



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL

**UN MODELO MATEMÁTICO PARA CANALES TRADICIONALES DE DISTRIBUCIÓN DE
UNA EMPRESA DE MODA EN MÉXICO**

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
CARLOS MEDINA TORIBIO

TUTOR PRINCIPAL
DR. MANUEL DEL MORAL DÁVILA
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO. AGOSTO 2016

JURADO ASIGNADO:

Presidente: M.I. Fuentes Zenón Arturo
Secretario: Dr. Sánchez Guerrero Gabriel
Vocal: Dr. Del Moral Dávila Manuel
1 er. Suplente: M.I. Rivera Colmenero José Antonio
2 d o. Suplente: Dr. Aceves García Ricardo

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Universidad Nacional Autónoma de México,
Facultad de Ingeniería

TUTOR DE TESIS:

Dr. Del Moral Dávila Manuel

FIRMA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar a concluir este paso y por todo lo que has puesto en mi camino.

A mis padres, porque siempre me apoyaron tanto en mis estudios como en mi vida, gracias por todo el aprendizaje. Siempre estarán en mi corazón. Los extraño mucho

A todos mis hermanos: Araceli, Eduardo, Uriel, Sandra, Liliana, Beatriz y Efraín, por el apoyo incondicional, los ánimos, las pláticas y risas.

A mis amigos y compañeros que conocí durante la maestría: Eduardo, Daniel y Jessica

Al Dr. Luis Cadarso Morga por haberme aceptado y por todo el apoyo brindado en España.

A mi director de tesis, el Dr. Manuel del Moral Dávila, por la paciencia, dedicación y apoyo durante la realización de esta tesis.

A mis sinodales por su tiempo, dedicación y apoyo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por ser mi segunda casa al cabo de estos 9 años que comencé a estudiar en esta excelente institución.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado durante mi estancia en la maestría.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 1 |
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1: Industria de la moda | 3 |
| 1.1 Moda..... | 3 |
| 1.1.1 Alta producción..... | 5 |
| 1.2 Moda internacional..... | 10 |
| 1.2.1 Marcas | 13 |
| 1.3 Moda en México | 23 |
| 1.4 Complejidad de la industria de la moda | 26 |
| Capítulo 2: Papel de la logística en los canales tradicionales | 30 |
| 2.1 Logística | 30 |
| 2.1.1 Necesidades para mejorar el área de logística | 34 |
| 2.1.2 Costos logísticos..... | 34 |
| 2.2 Canales tradicionales | 37 |
| 2.2.1 Distribución | 37 |
| 2.2.2 Almacenaje con el fabricante con envío directo..... | 39 |
| 2.2.3 Almacenaje con el fabricante con envío directo y consolidación en tránsito..... | 41 |
| 2.2.4 Almacenaje con el distribuidor con entrega por mensajería | 42 |
| 2.2.5 Almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio..... | 44 |
| 2.2.6 Almacenaje con el fabricante/distribuidor con recolección por parte del cliente | 45 |
| 2.2.7 Almacenaje con el vendedor con surtido por parte del cliente | 47 |
| 2.3 Distribución en la moda | 49 |
| Capítulo 3: Modelos matemáticos..... | 53 |
| 3.1 Problemas de redes de transporte | 53 |
| 3.1.1 Modelo de transporte..... | 54 |
| 3.1.2 Método de solución inicial | 56 |
| 3.1.3 Modelo de transbordo..... | 58 |
| 3.1.4 Modelo de asignación | 59 |
| 3.1.5 Método húngaro | 59 |
| 3.2 Problema teórico de ruteo de vehículos | 60 |
| 3.2.1 El problema del agente viajero (TSP) | 62 |
| 3.2.2 Modelo VRP (Problema de ruteo de vehículos)..... | 63 |
| 3.2.3 El Problema de rutas de vehículos con restricciones de capacidad (CVRP)..... | 65 |
| 3.2.4 Problema de ruteo de vehículos con flota heterogénea (HVRP)..... | 66 |
| 3.2.5 Problema con ventanas de tiempo (VRPTW)..... | 67 |

| | |
|---|------------|
| Capítulo 4: Aplicación de un modelo matemático CVRP en una empresa de moda en México | 69 |
| 4.1 Situación actual | 69 |
| 4.2 Red de tiendas en la Ciudad de México y zona Metropolitana | 71 |
| 4.3 Aplicación del modelo matemático CVRP | 74 |
| 4.3.1 Validación del modelo en un programa | 78 |
| 4.4 Sugerencias..... | 82 |
| Conclusiones | 88 |
| Referencias | 90 |
| ANEXO 1. Entrevista con Grupo Axo. Enero del 2016 | 92 |
| ANEXO 2. Validación y resultados situación actual | 94 |
| ANEXO 3. Resultados aplicando sugerencias. | 102 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla 1. Ranking de empresas de moda. Elaboración propia.....</i> | <i>16</i> |
| <i>Tabla 2. Información Financiera, Fuente: Elaboración propia. Reportes anuales 2014.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Tabla 3. Métricas financieras. Fuente: Elaboración propia</i> | <i>19</i> |
| <i>Tabla 4. Tasa de rendimiento al accionista. Fuente: Elaboración propia</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabla 5. Principales métricas financieras. Fuente: Elaboración propia</i> | <i>20</i> |
| <i>Tabla 6. Principales métricas financieras (%). Fuente: Elaboración propia</i> | <i>21</i> |
| <i>Tabla 7. Características de desempeño del envío directo. Fuente: (Sunil Chopra, Peter Meindl, 2008)</i> | <i>40</i> |
| <i>Tabla 8. Características del desempeño de la consolidación en tránsito. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)</i> | <i>42</i> |
| <i>Tabla 9. Características del desempeño del almacenaje con el distribuidor con entrega por medio del transportista. Fuente: (Sunil Chopra, 2008).....</i> | <i>43</i> |
| <i>Tabla 10. Características del desempeño del almacenamiento con el distribuidor con entrega a domicilio. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)</i> | <i>45</i> |
| <i>Tabla 11. Características del desempeño de la red con sitios con recolección por parte del cliente. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)</i> | <i>47</i> |
| <i>Tabla 12. Características del desempeño de almacenamiento local con sitios de recolección por parte del cliente. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)</i> | <i>48</i> |
| <i>Tabla 13. Características de e-commerce. Fuente: Elaboración propia</i> | <i>50</i> |
| <i>Tabla 14. Moda en e-commerce. Fuente: (www.ecomandjobs.com) Elaboración propia</i> | <i>51</i> |
| <i>Tabla 15. Demanda con cajas actuales. Elaboración propia</i> | <i>73</i> |
| <i>Tabla 16. Matriz de Costos. Elaboración propia</i> | <i>74</i> |
| <i>Tabla 17. Demanda con nuevas cajas. Elaboración propia</i> | <i>84</i> |
| <i>Tabla 18. Comparación programas. Elaboración propia</i> | <i>87</i> |

Resumen

En años recientes, el interés de las empresas por la logística ha aumentado al reconocerse su potencial para resistir presiones derivadas de cambios en las preferencias de los consumidores y de alzas de costos en las industrias. Las empresas manejan mercancías en sus transacciones, por lo que se vuelve necesaria la existencia de un sistema que organice este movimiento con efectividad. Actualmente las empresas de la industria de moda, especialmente las empresas de moda Premium, tienen grandes problemas de distribución lo cual perjudica en costos logísticos, servicio al cliente, cobertura y además están limitadas a pocas opciones de distribución, sin embargo, se pueden considerar otros canales alternativos sin generar costos mayores de distribución.

La introducción de la venta por internet ha descompuesto canales tradicionales debido a que la mercancía es llevada a domicilio, es por esta misma razón que se contrata empresas dedicadas a hacer esta labor.

En el presente trabajo se realizará un modelo CVRP que ayude a eficientar los canales tradicionales de distribución tratando de reducir costos y mejorando el nivel de servicio al cliente, logrando tener mayor cobertura de tiendas así como dando mayor prestigio a la marca en cuanto a disponibilidad y calidad. El proceso consiste en generar la suficiente información geográfica, determinar las rutas existentes, demandas y ofertas, seleccionar la mejor ruta de acuerdo al modelo y finalmente validarlo en tres programas de computación donde se espera proponer el mejor programa justificándolo. Finalmente se darán las conclusiones y sugerencias a dicha empresa de moda. Se recomendará realizar un cambio en el área logística que ayude a disminuir costos y la eliminación de algunos procesos.

Introducción

La importancia de estudiar la industria de la moda es que esta crece rápidamente, comenzando a penetrar nuevos mercados, esto es exportando ropa, o abriendo tiendas, almacenes, centros de distribución en otro país que no sea del origen de la marca.

El estudio se compone de cuatro capítulos y un apartado de conclusiones y sugerencias, un breve resumen de cada capítulo se presenta a continuación.

En el **Capítulo 1** describe brevemente las características de la Industria de la Moda, se genera una comparación del ranking de las 10 empresas más importantes del mundo del sector moda y se analiza mediante un estudio financiero basado en sus reportes anuales 2014. Se describe la situación actual de la Industria en México mediante un análisis FODA y posibles ventajas y desventajas.

En el **Capítulo 2** se presenta el papel de la logística en la industria de la moda y se describen los tipos de canales tradicionales de distribución basados en Chopra. Además se estudia la distribución en la moda.

En el **Capítulo 3** se presenta los conceptos de redes, y tipos de modelos matemáticos. Finalmente se presenta el modelo VRP y algunas de sus variaciones

Finalmente en el **Capítulo 4** se hace una recopilación de información geográfica de las rutas existentes de una empresa de moda, se analiza el modelo CVRP aplicada en la información recopilada y se valida el modelo en tres programas de cómputo, dando así una comparación y justificación del mejor programa. Se plantea una alternativa para disminuir costos logísticos y esto se vea reflejando en el modelo CVRP.

Objetivo general

- Proponer y aplicar un modelo CVRP para mejorar la red de canales de distribución en una empresa de Moda en México.

