	1,03 2 km	3,06 8 km
3	383 km	241 km	0	344 km	95.4 km	406 km	242 km	48 km	284 km	225 km	653 km	1,18 6 km	718 km	67.9 km	861 km	2,89 8 km
4	156 km	136 km	348 km	0	435 km	221 km	581 km	398 km	79.3 km	498 km	925 km	1,50 9 km	991 km	407 km	1, 134 km	3,17 1 km
5	477 km	353 km	98.4 km	438 km	0	500 km	156 km	142 km	378 km	172 km	600 km	1,10 0 km	666 km	40.2 km	808 km	2,84 5 km
6	63.1 km	245 km	408 km	222 km	495 km	0	641 km	358 km	190 km	558 km	986 km	1,56 9 km	1,05 1 km	467 km	957 km	3, 231 km
7	622 km	498 km	243 km	583 km	156 km	644 km	0	287 km	523 km	167 km	477 km	944 km	569 km	185 km	737 km	2,74 9 km
8	338 km	196 km	51.5 km	298 km	138 km	360 km	285 km	0	238 km	211 km	639 km	1,22 2 km	704 km	111 km	847 km	2,88 4 km
9	143 km	76.1 km	288 km	79.9 km	374 km	190 km	521 km	238 km	0	438 km	865 km	1,44 9 km	931 km	347 km	1,07 3 km	3,11 0 km
10	537 km	395 km	224 km	498 km	170 km	560 km	166 km	212 km	438 km	0	448 km	1,02 0 km	514 km	206 km	656 km	2,69 3 km
11	965 km	824 km	652 km	926 km	598 km	988 km	488 km	640 km	866 km	448 km	0	722 km	87.9 km	635 km	316 km	2,26 8 km
12	1,56 0 km	1,40 7 km	1,18 6 km	1,50 9 km	1,10 0 km	1,56 9 km	944 km	1,22 2 km	1449 km	1,02 0 km	722 km	0	810 km	1,13 2 km	1,03 7 km	2,38 2 km
13	1,02 3 km	889 km	718 km	991 km	666 km	1,05 1 km	569 km	704 km	931 km	514 km	87.9 km	810 km	0	701 km	218 km	2,19 1 km
14	439 km	324 km	67.9 km	407 km	40.2 km	467 km	185 km	111 km	347 km	206 km	635 km	1,13 2 km	701 km	0	844 km	2,88 1 km
15	1,16 6 km	1,03 2 km	861 km	1, 134 km	808 km	957 km	737 km	847 km	1,07 3 km	656 km	316 km	1,03 7 km	218 km	844 km	0	2,11 5 km

Tabla 5. Matriz de distancias clientes.

Fuente: Empresa

Tabla de coordenadas		
Puebla, Puebla	19.051224	-98.174839
Toluca, Edo. de México	19.299294	-99.629498
Celaya, Guanajuato	20.51038	-100.821444
Cuernavaca, Morelos	18.946157	-99.221341
Silao, Guanajuato	20.943399	-101.426035
San José Chiapa, Puebla	19.239278	-97.767533
Aguascalientes, Aguascalientes	21.88572	-102.290959
Querétaro, Querétaro	20.601197	-100.405413
D.F., México	19.435365	-99.137443
San Luis Potosí, SLP	22.152879	-100.976104
Saltillo, Coahuila	25.133741	-101.122216
Chihuahua, Chihuahua	28.726994	-106.119937
Monterrey, Nuevo León	25.699474	-100.325765
Irapuato, Guanajuato	20.677976	-101.351417
Reynosa, Tamaulipas	26.032942	-98.288688
Mínimo	18.946157	-106.119937
Máximo	28.726994	-97.767533

Tabla 6. Coordenadas de las ciudades donde hay demanda.

Fuente: Empresa

Inicialmente se realizó una tabla en la que se identificaron los factores cualitativos como lo es la cercanía de los proveedores, mano de obra calificada, infraestructura y facilidades, para el desarrollo de la industria entre otros, estos factores fueron propuestos por un grupo de expertos de cada Departamento de la empresa.

Matemáticamente este procedimiento se puede expresar como sigue:

El factor de localización: $S_i = w_j s_{ij}$ $j = 1, 2, 3, \dots, m$, donde S_i = puntaje total para ubicación w_j = peso para el factor j s_{ij} = puntaje para la ubicación en i en el factor j

Una vez obtenido el listado de los factores cualitativos se realizó un sondeo con los cuatro ingenieros del departamento de *Supplier Quality Management* (SQM), quienes debido a su experiencia evaluaron en una escala del 1 al 5.

Posteriormente se concentraron los resultados y se asignó una ponderación a los factores, otorgándoles un peso en relación al beneficio o importancia siendo 0.5 el menor peso y 3 el mayor. El método indica que el peso debe reflejar la importancia relativa del factor: cuanto más importante, mayor será su peso y que el puntaje ponderado debe de multiplicarse por el peso relativo del factor (w_j).

Una vez designado el peso se procedió a determinar el puntaje final mediante la operación matemática correspondiente.

Es importante considerar que a pesar de que alguna alternativa destaque de los demás, el modelo es sólo un refuerzo para tomar una decisión y no una decisión en sí misma, lo cual es recurrente en este tipo de modelos.

Hoy por hoy el almacén de la empresa comprende 2 naves para el almacenamiento de componentes eléctricos y mecánicos de todos los proyectos activos. Dichas naves tienen en total 620 m², lo cual resulta insuficiente para flujo de material que se recibe en la actualidad.

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante los distintos métodos y en base al análisis realizado, se sugiere que la nueva área designada para abrir el CEDIS sea al menos tres veces mayor al área actual.

Otra de las consideraciones importantes, es que el CEDIS debe estar ubicado en un parque industrial, que proporcione la infraestructura requerida para carga y descarga de materiales, características de las cuáles carece el edificio actual.

En la ciudad de Querétaro entre los principales parques industriales están FINSA, Aeroespacial, El Marqués, Zona industrial Benito Juárez y La Noria, todos ellos ofrecen excelentes facilidades y ventajas a las empresas industriales.

Para poder proporcionar un panorama general a la empresa, se realizó un contacto con los administradores de los parques para verificar la disponibilidad de espacios en renta. Por su ubicación, infraestructura y disponibilidad se sugiere el parque industrial El Marqués, ubicado en la zona industrial de Querétaro. De los espacios en renta existe uno con un área de 2,352 m², que cumple con el área mínima requerida en relación al almacén actual.

Asimismo debido a la naturaleza del material que se maneja en la compañía y de acuerdo con el proceso que se plantea en el manual de distribución en planta, edición 19 “Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV)”, se propone una designación de espacios mediante un diseño realizado en el programa google sketchup, los cuales se muestran en las Figuras 11 y 12.

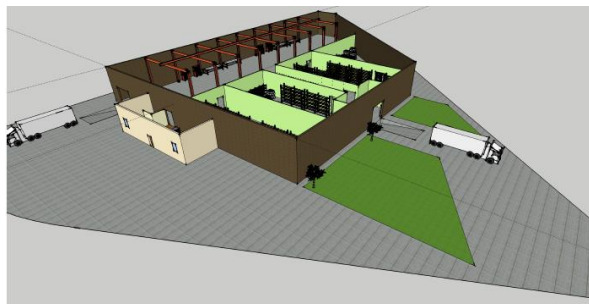


Figura 11. Vista en isométrico del *layout* propuesto, programa *Google sketchup*.

Fuente: Elaboración propia

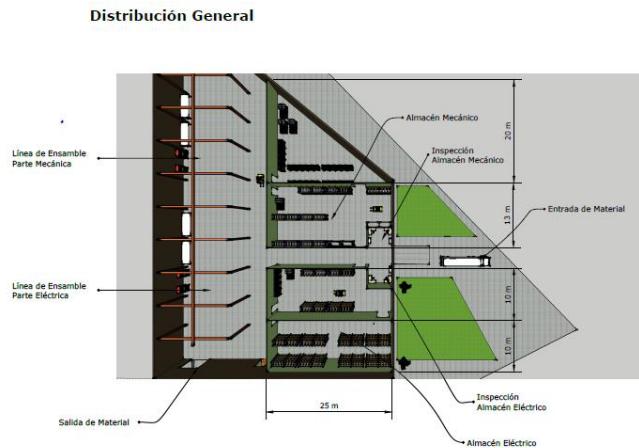


Figura 12. Vista distribución en planta del layout propuesto, programa Google sketchup.

Fuente: Elaboración propia

9. Presentación y discusión de resultados

Dado a la estratégica posición geográfica en la que se encuentran estados como Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Aguascalientes, proporcionan un excelente punto de enlace entre el comercio con la zona norte y sur del país, teniendo como principal medio de comunicación el sistema carretero nacional, en particular el troncal México-San Luis Potosí-Nuevo Laredo.