Objetivos específicos

- Generar opciones de recuperación.
- Generar trazabilidad de nuevos canales alternativos.
- Mejorar el área de logística.
- Servir de ejemplo para empresas de moda en crecimiento en México.
- Proponer un sistema de cómputo competitivo.
- Proponer alternativas de distribución en la empresa.
- Reducir los costos logísticos.

Hipótesis

Un modelo matemático puede ayudar a genera mejores opciones de distribución e impactar en el ámbito de nivel de servicio al cliente en una empresa de moda en México.

Con ayuda de programas de como GAMS se puede mejorar el análisis informático de dicho modelo.

Capítulo 1: Industria de la moda

No es la apariencia, es la esencia. No es el dinero, es la educación. No es la ropa, es la clase.

Coco Chanel

En la actualidad la moda ha empezado a ser de los negocios con mayor ganancia en la industria de la confección y el vestido, está dividida principalmente en dos sectores: informal-elegante y alta costura, además de fabricantes de ropa, diseñadores, comerciantes, compradores etc.

La industria de la moda es una industria creciente debido a miles de millones de productos producidos como vestidos, trajes y otros accesorios que los consumidores compran. La industria de la moda en América Latina representa un valor en producción y comercialización de productos cercana a 480 millones de dólares al año y creció a un 26% en los últimos cinco años frente a un aumento casi de cero en los años previos. (<http://www.economiahoy.mx/>)

Moda, más que cualquier otra industria en el mundo, abarca obsolescencia como una objetivo principal; moda rápida, simplemente aumenta las expectativas. No existe sector donde la competencia sea más intensa que en el de bienes de consumo masivo, ya sean estos perecederos o no, como por ejemplo la industria de la moda¹

1.1 Moda

Algunos conceptos de moda:

- La palabra moda proviene del francés mode, una moda es un uso o costumbre que está en determinada región durante un cierto periodo. Se trata de una tendencia adoptada por una gran parte de la sociedad, generalmente asociada a la vestimenta.
- La moda puede ser definida como un mecanismo que regula las elecciones de las personas ya que, por una especie de presión social, indica a la gente qué debe consumir, utilizar o hacer. La moda se convierte en un hábito repetitivo que identifica a un sujeto o a un grupo de individuos. (Definición.de.com)

Algunos conceptos de colección:

- Una colección de moda es un conjunto de prendas creadas por un diseñador con una coherencia interna en términos de estilo y destinada a una temporada del año en concreto.

¹ (Annamma Joy, John F. Sherry, Alladi Venkatesh, 2012)

Las colecciones se presentan a los clientes en:

- Muestrarios.
- Sobre maniqués reales en pases de modelos (pasarelas).
- Show rooms con objeto de promocionarlas para ser vendidas.

Dos colecciones en diferentes temporadas del año:

- Colección Otoño – Invierno
- Colección Primavera - Verano

Una colección de ropa, un grupo de modelos, un escenario, una pasarela y una audiencia parecen ser las herramientas básicas de esta pequeña performance organizada para dar a conocer la colección de un diseñador. Herramienta de marketing, medio de comunicación o actividad a través de la cual transmitir de la manera más adecuada una colección, la pasarela es un formato abierto y cambiante.

En las pasarelas, las marcas de moda promocionan sus últimas colecciones. En función del mercado al que vayan dirigidas, se organizan tanto durante las semanas de la moda en todo el mundo como en presentaciones al gran público. Es una herramienta de promoción, pero también es muy costosa y no implica una contrapartida económica directa. Solo si consigue un aumento de pedidos en su showroom gracias a las reseñas positivas de su colección logrará recuperar parte de la inversión.



El desfile de moda es una herramienta promocional característica del sector de la moda. El fin último de un desfile de moda es vender. En caso de prendas de alta costura, no se pretende vender las prendas de los desfiles, sino que éstas actúen como un medio más para consumir el resto de productos de la firma. Por ejemplo, los vestidos de alta costura de Chanel o Dior, no pretenden ser vendidos

(aunque pueden serlo), sino que empujan a los consumidores a querer aspirar a algún fragmento de estas marcas, ya sea un bolso, un pañuelo, o unas gafas de sol.

Los desfiles en las distintas pasarelas que se organizan alrededor del mundo, se celebran dos veces al año: enero-febrero y septiembre-octubre, formando parte de un calendario anual en el que se contemplan los estadios de diseño, producción, distribución y venta de las colecciones, que se diseñan habitualmente con un año de antelación.

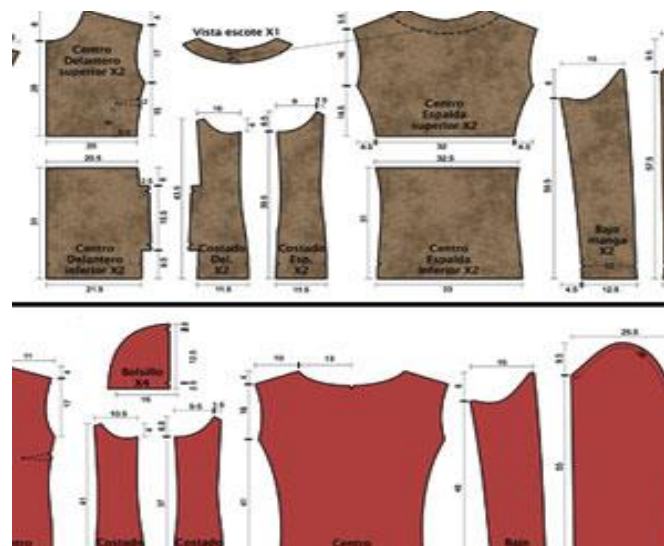
Nueva York, Londres, Milán y París son, por tradición, los lugares de la moda con más repercusión y con una cobertura mediática mayor, pero últimamente capitales como Copenhague, Berlín o Sidney han logrado situarse dentro de la moda.

La moda no es solo el diseño si no la expansión creativa, el boceto o el esquema que se realiza. La moda es el proceso de producción de la moda, el diseño es lo más importante de la prenda y se enfoca totalmente su éxito, pero la moda es la expresión final del proceso que involucra diseño, materia prima, confección, producción, la exhibición en pasarelas y distribución en tiendas, hasta llegar al consumidor, por tanto cuando el producto llega a las manos del cliente, el producto se convierte en moda.

1.1.1 Alta producción

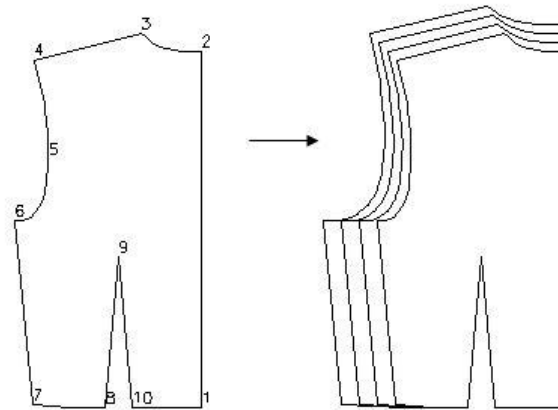
Proceso de producción (Patronaje, escalado y corte)

El patronaje es el sistema de organización de la construcción de una prenda de vestir: consiste en desglosar por piezas separadas las diferentes áreas del cuerpo humano a vestir de forma tal que cada pieza se adapte a esa área y que la unión de todas las piezas en un orden predeterminado produzca como resultado un modelo de prenda que corresponda al propuesto.



El escalado es una función para la obtención de patrones de diferentes tallas a partir de uno o dos patrones originales. Existen tres tipos de escalado:

- Proporcional: los incrementos entre tallas se mantienen constantes en toda la serie.
- Diferencial: los incrementos entre tallas varían dentro de la serie.
- Automático: obtención de tallas interpoladas y extrapoladas a partir de dos tallas originales.



En la etapa de corte se realizan sobre las telas las tareas necesarias para que todas las piezas que componen un modelo estén trazadas y sean cortadas en bloques para pasar al proceso de costura.



Confección

Es el nombre dado a la unión de todas las partes que componen la prenda por medio de costuras. Esta es una actividad realizada principalmente por empresas que efectúan el proceso diseño-corte-confección y por talleres denominados “confeccionistas” que pueden ser subcontratados para realizar el armado, costura y procesos finales de las prendas de vestir.



Acabado

Los acabados de prendas de vestir incluyen, principalmente: bordado, estampado, lavado y planchado. Para cada uno de estos acabados existen tecnologías avanzadas de lo cual se hace referencia en el siguiente apartado. Al término de la confección y acabado de la prenda se realiza el proceso de etiquetado para lo cual existen también innovaciones tecnológicas.



Control de calidad y embalaje

Son dos actividades que están evolucionando con los avances tecnológicos. El control de calidad se efectúa debido a las exigencias de los clientes. En este caso, el mínimo error puede implicar la devolución de la mercancía, de ahí la importancia de esta etapa.

El embalaje se refiere al conjunto de materiales y procedimientos que sirven para acondicionar, presentar, manipular, almacenar, conservar y transportar prendas de vestir. El embalaje consiste en colocar la prenda en una caja o envoltura que proteja al producto durante su transportación de la fábrica a los centros de consumo.

Además de proteger y permitir la manipulación y el transporte, debe cumplirse con regulaciones de etiquetado e información del contenido. Actualmente existen equipos para empaquetar automáticamente cajas, complementado con otras máquinas (pesadora, etiquetadora, etc.) en zonas de embalaje totalmente automatizadas.



Venta y comercialización

La última etapa dentro de la cadena productiva es la venta y comercialización de las prendas. Existen dos canales típicos:

- a) Ventas directas
- b) Ventas por intermediarios (nivel nacional o internacional).

Esto se puede dar tanto en el mercado formal como en el informal.

A continuación un resume todo el proceso de producción y comercialización.