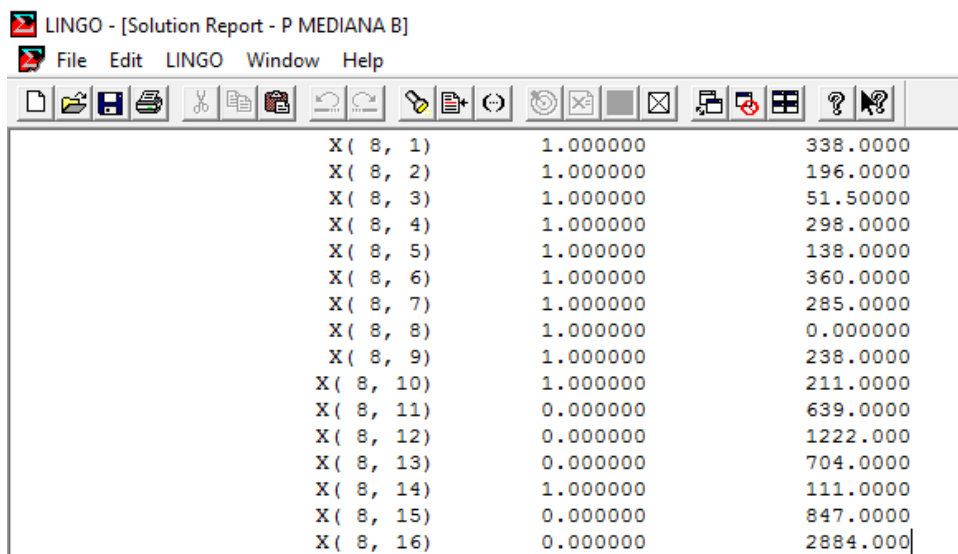
El modelo de p -mediana según la plantilla básica de distancias, refleja de manera preliminar que la localización ideal para el CEDIS, podrían ser las ciudades de San Luis Potosí o Querétaro, con la asignación de un grupo de clientes los cuales son considerados como nodos, ver tabla 7.

Los resultados del software Lingo muestran los nodos Figuras 13 y 15, en donde el nodo 8 corresponde a la ciudad de Querétaro y el nodo 10 a la ciudad de San Luis Potosí.

Ciudad	Número de Nodo
Puebla	1
Toluca	2
Celaya	3
Cuernavaca	4
Silao	5
San José Chiapa	6
Aguascalientes	7
Querétaro	8
D.F.	9
San Luis Potosí	10
Saltillo	11
Chihuahua	12
Monterrey	13
Irapuato	14
Reynosa	15

Tabla 7. Ciudades y relación de nodos en Lingo

Fuente: Elaboración propia



X(8, 1)	1.000000	338.0000
X(8, 2)	1.000000	196.0000
X(8, 3)	1.000000	51.50000
X(8, 4)	1.000000	298.0000
X(8, 5)	1.000000	138.0000
X(8, 6)	1.000000	360.0000
X(8, 7)	1.000000	285.0000
X(8, 8)	1.000000	0.000000
X(8, 9)	1.000000	238.0000
X(8, 10)	1.000000	211.0000
X(8, 11)	0.000000	639.0000
X(8, 12)	0.000000	1222.0000
X(8, 13)	0.000000	704.0000
X(8, 14)	1.000000	111.0000
X(8, 15)	0.000000	847.0000
X(8, 16)	0.000000	2884.0000

Figura 13. Resultados Lingo nodo 8.

Fuente: Corrida Lingo

LINGO - [Solution Report - P MEDIANA B]

File Edit LINGO Window Help

X(10, 1)	0.000000	537.0000
X(10, 2)	0.000000	395.0000
X(10, 3)	0.000000	224.0000
X(10, 4)	0.000000	498.0000
X(10, 5)	0.000000	170.0000
X(10, 6)	0.000000	560.0000
X(10, 7)	0.000000	166.0000
X(10, 8)	0.000000	212.0000
X(10, 9)	0.000000	438.0000
X(10, 10)	0.000000	0.000000
X(10, 11)	1.000000	448.0000
X(10, 12)	1.000000	1020.0000
X(10, 13)	1.000000	514.0000
X(10, 14)	0.000000	206.0000
X(10, 15)	1.000000	656.0000
X(10, 16)	1.000000	2693.0000

Figura 14. Resultados Lingo nodo 10.

Fuente: Corrida Lingo

Al correr el programa de Octave los resultados tuvieron semejanza con el programa Lingo, la gráfica de los nodos de demanda muestran la mejor ubicación para el CEDIS, (Ver Figuras 13 y 14).

Asimismo las coordenadas mostradas como solución fueron 21 de latitud y -100 de longitud, de forma más precisa 21.65° N y -100.35° O consideradas como mejor ubicación, dichas coordenadas corresponden a la ciudad de Querétaro, ver figuras 15 y 16.

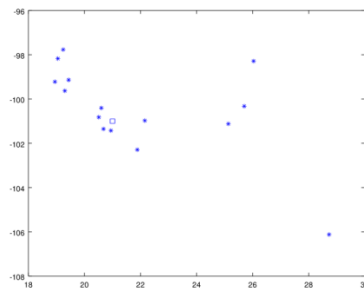


Figura 15. Gráfica resultados Octave.

Fuente: Corrida Octave



Figura 16. Mapa coordenadas óptimas Octave.

Fuente: Google Maps

El análisis cualitativo mediante factores ponderados dio como resultado que la Ciudad de Querétaro cumple en un 94.03% con los factores evaluados por los profesionales en la materia. Las ciudades cercanas consideradas tuvieron un menor puntaje, San Luis de la Paz 58.54% y Celaya 73.26% debido a que no cuentan con la infraestructura adecuada y tienen menores opciones en cuanto al tema del espacio rentable, ver tabla 8.

CONSIDERACIONES PARA SELECCIONAR LA UBICACIÓN ÓPTIMA						
No.	FACTOR	PONDERACIÓN	SAN LUIS DE LA PAZ (FRONTERA SLP-GTO) 21°17'55" N 100°30'59" O	CELAYA (GTO) 20° 31'44" N 100° 48'54" O	SANTIAGO (QRO) 20°35 '17" N 100°23' 17" O	MÁXIMA PUNTUACIÓN
1	Cercanía de clientes	3	36	42	57	60
2	Cercanía de proveedores	3	39	39	57	60
3	Disponibilidad de mano de obra calificada	3	24	39	57	60
4	Bajo costo de la mano de obra	2.5	32.5	35	42.5	50
5	Presencia de Industria automotriz	2.5	27.5	30	50	50
6	Cercanía de otras industrias semejantes	2	28	28	38	40
7	Infraestructura industrial	2.5	27.5	42.5	50	50
8	Disponibilidad de espacio rentable	1.5	19.5	24	30	30
9	Bajo costo del espacio rentable	1.5	18	21	25.5	30
10	Tipo de apoyos fiscales que se otorga a la industria	3	30	48	57	60
11	Seguridad	2	22	30	36	40
12	Densidad de población	0.5	5	7.5	9.5	10
13	Disponibilidad de aprovisionamiento de agua y desagüe	1.5	19.5	24	25.5	30
14	Bajo costo del agua	1.5	21	25.5	25.5	30
15	Disponibilidad de energía eléctrica en alta tensión	1.5	19.5	24	27	30
16	Disponibilidad de instituciones bancarias	1	14	15	20	20
17	Actitud de la comunidad hacia una nueva industria	0.5	6.5	7.5	10	10
18	Capacidad de alojamiento y/o de transportación para el personal	1.5	18	24	30	30
19	Nivel de vida y costo de servicios	1	10	14	20	20
20	Condiciones climatológicas	0.5	4	7.5	9.5	10
TOTAL:			421.5	527.5	677	720
			58.54%	73.26%	94.03%	

Tabla 8. Concentrado evaluación factores ponderados

Fuente: Empresa

10. Conclusiones y recomendaciones

Los dos programas utilizados para modelar la p -mediana coincidieron en que el punto óptimo que acorta distancias y por lo tanto disminuirá costos de transporte es la ciudad de Querétaro.