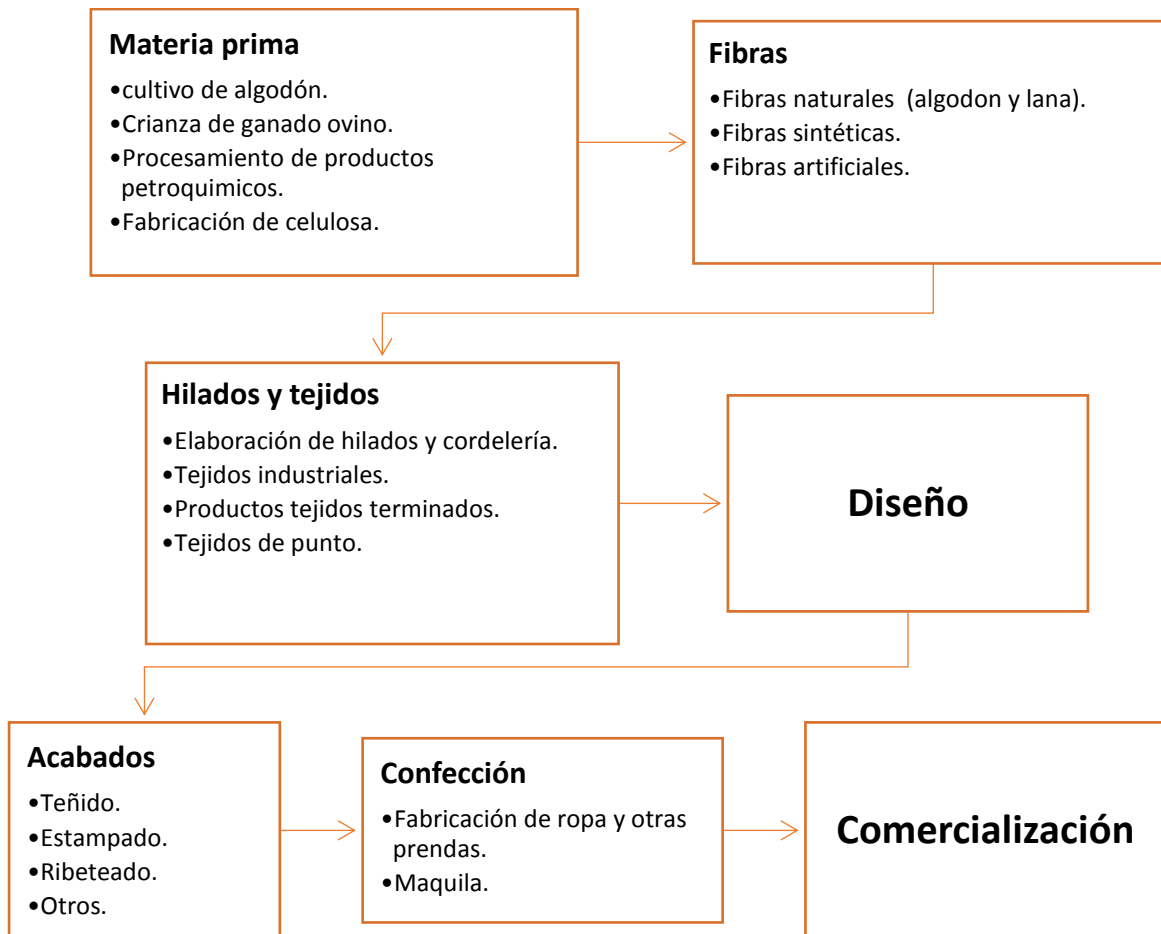


Ilustración 1. Proceso de Fabricación. Fuente: Industria del vestido.

Rivalidad de las empresas

La competencia y rivalidad entre las empresas de la industria del vestido en México se presenta en las siguientes dimensiones principales:

- a) Precio.
- b) Calidad.
- c) Tamaño de empresa.
- d) Segmento.
- e) Servicios proporcionados.
- f) Potencial creativo.
- g) Innovación del producto.
- h) Desarrollo e implantación.
- i) Especialización del producto.

1.2 Moda internacional

Industria de la moda en Europa

Europa ha sido durante toda la historia protagonista de las creaciones textiles y de moda, así como el lugar de origen de marcas y fabricantes, innovadores, diseñadores y artistas.

Actualmente el sector textil y de confección de la Comunidad Europea sigue siendo una industria basada en las Pequeñas y Medianas Empresas (PYME), dentro de éstas existen menos de 50 trabajadores que son prácticamente el 90% de la fuerza de trabajo y producen alrededor de 60 % del valor agregado.

La relación de Europa con la industria de la moda en el mundo se desarrolla cada vez más. Las importaciones de ropa de la Comunidad Europea aumentaron durante el 2014.

La Unión Europea es el primer exportador en cuanto a productos textiles y el segundo es China en el rubro de las exportaciones de prendas confeccionadas, además es el líder en cuanto al diseño y la moda.

La industria de la moda es uno de los sectores más vibrantes y creativos en Europa. Con más de cinco millones de personas empleadas directamente en la cadena de valor de la moda y de 850,000 empresas, estas industrias constituyen una importante contribución a la economía de la Unión Europea, con 525 mil millones de euros anuales.²

Debido a la necesidad de cambio por la liberalización del comercio y el aumento de la competencia externa, la evolución de los consumidores, los avances tecnológicos, los cambios en los costos de producción y los problemas ambientales, las industrias de la moda se caracterizan por la continua reestructuración y modernización, además de búsqueda de nuevas oportunidades de crecimiento y mejora.

La gestión responsable de las empresas es un elemento clave en cualquier estrategia empresarial moderna, no sólo en las economías y las sociedades desarrolladas como la europea, sino también en los países emergentes y en desarrollo.

Recientemente las empresas pertenecientes a la cadena de valor de la moda se han visto involucradas en problemas de seguridad de los trabajadores en las fábricas de países tercermundistas, por consecuencia, es importante seguir desarrollando iniciativas por compañías europeas, con el fin de minimizar los posibles riesgos sociales y ambientales, además de maximizar los beneficios de las estrategias proactivas y responsables de las empresas europeas, así como su reputación y competitividad sostenible a largo plazo.

² (Juan Pablo Antún, Angelica Lozano, Rodrigo Alarcon, 2003)

Comportamiento del consumidor europeo

- El segmento medio ha disminuido, en contraste con el segmento de descuento y el de lujo que han aumentado, es decir, el consumidor europeo tiene mayor inclinación a los precios pero también al gusto por productos Premium.
- La tendencia del vestir cambia frecuentemente de un estilo a otro como elegante a más casual. Las preferencias de moda difieren de un país a otro dentro de la Unión Europea.

Industria de la moda en los Estados Unidos

Comportamiento del consumidor

En el mercado americano, el consumidor cambia su comportamiento de compra dependiendo de situaciones, como:

- El cliente busca opciones basadas en valor, esto significa que el consumidor prefiere por lo general tiendas de descuento y tiendas en donde pueda comprar ropa de marca, calidad y valor.
- En la actualidad el consumidor no quiere gastar tanto tiempo en hacer compras, esto lleva a que los clientes compren en cajas rápidas y fáciles, es decir, los productos que adquiere deben ser prácticos, que ahorren tiempo, y de cuidados sencillos.
- Algunos segmentos de clientes aumentan y se generan oportunidades hacia los minoristas para satisfacer necesidades y gustos.³

Las empresas logran diferenciarse unas de otras y mantienen la atención de los clientes mediante la creación de estilos originales e importantes cambios de presentación, eficientes procesos en las líneas del producto, generando así ciclos de vida de moda más cortos.

Las colecciones de marca propia son estrategias minoristas para diferenciarse y lograr márgenes altos.

Industria de la moda en china

China está jugando un papel cada vez más importante en la industria de la moda. Es un país con una expansión y un desarrollo rápido cuya población representa el 20% de la población global, y ha encontrado un nuevo territorio para su renta disponible: La moda y sus marcas finas, las cuales no dejan de ser solicitadas.

El incremento del poder adquisitivo y la rápida urbanización que se está llevando a cabo en China son los responsables. Según el estudio China Apparel Industry Report 2013-2016, el tamaño del sector de la moda en el país aumentó hasta los 1.1 billones de yuanes (1,311 billones de euros) por año.

³ (Juan Pablo Antún, Angelica Lozano, Rodrigo Alarcon, 2003)

El sector de la moda en China despunta poco a poco como el gigante asiático, a pesar de que sus consumidores se inclinan más hacia las prendas de diseño occidental, ya que, según ellos, es "sinónimo de calidad".

Algunas fortalezas de China son:

- Mano de obra barata.
- Alta exportación.
- Disponibilidad de materia prima.
- Centros de manufactura para exportación.
- Extenso mercado local en crecimiento para la inversión extranjera.
- Mejores tiempo de embarques.
- Bajo costo de propiedad industrial.

1.2.1 Marcas

Uno de los principales retos a los que se enfrenta el sector de la moda en la actualidad es la introducción de innovaciones. Todos los estudios que sobre este sector se han realizado últimamente en el mundo señalan la importancia de la innovación tecnológica para que la moda sea capaz de competir tanto en la defensa de su propio mercado como en la apertura y penetración de los mercados internacionales. Desde el punto de vista del comportamiento de las empresas existe una amplia evidencia que relaciona la competitividad de éstas con el desarrollo de su capacidad tecnológica (Porter, 1990; Acs y Audrestch, 1990; entre otros).

Además, algunos estudios actuales sobre competitividad para el sector de la moda (Hines, 2001) señalan cómo se están produciendo cambios muy significativos que se basan en la innovación. Por ejemplo, Hines (2001) indica que se ha producido una modificación básica de orientación en las empresas de moda desde un enfoque de cadenas de suministro centradas en la ventaja en costes logísticos⁴

Están presentes en todo el mundo, si vemos el ranking de la distribución de moda a nivel mundial, nos encontramos:

1. INDITEX

Inditex es el mayor grupo del mundo de distribución de moda. Fundada por Amancio Ortega y presidida por Pablo Isla, la compañía tiene su sede central en Arteixo (Coruña), pero cuenta con instalaciones en Cataluña, Aragón y Madrid. La empresa tiene más de 5,000 tiendas con las cadenas Zara, Massimo Dutti, Stradivarius, Pull&Bear, Bershka, Zara Home, Oysho y Uterqüe, además de Lefties. La compañía, que sólo utiliza las tiendas propias y las franquicias, cotiza en bolsa desde 2001.