Un análisis cualitativo de este punto como ubicación óptima, ofrece las siguientes ventajas de forma general y en comparación a ciudades cercanas como lo son:

- La cercanía con los clientes actuales, tales como: Ronal, Siemens, Flex-N-Gate, Honda, SRG, GM, Bañera de hidromasaje, PEMSA.
- La cercanía con los clientes potenciales, tales como: Toyota, Mazda, Thyssen Krupp Bilstein, CNH, Soriana, VW-MAN.
- Aumento de clientes potenciales debido a la reducción de tiempo de respuesta.
- Incrementar la presencia de la compañía y aunado a esto generar competencia directa con las empresas integradoras de la zona Dürr, GKS, KMI.
- Con sólo 330 kilómetros de distancia (o 4 horas) desde la oficina central en Puebla, permite un mejor control al tiempo que una reducción en los gastos de viaje en comparación con la ciudad de San Luis Potosí.
- Aumento de la base de proveedores locales y extranjeros debido a la posición geográfica.
- Buenas conexiones de vuelo.
- Una mejor opción para los empleados en términos de relocalización o el cambio de residencia en comparación con San Luis Potosí.

De acuerdo a los resultados obtenidos se propone a la organización considerar a la ciudad de Querétaro como la mejor ubicación posible, para la apertura del nuevo centro de distribución. Dicha decisión es argumentada bajo los modelos aplicados en el desarrollo de este proyecto.

11. Reflexiones personales

El realizar un proyecto de esta índole implica un recorrido largo con altibajos en los cuales fue importante recordar los motivos que me llevaron a realizar este trabajo recepcional.

De la literatura existente dentro del área logística, un autor obligado es Ronald H. Ballou, quién en uno de sus libros, me inspiró con una frase que dedica a todos los administradores de logística y de la cadena de suministros de todo el mundo

“Yo he oído de ti... que en ti se halló luz, entendimiento y mayor sabiduría... Yo, pues, he oído de ti que puedes dar interpretaciones y resolver problemas... serás vestido de púrpura y collar de oro llevarás en tu cuello...” Los conocimientos adquiridos durante el Posgrado, han sido de gran relevancia en mi área profesional, ya que pude poner en práctica las herramientas aprendidas, enfocándolas a la solución de un problema.

Las empresas se enfrentan día a día a una serie de toma de decisiones, la localización de una planta productiva, almacén o centro de distribución son parte de las decisiones fundamentales, ya que de estas se despliegan varios factores.

Los temas logísticos de ubicación de plantas y gestión de almacenes son muy extensos y la limitante del tiempo para desarrollar este proyecto no me permitió ahondar más en la manera que yo deseaba. Este trabajo terminal permite marcar la pauta para futuras investigaciones y así sugerir a la empresa información más detallada sobre cómo debe administrar un centro de distribución y abarcar temas productivos que no fueron considerados en el alcance de este proyecto.

12. Referencias bibliográficas

- Arrieta Posada, J. (2011). Aspectos a considerar para una buena gestión en los almacenes. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 15.
- Aguilar Rascón, C. (2012). El otro lado de la logística, una visión estratégica:tendencias del aprovisionamiento en las cadenas de valor para el desarrollo sostenible. *Revista del centro de investigación México*, 13.
- B. Render, J. H. (2004). *Principios de administración de operaciones* (5a ed.). México, México: Pearson educación.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro* (Quinta edición ed.). México, México: Pearson Educación.
- Barnum, C. (s.f.). *The Journal*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2010, de Bringing Induction to the Teacher: A Blended Learning Model: http://thejournal.com/articles/2002/09/01/bringing-induction-to-the-teacher-a-blended-learning-model.aspx?sc_lang=en
- Bolten, E. F. (1997). *Warehouses - Management*. New York : AMACOM.
- Carro, R. P., & Gonzalez, D. G. (2004). *Logística empresarial*. Mar del Plata, Argentina: Nülan.
- CEEI CV, C. C. (2008). *Distribución en planta*. Valencia: CSB.
- Chopra, S. (2015). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation* (6th ed.). Pearson.
- Clemente, A. B., & Medina, S. R. (10 de Octubre de 2009). La importancia económica de los almacenes y los almacenes generales de depósito. *Comercio Exterior*, 59(10).
- Cronbach, L. (1951). Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, Vol.16.
- De la Fuente, D. G. (2006). *Organización de la producción en ingenierías*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Diéguez , E. L., & Pérez, P. A. (2007). *Métodos de localización de instalaciones de producción y servicios*. Buenos Aires: El ateneo.
- Drezner, Z., & Hamacher, H. W. (2004). *Facility Location: Applications and Theory*. California: Springer.
- EAE, B. S. (2014). Layout del almacén y planificación de la cadena de suministros. *Retos en supply chain*.
- Gwynne, R. (2011). *Warehouse management a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. London: Konan Page.