2. H&M

La compañía H&M sueca ha visto cómo Inditex le ha superado en ventas, capitalización bursátil y en beneficio. H&M, que en 2011 comenzó a incursionar por nuevos formatos comerciales y preparo el lanzamiento de una nueva cadena en 2014, cerró su último ejercicio con un crecimiento de sólo el 1,4%. El resultado del grupo se ha visto fuertemente afectado por el alza de los costes y se ha desplomado un 15% en el último ejercicio.

3. GAP

La alta dependencia del mercado estadounidense ha generado fuertes problemas a la compañía Gap. La compañía, que durante años se erigió como líder mundial de la distribución de moda, ha frenado

⁴ (Barreiro, 2008)

su crecimiento. La empresa, propietaria de cadenas como Banana Republic y Old Navy, se centra ahora en el crecimiento internacional mediante franquicias, el comercio online y el rejuvenecimiento de su producto. La empresa potenciará fuera de Estados Unidos su cadena Old Navy.

4. FAST RETAILING

Propietario de Uniqlo, pero también de otras cadenas como Comptoir des Cottoniers, Fast Retailing está logrando corregir los malos resultados de los últimos años y ha cerrado el primer trimestre de 2014 con un alza del 32% en su beneficio neto. Tras haber anulado su apuesta por España en varias ocasiones, ahora vuelve a buscar oportunidades en ciudades como Barcelona.

5. LIMITED BRANDS

El glamour de los ángeles de Victoria's Secret esconden al gigante Limited Brands. La empresa está resistiendo a la crisis económica a pesar del fuerte peso de Estados Unidos en sus ventas. Con una red de más de 2.600 puntos de venta en su mercado local, la empresa es propietaria de Bath & Body Work, Henri Bendel y La Senza.

6. C&A

La compañía holandesa C&A es uno de los pocos líderes mundiales de la distribución de moda que continúa siendo de capital familiar. La empresa, especializada en moda a precios asequibles, cuenta con una red de 1.537 establecimientos en cerca de 20 países europeos. La empresa está ampliamente implantada en España.

7. VF

Propietaria de marcas como The North Face, Vans, Reef, Eastpack o Napapijiri, VF Corporation cerró el último ejercicio con una facturación de 7,703 millones de dólares, con un crecimiento del 6.7% en relación al ejercicio precedente. La compañía estadounidense culminó en septiembre del 2014 la adquisición de Timberland por 2.300 millones de dólares, que ha catapultado su negocio.

8. RALPH LAUREN

Ralph Lauren se ha convertido en sinónimo de una marca bien gestionada en el negocio de la moda. La compañía estadounidense logró en su último ejercicio una facturación de 5,700 millones de dólares, lo que supone un incremento del 14% en relación al ejercicio anterior. El grupo quiere potenciar su desarrollo en Asia y Europa, contexto en el que se inscribe su proyecto de abrir en Madrid su primer establecimiento de referencia.

9. PVH

PVH se ha colado entre los diez mayores de la distribución de moda gracias a las adquisiciones. PVH, propietaria de enseñas como Calvin Klein, disparó su cifra de negocio el pasado ejercicio gracias a la adquisición de Tommy Hilfiger a Apax Partners por 3,000 millones de dólares. Tras la integración de Tommy Hilfiger, PVH ha comenzado la búsqueda de nuevas oportunidades en el mercado.

10. ESPRIT

Cotizado en la bolsa de Hong Kong, el grupo Esprit se encuentra en plena etapa de reestructuración de su negocio. Tras registrar una brusca caída de su beneficio en el último ejercicio, la compañía ha cerrado tiendas en Europa (en países como España) y Estados Unidos. La empresa trata de recuperar el posicionamiento perdido con nuevo diseño y creciendo en Asia. (Modaes.es)

A continuación se presenta un ranking con las 10 empresas mas grandes del mundo.

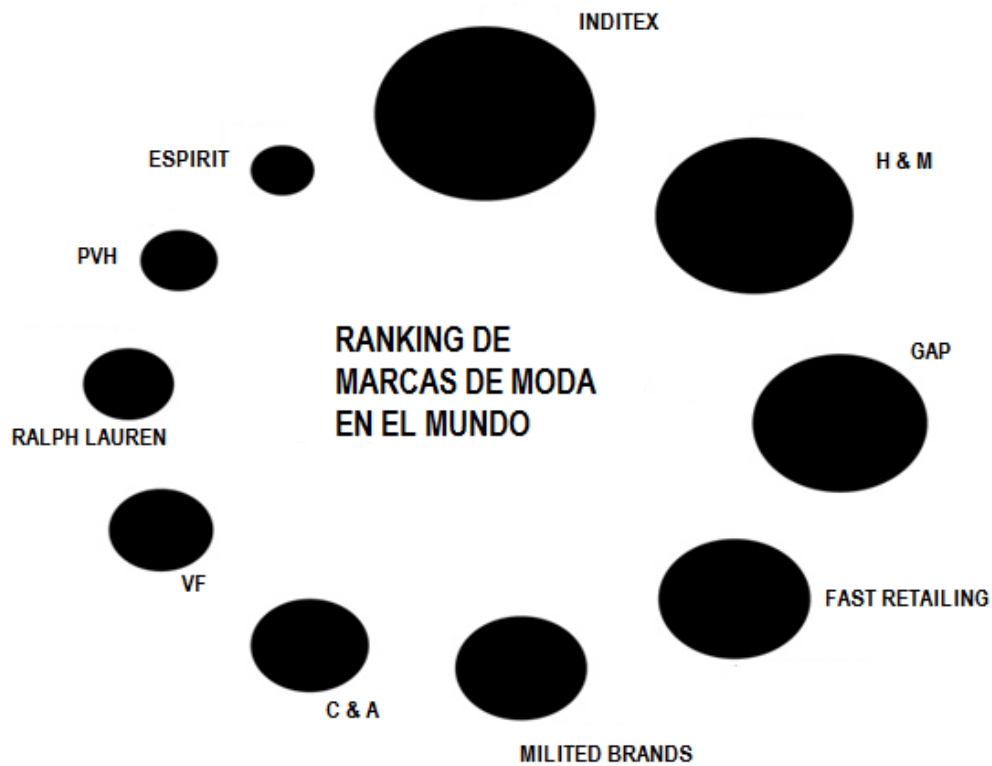


Ilustración 2. Rankin de Empresas de Moda. Fuente. Elaboración Propia basada en Modaes.es

A continuación se presenta una tabla con dichas empresas y sus características principales.

| No. | Empresa | Cadenas | Facturación | Tiendas | Sede | Otros datos |
|-----|-----------------------|---|-------------|---------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | INDITEX | Zara, Massimo Dutti, Bershka, Stradivarius, Pull & Bear, Oysho, Zara Home | 13,793 M € | 5,537 | España | Cotiza en bolsa |
| 2 | H & M | H & M, Cos, Monkey, Weekday, Cheap Monday | 12,466 M € | 2,500 | Suecia | Cotiza en bolsa |
| 3 | GAP | Gap, Banana Republic y Old Navy | 10,972 M € | 3,200 | Estados Unidos | Cotiza en bolsa |
| 4 | FAST RETAILING | Uniqlo, C.des Cottonniers, Theory, P. Tam tam... | 8,034 M € | 2,161 | Japón | Cotiza en bolsa |
| 5 | LIMITED BRANDS | Victoria's Secret, Bath & Body Work, Henri Bendel, La senza | 7,815 M € | 3,312 | Estados Unidos | Cotiza en bolsa |
| 6 | C & A | C & A | 6,800 M € | 1,537 | Holanda | Compañía de capital familiar |
| 7 | VF | C 7 for all manking, Lee, ;ajestic, Nautica, Wrangler, The North Face, Reef, Kpling, Timberland, Lucy, Napapijri etc. | 7,205 M € | 1,059 | Estados Unidos | Cotiza en bolsa |
| 8 | RALPH LAUREN | Polo by Ralph Lauren, Ralph Lauren, American Living, Chaps, Club Monaco | 5,367 M € | 1,376 | Estados Unidos | Cotiza en bolsa |
| 9 | PVH | Calvin Klein, Tommy Hilfiger, Van Heusen, Izod, Arrow, Bass etc. | 4,053 M € | - | Estados Unidos | Cotiza en bolsa |
| 10 | ESPIRIT | Espirit | 3,527 M € | 1,000 | Alemania / Hong Kong | Cotiza en la bolsa de Hong Kong |

Tabla 1. Ranking de empresas de moda. Elaboración propia

Para hacer un mejor análisis sobre la competencia y similitud de las empresas de moda se utilizarán métricas financieras; Se colocan las cinco principales empresas del ranking mundial en el 2014. Todas las cantidades están en miles de euros.

| <i>Información Financiera</i> | <i>INDITEX</i> | <i>H & M</i> | <i>GAP</i> | <i>FAST RETAILING</i> | <i>MILITED BRANDS</i> |
|--------------------------------------|----------------|------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Ventas | \$ 18,116,534 | \$ 176,620.00 | \$ 15,105.85 | \$ 12,226.00 | \$ 9,899.74 |
| Utilidad bruta | \$ 10,568,897 | \$ 89,052.00 | \$ 5,778.98 | \$ 1,639.68 | \$ 4,071.33 |
| Utilidad operaciones | \$ 4,103,073 | \$ 25,583.00 | \$ 1,913.90 | \$ 1,314.17 | \$ 1,796.30 |
| Utilidad neta | \$ 2,510,151 | \$ 19,976.00 | \$ 1,207.00 | \$ 690.52 | \$ 903 |
| Activo circulante | \$ 7,105,953 | \$ 42,741.00 | \$ 4,062.00 | \$ 6,338.18 | \$ 2,889 |
| Pasivos circulante | \$ 3,748,828 | \$ 24,041.00 | \$ 2,049.00 | \$ 2,414.89 | \$ 1,540 |
| Inventario | \$ 1,859,516 | \$ 19,403.00 | \$ 1,732.00 | \$ 1,973.16 | \$ 950 |
| Cuentas por cobrar | \$ 861,811 | \$ 6,645.00 | \$ 913.00 | \$ 417.24 | \$ 224 |
| Cuentas por pagar | \$ 2,265 | \$ 5,520.00 | \$ 1,076.00 | \$ 1,636.34 | \$ 562 |
| # Días año fiscal | \$ 360 | \$ 360 | \$ 360.00 | \$ 360.00 | \$ 360 |
| Costo de bienes vendidos COGS | \$ 7,547,637 | \$ 62,367.00 | \$ 9,304.00 | \$ 6,038.75 | \$ 7,155 |
| Total de activos | \$ 15,377,000 | \$ 75,597.00 | \$ 7,198.00 | \$ 8,771.41 | \$ 6,918 |
| Activos netos | \$ 6,600,747 | \$ 67,087.00 | \$ 5,944.00 | \$ 6,177.62 | \$ 4,803 |
| Efectivo | \$ 3,797,930 | \$ 14,091.00 | \$ 1,389.00 | \$ 2,776.01 | \$ 1,541 |
| Planta, maquinaria y equipo | \$ 81,490 | \$ 26,948.00 | \$ 1,910.00 | \$ 1,011.21 | \$ 2,088 |
| Tasa requerida de rendimiento | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| Capital total | \$ 10,468,701 | \$ 51,556.00 | \$ 3,062.00 | \$ 5,622.23 | \$ 7,544 |