- Hernández, R. F. (2013). *Libro de logística de almacenes*. Habana: Rimed.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones* (5ta edición ed.). México: Mc Graw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.
- Koontz Harold, W. H. (2013). *Elementos de administración- Un enfoque internacional* (7ma edición ed.). México: Mc Graw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V.
- Mira, A. (2006). *Claves y perspectivvas de los operadores logísticos*. Barcelona, España: ICG Marge, SL.
- Mora, L. A. (2010). *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Pagonis, W. G., & Gruikshank, J. L. (1992). *Moving Mountains: Lessons in Leadership and Logistics from the Gulf War*. United States: Harvard Business Press.
- Pelegrín, B. P. (2004). *Avances en localización de servicios y sus aplicaciones*. Murcia: Universidad de Murcia, España.
- Pérez, C. (2009). *Técnicas de Análisis de Datos con SPSS 15*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Porter, M. E. (2002). *Ventaja competitiva*. S.L.Grupo patria cultural. Alay Ediciones.
- Porter, M. E. (2012). *Ser competitivo, nuevas aplicaciones y conclusiones*. España: Deusto.
- Ragas, P. I. (2014). *Centros logísticos. Planificación, promoción y gestión de los centros de actividades logísticas*. (Segunda edición ed.). (I. Marge, Ed.) México, México: Algaomega Grupo Editor.
- Robusté , F. A. (2005). *Logística del transporte*. Cataluña: 202-205.
- Rushton , A., Croucher, P., & Baker, P. (2010). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. London: Kogan Page Limited.
- Tejero , J. J. (2008). *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. España: ESIC Editorial.
- Tejero, J. J. (2011). *Logística integral. La gestión operativa de la empresa*. (Cuarta edición ed.). Madrid, Pozuelo de Alarcón, España: ESIC EDITORIAL.
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The Warehouse Management Handbook*. Tompkins Press.
- Velazquez, E. V. (2012). *Canales de distribución y logística*. México: Red tercer milenio.
- Volta, C. A. (15 de Enero de 2016). *www.interempresas.net*. Obtenido de Interempresas: <http://www.interempresas.net/>

13. Anexos

Anexo 1. Check list almacén

Anexo 2. Concentrado de matrices

Anexo 3. Corrida software Lingo

Anexo 4. Corrida software Octave

EISENMANN

Eisenmann, S.A. de C.V.
Tel.: +52 222 2311712
Fax: +52 222 2498835
info.mexico@eisenmann.com
www.eisenmann.com

Dirección
Ave. 15 de Mayo 2933, Las Hadas
72070 Puebla, Pue.
México

Reg. Federal de Contribuyentes
EIS9604016J3

Eisenmann, S.A. de C.V. • Ave. 15 de Mayo 2933, Las Hadas • 72070 Puebla, Pue. • MX

Puebla, Puebla a 19 de Julio 2016.

Dr. José Luis Martínez Flores
Coordinador del Posgrado de Logística
UPAEP

Por este medio hacemos constar que la licenciada **Daniela Rebeca Rosado Hidalgo**, quien colabora en nuestra organización con número de empleado 200456 y quien estudia la Maestría en Logística y Dirección de la Cadena de Suministro en la UPAEP, ha hecho de su conocimiento la culminación de su trabajo recepcional denominado **"Ubicación y operación de un centro de distribución de una empresa de la Industria Automotriz"**, del cual hemos recibido el documento impreso como evidencia de su desarrollo y quedamos atentos a la presentación correspondiente de dicho trabajo ante la institución académica que usted representa.

Cabe señalar que los puntos desarrollados en el proyecto, consisten en una propuesta de localización del centro de distribución Eisenmann II, todo esto basado en herramientas que facilitan la toma de decisiones.

Sin otro particular, nos despedimos de Usted.

Atentamente

Esmirna López
Human Resources Manager
EISENMANN S.A. DE C.V.

Juan Carlos De la Cruz
Vice President Purchasing & Logistics
EISENMANN S.A. DE C.V.

EISENMANN S.A. DE C.V.
BLVD. 15 DE MAYO 2933 FRACC. LAS HADAS
C.P. 72070 PUEBLA, PUE., MEXICO
R.F.C. EIS 960401 6J3
TEL. (52) 222 231 17 12