Tabla 2. Información Financiera, Fuente: Elaboración propia. Reportes anuales 2014

A continuación se presenta las primeras métricas financieras y la forma de como calcularlas, en donde comparamos las primeras y más importantes 5 empresas de la industria de la moda

| Métricas financieras | | | | | | |
|---|--|-----------------|------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| Métricas financieras | Calculo de métricas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
| Margen bruto | UB (utilidades brutas) / Ventas | 58.34% | 50.42% | 38.26% | 13.41% | 41.13% |
| Margen operación | Utilidad operac. / ventas | 22.65% | 14.48% | 12.67% | 10.75% | 18.14% |
| Margen neto | U. Netas (utilidades netas) / ventas | 13.86% | 11.31% | 7.99% | 5.65% | 9.12% |
| Capital de trabajo | Activos Circulantes - Pasivos circulantes | \$ 3,357,125.00 | \$ 18,700.0 | \$ 2,013.0 | \$ 3,923.2 | \$ 1,349.0 |
| % del capital de trabajo de las ventas | Capital de trabajo / Ventas | 0.18531 | 0.10588 | 0.13326 | 0.32090 | 0.13627 |
| % Capital de trabajo de la utilidad operacional | Capital de trabajo / Utilidad de operación | 0.82 | 0.73 | 1.05 | 2.99 | 0.75 |
| Razón de circulante | activo circulante / pasivo circulante | 1.90 | 1.78 | 1.98 | 2.62 | 1.88 |
| Prueba de acido | (activos circulantes - inventarios) /pasivos circulantes | 1.40 | 0.97 | 1.14 | 1.81 | 1.26 |
| Capital de trabajo sobre operación | inventarios + cuentas por cobrar - cuentas por pagar | \$ 2,719,062.00 | \$ 20,528.0 | \$ 1,569.0 | \$ 754.06 | \$ 611.64 |
| CTO / Ventas | capital de trabajo operativo / ventas | 0.150087318 | 0.12 | 0.10 | 0.06 | 0.06 |
| CTO / Utilidad operación | capital de trabajo operativo / utilidad de operación | 0.66 | 0.80 | 0.82 | 0.57 | 0.34 |
| Días para convertir el CT en efectivo DWC | (capital de trabajo operacional x 360) / ventas | 66.71060811 | 38.12 | 47.97 | 115.52 | 49.06 |
| Días para convertir el CTO en efectivo DWC Operación | cuentas por pagar / (COGS/360) | \$ 54.03 | \$ 41.84 | \$ 37.39 | \$ 22.20 | \$ 22.24 |
| Días para cobrar DSO | CxC /(Ventas /360) | 17.13 | 13.54 | 21.76 | 12.29 | 8.14 |

| Métricas financieras | | | | | | |
|--|---|----------------|------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| Métricas financieras | Calculo de métricas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
| Días para pagar DPO | CxP / (Costo ventas /360) | 0.11 | 31.86 | 41.63 | 97.55 | 28.28 |
| Rotación de inventario | Costo de bienes vendidos / Invent. promedio | 4.06 | 3.21 | 5.37 | 3.06 | 7.53 |
| Días de inventario | 360 Días / Rotación Inventario | 88.7 | 112.0 | 67.0 | 117.6 | 47.8 |
| Retorno sobre activos ROA | Utilidad Neta /Activos Totales | 16.32% | 26.42% | 16.77% | 7.87% | 13.05% |
| Retorno sobre activos netos RONA | Utilidad neta / (Activos Netos) | 38.03% | 29.78% | 20.31% | 11.18% | 18.80% |
| CASH GAP | Días CxC + Días de Inv. - días CxP | 105.711 | 93.681 | 47.141 | 32.365 | 27.653 |
| Ciclo de financiamiento | Días CxC + Días de Invent. | 105.819 | 125.544 | 88.775 | 129.916 | 55.936 |
| % Ciclo de financiamiento | cash gap / ciclo completo | 99.898% | 74.620% | 53.102% | 24.912% | 49.437% |
| Costo de días para cobrar en COGS | (Días CxC/360)* COGS | \$ 359,044.21 | \$ 2,346.44 | \$ 562.34 | \$ 206.08 | \$ 161.71 |

Tabla 3. Métricas financieras. Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra la tasa de rendimiento al accionista, es decir, el accionista ve en esta tabla si la empresa es rentable y que tipo de tendencia tiene:

| Tasa de rendimiento al accionista | | | | | | |
|--|---|----------------|------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| Métricas financieras | Calculo de métricas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
| Valor esperado accionista | Costo de días para cobrar en COGS * Tasa rend. Esperada | \$ 71,808.84 | \$ 469.29 | \$ 112.47 | \$ 41.22 | \$ 32.34 |
| Rendimiento inventario | Inven* Tasa de rend esperada | \$ 371,903.20 | \$ 3,880.60 | \$ 346.40 | \$ 394.63 | \$ 190.00 |

| Tasa de rendimiento al accionista | | | | | | |
|---|--|-----------------|------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|
| Métricas financieras | Calculo de métricas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
| CxP para accionistas | CxP *Tasa rend esperada | \$ 453.00 | \$ 1,104.00 | \$ 215.20 | \$ 327.27 | \$ 112.42 |
| Cash GAP (costo) | CXC + Inv. - CXP | \$ 443,259.04 | \$ 3,245.89 | \$ 243.67 | \$ 108.58 | \$ 109.92 |
| Contribución de valor agregado | Utilidad neta - valor Cash Gap | \$ 2,066,891.96 | \$ 16,730.11 | \$ 963.33 | \$ 581.94 | \$ 793.08 |
| ROE (retorno sobre capital) | Utilidad / Capital Total | 23.98% | 38.75% | 39.42% | 12.28% | 11.97% |
| Rotación de activos netos | Ventas Totales /Activos fijos netos | 222.316 | 6.554 | 7.909 | 12.090 | 4.741 |
| EVA (crecimiento de la organización) | Utilidad oper. - Tasa rend. * (CTO+ Activos fijos) | \$ 3,542,962.60 | \$ 16,087.80 | \$ 1,218.10 | \$ 961.11 | \$ 1,256.37 |
| Crecimiento | EVA / Ventas | 19.56% | 9.11% | 8.06% | 7.86% | 12.69% |

Tabla 4. Tasa de rendimiento al accionista. Fuente: Elaboración propia

A continuación seleccionamos a criterio las principales métricas financieras para comparar estas empresas.

| Indicadores / Empresas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
|-------------------------------|----------------|------------------|------------|-----------------------|-----------------------|
| Razón de circulante | 1.90 | 1.78 | 1.98 | 2.62 | 1.88 |
| Prueba de ácido | 1.40 | 0.97 | 1.14 | 1.81 | 1.26 |
| Rotación de inventario | 4.06 | 3.21 | 5.37 | 3.06 | 7.53 |
| Días de inventario | 88.69 | 112.00 | 67.02 | 117.63 | 47.80 |
| Retorno sobre activos ROA | 16.32% | 26.42% | 16.07% | 7.87% | 13.05% |
| EVA crecimiento | 19.56% | 9.11% | 8.06% | 7.86% | 12.69% |
| Margen neto | 13.86% | 11.31% | 7.66% | 5.65% | 9.12% |
| ROE (retorno sobre capital) | 23.98% | 38.75% | 39.43% | 12.28% | 11.97% |

Tabla 5. Principales métricas financieras. Fuente: Elaboración propia

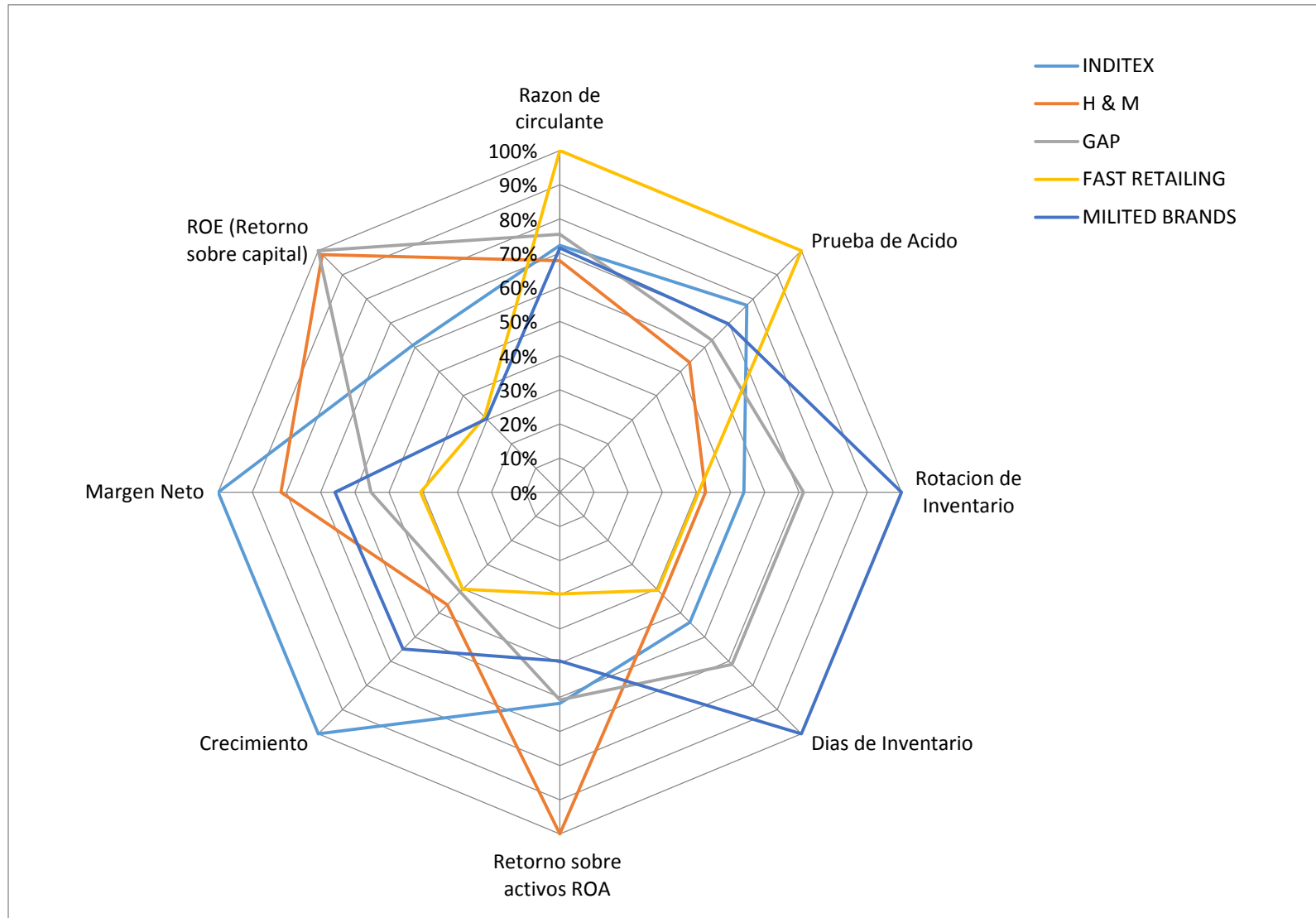
Finalmente, hacemos una ponderación en la siguiente tabla donde asignamos el 100% al mejor indicador y las demás empresas contienen el porcentaje proporcional:

| Indicadores / Empresas | INDITEX | H & M | GAP | FAST RETAILING | MILITED BRANDS |
|------------------------------------|---------|--------|--------|----------------|----------------|
| <i>Razón de circulante</i> | 72% | 67.7% | 75.5% | 100.0% | 71.5% |
| <i>Prueba de acido</i> | 77% | 53.7% | 62.9% | 100.0% | 69.7% |
| <i>Rotación de inventario</i> | 53.9% | 42.7% | 71.3% | 40.6% | 100.0% |
| <i>Días de inventario</i> | 53.9% | 42.7% | 71% | 40.6% | 100.0% |
| <i>Retorno sobre activos ROA</i> | 62% | 100.0% | 60.8% | 29.8% | 49% |
| <i>Crecimiento</i> | 100% | 46.6% | 41.2% | 40.2% | 64.9% |
| <i>Margen neto</i> | 100% | 81.6% | 55.3% | 40.8% | 65.8% |
| <i>ROE (retorno sobre capital)</i> | 60.8% | 98.3% | 100.0% | 31.2% | 30.4% |

Tabla 6. Principales métricas financieras (%). Fuente: Elaboración propia

En conclusión con este análisis nos damos cuenta que todas las empresas son competitivas y que este sector crece arriba del 7 % anual como lo indica en algunos artículos relacionados con la industria de la moda. Las empresas comienzan a buscar nuevas estrategias competitivas que les generen una diferenciación más grande ante sus competidores.

En la siguiente Grafica de radar muestra los puntos fuertes de cada empresa, logramos ver como no importa el ranking mundial de empresas de moda, puesto que todas conocen sus fortalezas y debilidades en donde tienen que mejorar.



Grafica de Radar. Empresas de moda. Fuente: Elaboración propia

1.3 Moda en México

Actualmente México se encuentra en el quinto sitio como proveedor de ropa en el mercado de Estados Unidos, aunque México ya logró diferenciarse de los países asiáticos que compiten con la confección y la mano de obra barata, la competencia por ganar el mercado de Estados Unidos sigue reñida entre China, Vietnam, Corea, Malasia y Bangladesh.

En 2006, las marcas chinas ya ocupaban el 26% del mercado estadounidense, 18.8 puntos porcentuales más que la participación mexicana, que se redujo al 7.2%, según el estudio de la industria del vestido en México.

La entrada de textiles y prendas más económicas provocó que los diseñadores y manufacturers líderes del mercado se dieran a la tarea de unirse y reinventarse en busca de reconquistar el mercado y alcanzar nuevos horizontes, por ello, es que en 2010 el Producto Interno Bruto (PIB) de la industria textil observó el crecimiento más importante en la última década: 7.6%, lo que rebasa incluso al crecimiento del PIB mexicano. Mientras que la industria de la confección lo hizo en 5.2%, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

El mercado nacional estuvo protegido por cuotas compensatorias a las prendas terminadas de importación de Asia hasta 2008.

La reducción paulatina de aranceles permitió la llegada de firmas extranjeras, como Forever 21, American Eagle y Victoria Secrets, desde 2011. Para proteger al sector textil y del vestido el gobierno de México anunció que la desgravación se detendría en 25% hasta 2019.

Estados Unidos es el principal cliente de México con 94% del total de su producción, entre la que se destacan pantalones largos y cortos de mezclilla, camisas de caballero, ropa de cama, cortinas y sacos.

La industria de la confección en México ha dejado de ser empírica para convertirse en un sector que trabaja con estándares internacionales, de relación y competencia laborales donde es importante para el valor agregado y la moda en los productos confeccionados.

La industria de la moda es una de las industrias con mayor índice de ventas, en México representa el 10% del Producto Interno Bruto Manufacturero, de acuerdo con datos de la Cámara Nacional de la Industria del Vestido. (<http://www.forbes.com.mx/>).

En el mercado global de exportación de ropa con valor superior a 460,000 millones de dólares, México se ubica en el sitio 13 con 8,500 empresas confeccionistas, de las cuales 85.9% son micro y medianas empresas, las cuales emplean a 300,000 personas a nivel nacional. (El economista (<http://eleconomista.com.mx>)).

Los mercados de Estados Unidos y de la Unión Europea son el destino principal de las exportaciones de México, por lo cual el comportamiento y la tendencia del cliente son claves, además de la dinámica del mercado y los canales.

En México las tiendas departamentales venden 33% de la ropa, marcas con tiendas propias cerca del 31%, y los tianguis, 18%. Los autoservicios venden 8%, por catálogo 2%, y otros canales 8%. (CNN Expansión www.cnnexpansion.com).

La innovación traducida en diseños originales y automatización de procesos podría ser la respuesta para que la industria mexicana genere tendencias en moda. Pero la realidad es que sólo un 30% de las empresas han automatizado su producción, y pese a que el 80% de los fabricantes ya cuenta con departamentos de diseño, las creaciones se limitan a recrear modelos de otros mercados.

Los retos para que el diseño de moda prospere en México son los siguientes:

- **Industriales.** Se debe agregar valor con el diseño. También mejorar el precio de las producciones y abrir canales de comunicación con los creativos.
- **De diseño.** Los diseñadores deben aprender a costear. Pero sobre todo, volverse emprendedores y empresarios visionarios.
- **De comercialización.** Actualmente, las cadenas piden volúmenes superiores a lo que producen los diseñadores. Por eso se deben incorporar políticas especiales para los creativos.
- **Gubernamentales.** Se necesita más acceso al crédito para diseñadores. Una buena opción sería crear una banca de fomento.

Marcas de ropa extranjera en México

En México la operación de C&A inició en 1999 y actualmente tiene 75 tiendas en más de 60 ciudades de la República Mexicana, con más de 4,000 colaboradores.

La firma española dueña de Zara, Bershka y Pull & Bear, según el reporte anual 2014. Grupo Inditex tiene 21 años en México, ocho marcas y 272 tiendas. Pero aumentó para el 2015 a 304 tiendas en México.

La industria de la moda en México es competida por marcas nacionales y extranjeras, como Shasa, Ivonne, H&M, Zara y C&A (CNN Expansión www.cnnexpansion.com).

Desde el año pasado y hasta la fecha entraron marcas como Gap, American Eagle y H&M que abrió su segunda tienda más grande en el mundo, ubicada en la Ciudad de México.

México además, atrae a empresas que estaban alejadas de este sector, como Alsea, la cual alcanzó un acuerdo para adquirir 25% del capital social de la comercializadora y distribuidora de marcas internacionales de ropa, cosméticos y hogar, Grupo Axo, basada en la búsqueda de nuevos

segmentos y nuevos mercados, y representa una oportunidad de incursionar en otros sectores de retail, con el cual se pueden alcanzar sinergias y eficiencias operativas.

Grupo Axo es una de las empresas que importa ropa de marca y tiene firmas con tiendas departamentales entre otras, cuenta con más de dos mil 200 puntos de venta dentro de las principales tiendas departamentales en México y más de 116 sucursales propias, en las que opera las marcas Tommy Hilfiger, Coach, Guess, Rapsodia, Tomas Pink, Brooks Brothers, Marc Jacobs, Etro, Emporio Armani, Brunello Cucinelli, Sephora, Slowear, Express, y Crate & Barrel.

Grupo Axo contiene operadoras de tiendas donde los fabricantes y distribuidores ofrecen sus productos al consumidor final sin intermediarios. Es un concepto “outlet multimarca”, que ofrece ropa y accesorios de las mejores marcas a excelentes precios. Actualmente existen 67 tiendas con una superficie promedio de 1,800 mts², ubicadas en las principales ciudades de México, además de contar con ocho aperturas en lo que resta del 2015. Cuenta con más de 200 proveedores.

Según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en México existen alrededor de 2,371 establecimientos dedicados al comercio al por menor de tiendas departamentales; así como 172 mil 480 comercios dedicados a la venta de ropa, bisutería y accesorios de vestir.

En la industria de la moda se pronostica una mayor competencia en los próximos años, ya que las empresas tienen planes de expansión muy agresivos, por lo que entraran al mercado un mayor número de productos, lo que beneficiará a los consumidores e impulsará la venta del mercado de ropa. (<http://eleconomista.com.mx>).

A través del análisis FODA se identifica la industria mexicana del vestido.

- **Fortalezas.** La infraestructura para competir con paquete completo (desde materias primas, producción, hasta la distribución al cliente) en determinadas prendas de vestir (playeras, camisetas tipo polo y prendas de mezclilla), la proximidad de nuestro país con el mercado estadounidense, la amplia experiencia de empresas mexicanas para confeccionar y exportar prendas de vestir, la infraestructura y servicios con que cuentan diversas regiones del país que se caracterizan por su vocación en la fabricación de prendas de vestir.
- **Oportunidades.** Están centradas en la conformación de habilidades para el diseño y la producción de prendas de vestir, en el desarrollo de habilidades empresariales y en la evolución de esquemas de producción de básicos de moda a empresas productoras de moda tanto para el mercado nacional como el internacional. Otras oportunidades se refieren al resurtido de pedidos, al fortalecimiento de grupos regionales, al desarrollo de proveedores nacionales y a las alianzas estratégicas con proveedores internacionales, al cambio tecnológico de las empresas, a la recuperación y atención del mercado nacional y al aprovechamiento de las ventajas que ofrece la regionalización de los procesos de producción.

- **Debilidades.** Incluyen la fragmentación de la cadena de valor y el abasto insuficiente de productos nacionales, la experiencia y concentración en operaciones de maquila, la alta concentración en productos básicos destinados a la comercialización, el alto costo de producción y mano de obra, los precios de prendas de vestir no competitivos. Existe también una alta concentración del mercado en tiendas detallistas, una insuficiente infraestructura de tecnología de punta y mínimos apoyos gubernamentales específicos para la industria.

- **Amenazas.** En este rubro se ubica la creciente participación de China para abastecer el mercado estadounidense de prendas de vestir. En el ámbito internacional otra amenaza la constituye el incremento de acuerdos que establece la Unión Americana con diversos países proveedores de prendas de vestir, por lo que las ventajas posibles que tenía México con el TLCAN van desvaneciéndose. Finalmente, una amenaza importante la constituye el creciente incremento del mercado ilegal e informal de prendas de vestir, con el cual las empresas formalmente establecidas compiten con desigualdad de condiciones.

1.4 Complejidad de la industria de la moda

En los años 80's las empresas de moda sacaban dos colecciones al año. Las tendencias y diseños, marcados por los grandes diseñadores o los líderes de opinión, se desarrollaban 270 días antes de salir a mercado. Esta distancia temporal era un factor clave que determinaba el éxito o el fracaso de una colección, y dependía de si se acertaba la tendencia de moda o no.

Actualmente, las tendencias en moda pueden cambiar en cuestión de semanas, en función de la indumentaria de un artista en un concierto, del éxito de un movimiento social, etc. Los productos son cada vez más efímeros y los plazos entre demanda y entrega son muy cortos. De hecho, se podría decir que hoy en día, las cadenas de moda sacan al mercado cuatro grandes colecciones (primavera, verano, otoño e invierno).

Pero dentro de éstas, existen colecciones intermedias que salen cada mes o, incluso, cada quince días (mini colecciones). Esto les permite reducir el riesgo e incrementar el éxito de ventas de sus diseños. Algunas ventajas competitivas que a su vez se convierten en problemas si no se manejan adecuadamente en las empresas de la industria de la moda son:

Mercadotecnia

La mayor publicidad sobre la empresa es el llamado "boca a boca" que es el mejor agente de mercadotecnia. Algunas vías de publicidad son las noticias de los medios de comunicación, por tanto los impactos publicitarios diarios.⁵

Uso de nuevas tecnologías como el uso de internet para promocionar marcas y productos. Cada empresa cuenta con sus propias páginas Web diseñadas acorde con el estilo del producto y diseñadas a un público en específico. Catálogos disponibles en versión para móviles⁶

⁵ (David, 2003)

⁶ (Caamaño, 2010)

El concepto de mercadotecnia se basa en cuatro ideas fundamentales: las necesidades y los requerimientos de los clientes son más básicos que los productos o los servicios; diferentes clientes tienen necesidades y requerimientos distintos; los productos y los servicios sólo se vuelven significativos cuando están disponibles y posicionados desde la perspectiva del cliente, quien es el centro de la estrategia logística; el volumen es secundario frente a las ganancias.

La noción de que las necesidades del cliente son más básicas que los productos o servicios, hace prioritario comprender por completo lo que impulsa las oportunidades del mercado. La clave es comprender y desarrollar la combinación de productos y servicios que cumplirán esos requerimientos. No hay un mercado único para cualquier producto o servicio específico. Todos los mercados están compuestos por segmentos diferentes, cada uno de los cuales tiene requerimientos distintos. Para lograr una segmentación eficiente del mercado, se requiere que las empresas identifiquen claramente los segmentos del mismo y seleccionen objetivos específicos.

Para que la mercadotecnia tenga éxito, los productos y los servicios deben estar disponibles para los clientes. En otras palabras, los clientes puedan obtener fácilmente los productos que desean. Para agilizar una acción de compra, es necesario concentrar los recursos de la empresa vendedora en los clientes y en el posicionamiento de los productos. Cuatro conveniencias económicas agregan valor a los clientes: forma, posesión, tiempo y lugar.

La atención en la rentabilidad, en contraste con el volumen de ventas. Una dimensión importante del éxito es el grado de rentabilidad producido por las relaciones con los clientes, no por el volumen vendido.⁷

Distribución y transporte

La capacidad del sector para dar una respuesta rápida a las nuevas tendencias de moda pasa por desarrollar un sistema logístico de distribución eficiente. El control de calidad al principio de la cadena de suministro, el procesado de piezas y la gestión de inventarios son factores críticos que complican el proceso logístico y el transporte de las piezas.

La distribución textil ha experimentado una profunda transformación en las últimas décadas como consecuencia de la globalización y la aparición de las tecnologías de la información. Esta transformación se traduce en una reducción de la distancia entre las diferentes empresas que participan en el proceso de diseño, fabricación y venta de piezas. Este cambio ha permitido reducir el tiempo que pasa entre el diseño de una pieza y su llegada a la tienda. Es lo que se llama distribución de circuito corto.

Uno de los factores clave que ha permitido sacar al mercado tantas colecciones al año ha sido las innovaciones en el proceso de distribución. Estas han facilitado la creación de nuevos modelos de negocio que responden a la demanda actual en cuestión de semanas permitiendo adaptarse lo más rápido posible a las tendencias y modas. Así, la progresiva y necesaria internacionalización de las

⁷ (Donald. Bowersox, 2007)

empresas textiles, y el cambio de las tendencias de moda obliga a las empresas textiles a mejorar sus procesos internos.

Sobre todo en lo que respecta a la distribución de las colecciones entre los diferentes locales, franquicias o puntos de venta. Además, las tendencias de la moda de Estados Unidos no son las mismas que las asiáticas o europeas. Por tanto, las diferencias entre países incorporan al proceso de distribución otro factor que lo hace más complejo. Para ello, las grandes empresas de moda, por ejemplo, Mango o Inditex, han diseñado sus propios procesos de distribución.

Estos procesos se basan en sistemas logísticos que incorporan las TIC. Permiten la distribución de muchas piezas por hora porque interconectan proveedores, plataformas logísticas y puntos de venta. Las PYMES, en cambio, con menos recursos, deben buscar alternativas rentables ajustadas a sus intereses. Como consecuencia, se están extendiendo las empresas de transporte especializadas en logística textil.

Por otra parte, la proliferación de canales de venta por Internet también ha implicado un cambio en el sistema de distribución de piezas, que debe ajustarse a las necesidades de cada cliente individual y dar respuesta en el menor tiempo posible.

En la actualidad, cada vez más compañías tienen éxito no porque cuenten con el producto de precio más bajo, ni porque su calidad sea mejor o el producto sea de mayor desempeño, sino porque son capaces de responder con rapidez a las necesidades del mercado y llevar el producto adecuado al cliente indicado en el momento preciso. Las compañías como Zara, la tienda de ropa española, ha empleado la velocidad como su ventaja competitiva principal para tener éxito en el mercado.⁸

Defensa de la marca

Poder de marca, muchos fabricantes gastan dinero en promocionar la generación de conocimiento y aceptación de su marca entre los clientes probables. Como resultado, suelen ser identificados por las marcas de sus productos. La medida de las preferencias de compra del cliente basadas en la reputación de un fabricante, la calidad del producto y las capacidades de la cadena de suministro se conoce como poder de marca.

Los compradores a través de una cadena de suministro van desde los clientes hasta los agentes de compras industriales. Bajo condiciones del mercado en donde una marca es muy conocida, aceptada y preferida por el cliente, se puede esperar que los fabricantes tengan mucha influencia.

Como regla general, entre más fuerte es entre los compradores la imagen de la marca del producto de una empresa, más puede aprovechar la organización fabricante para determinar la estructura de la estrategia en la cadena de suministro.

⁸ (Sunil Chopra, 2008)

Independiente de la aceptación del cliente, la realidad es que una empresa que promueve y comercializa una línea particular de productos puede no participar en la fabricación o el ensamblado real o en el desempeño de los servicios logísticos asociados. Es una práctica común que una organización subcontrate una parte o incluso todas las operaciones de fabricación y logísticas requeridas para comercializar un producto específico.

La naturaleza del proceso de fabricación, el costo y el destino final en la cadena de suministro sirven para determinar el atractivo de dicha subcontratación.

La red geográfica que vincula los lugares de las operaciones de fabricación y de los proveedores y clientes genera los requerimientos logísticos.

Sin embargo, la fuerza para determinar el rango de servicios de valor agregado, los requerimientos físicos de movimiento de productos, la oportunidad y las características del flujo entre la cadena de suministro se relacionan directamente con el poder de marca

Capítulo 2: Papel de la logística en los canales tradicionales

Es importante lo que el cliente quiere comer, no lo que el chef quiere cocinar.

Mario Batali

Un transporte que atiende los requerimientos del desarrollo económico de un país abierto al comercio internacional y que reconozca en la competitividad de su aparato productivo es un elemento clave para un crecimiento económico sostenido y debe estar integrado a tres niveles:

1. Integración del transporte con el aparato comercial y productivo (integración logística del transporte).
2. Integración de los diferentes modos de transporte disponibles (integración intermodal del transporte).
3. Integración multinacional del transporte.⁹

Las actividades del sistema logístico como actividades clave y de apoyo son:

1. Determinación de niveles de atención al cliente
2. Transporte, selección de modos y rutas, consolidación de embarques y programación de servicios.
3. Administración de inventarios, análisis de flujos de insumos y productos, políticas de almacenamiento, ubicación de los almacenes, tipo de productos a almacenar y pronósticos de ventas.
4. Procesamientos de pedidos, procedimientos de transferencia de órdenes de trabajo y de integración de pedidos.¹⁰

2.1 Logística

La logística se refiere a la integración de todas aquellas actividades encaminadas a la planificación, implementación y control de un flujo eficiente de materias primas, recursos de producción y productos finales desde el punto de origen al del consumo. Estas actividades podrían incluir servicio al cliente, previsión de la demanda, control de inventarios, servicios de reparación, manejo de mercancías, procesamiento de pedidos, selección de la ubicación geográfica de fábricas y almacenes, compras, empaquetado de productos, distribución y transporte, así como almacenamiento.

⁹ (Richkarday, 1990)

¹⁰ (Laura Mendoza Moreno, Oscar Armando Rico, 2005)

La logística se ocupa del proceso de planificación, operación y control del movimiento y almacenamiento de mercancías, así como de los servicios e información asociados.¹¹

Hay numerosas actividades de una organización logística que se podrían manejar. Langley (2008) ha resumido una lista extensa de las actividades de un gerente de logística:

- Transporte.
- Depósito y almacenamiento.
- Embalaje.
- El manejo de materiales.
- Control de inventario.
- Cumplimiento de la orden.
- Previsión de la demanda.
- Planificación de la producción y programación.
- Adquisiciones.
- Atención al cliente.
- Ubicación.
- Fondo manejo mercancías de retorno.
- Piezas y servicio de soporte.

Logística Inversa

Desde la perspectiva de la logística empresarial, la logística inversa está integrada por los procesos de gestión de:

- Retorno de productos que fueron rechazados por los agentes en el canal de comercialización o por el consumidor final, así como sobrantes de inventarios por fin de ciclo de vida (por ejemplo: cambio de temporada, caducidad etc.)
- Retorno para la reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo.
- Reacomodamiento de productos rechazados, mediante procesos de rehabilitación y acondicionamiento, un producto rechazado puede ser nuevamente colocado en el mercado.¹²

Los fabricantes cada vez más están presionados por responsabilizarse de los productos al final de su vida útil. Por ello la gestión y procesamiento de todos los productos que se devuelven o que ya terminan su ciclo con el consumidor, es una actividad que debe desarrollarse de forma óptima haciéndola además lo más rentable posible.¹³

Existen por lo menos tres vectores para impulsar la logística inversa

- Consideraciones sobre el costo- beneficio, productos mejores con menor costo posible de producción, recuperación del valor del envase, empaques y unidades de manejo reciclables.

¹¹ (Boubeta, 2007)

¹² (Callaba, septiembre 2014)

¹³ (Beltrán, 2011)

- Requerimientos legales, derivados de la protección a la salud al ambiente, de consideraciones de procesamiento de residuos, etc.
- Responsabilidad social, esta generalmente impulsada por organizaciones no gubernamentales y asociaciones de consumidores, es decir, las firmas nunca pierden dinero, de ésta hay un posicionamiento mercadotécnico en un segundo “Premium” orgulloso de consumir de manera “correcta”.

Algunos problemas por lo que no se vende en tiendas y se tiene que implementar logística inversa

1. Retorno de productos nuevos. Este hecho se puede producir por varias causas:

- El cliente ha cambiado de opinión respecto al producto adquirido y devuelve el producto tras su compra (por ejemplo, ropa).
- El producto entregado resulta estar defectuoso.
- El producto ha sufrido daños durante el transporte.
- Un error en el pedido.
- Un acuerdo contractual para evitar un exceso de inventarios o eliminar productos obsoletos.

2. Retorno de productos usados. Puede tratarse de un retorno por garantía del producto.

- Retorno de embalajes reutilizables.
- Programas de cambio de un producto usado por uno nuevo.
- Recogida de productos al finalizar su vida útil.

3. Productos descatalogados de primera calidad.

- Un productor adquiere productos fuera de uso de un competidor.
- Mercancía estacional que ha llegado a su periodo final de ventas.
- Excesos de existencias. Se trata de ítems de primera calidad que la empresa tiene en exceso pero que continuará vendiendo.

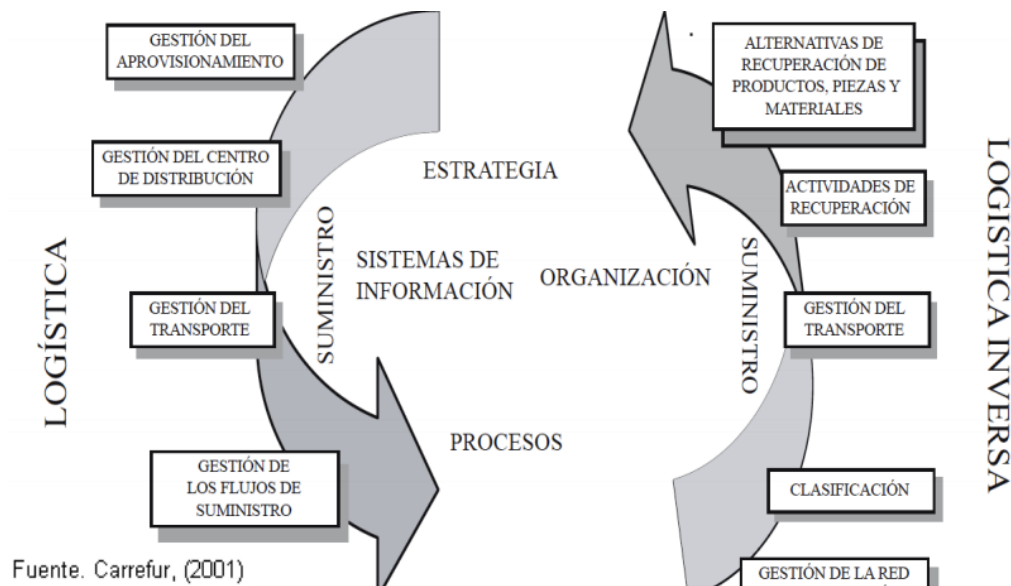
Las diferencias entre logística inversa y logística

Tibben-Lembke y Rogers (2002) identifican diferencias entre logística inversa y logística.¹⁴

- El pronóstico es más difícil en la logística inversa, debido a la mayor incertidumbre involucrada en la logística inversa debido a las devoluciones aleatorias de los productos.

¹⁴ (Dale S. Rogers, Ronald Tibben-Lembke, 1999)

- Los costos de transporte tienden a ser mayores en logística inversa; esto es debida a varios factores. Los costos más altos pueden ser causa de la falta de planificación en los modos de transporte, rutas y otras decisiones estratégicas que intervienen en el transporte.
- Los productos en logística son empaquetados por profesionales, que los protegen en el transporte. Los paquetes están optimizados, además, a ser manejados fácilmente.
- Los productos de flujo inverso pueden ser empaquetados de forma inadecuada y pueden estar dañado aún más durante el transporte y pueden ser difíciles de apilar ordenadamente para optimizar el espacio durante el transporte.
- El precio de los productos es uniforme porque la calidad es simplemente buena, sin embargo, algunas variaciones pueden deberse a la demanda del mercado y otros factores.
- Cuando los productos son cada vez devueltos; que a menudo no se encuentran en una nueva condición y por lo tanto, el precio de reventa tiene que ser diferente.
- Los métodos de comercialización para los productos devueltos pueden ser más difícil en comparación con productos nuevos. En consecuencia los productos nuevos son más rentables y, por tanto, se les proporciona un mayor enfoque de mercadotecnia.
- La visibilidad en la logística inversa es deficiente en comparación con la logística hacia delante debido a que carecen de los recursos del sistema de información que se requiere para hacer esto.



2.1.1 Necesidades para mejorar el área de logística

Un buen programa

a. Administración y Control

Los procesos de la logística inversa deben ser “mapeados” en la estructura interfuncional para ser comprendidos a lo largo de toda la cadena de suministros.

Debe implantarse un estilo y un sistema sensible a las cuestiones ambientales. Simultáneamente dentro de la organización y todo a lo largo de la cadena de suministros con los proveedores de materiales y de servicios debería desarrollarse un programa de entrenamiento para implantar y desarrollar la misma sensibilidad.

Conviene identificar los aspectos de escala que permitan obtener un umbral económico adecuado para que la operación de terceros en procesos de logística inversa sea rentable. Nótese que el desarrollo de alianzas estratégicas es la piedra de toque para implantar una logística inversa factible y exitosa.

b. Indicadores de Desempeño

Es necesario establecer un plan de costos basado en actividades para medir el desempeño de la logística inversa. Todo programa, así como cada una de las acciones de éstos debe ser medido; la práctica permitirá valorar más rápido y fácilmente cualquier propuesta innovadora. El reciclado y la reutilización de envases, empaques, embalajes y unidades de manejo difícilmente son aceptados por las empresas sino se mide su beneficio.

La red de información y la del flujo de mercancías son muy similares, puesto que ambas pueden verse como un conjunto de nodos y enlaces entre ellos. La consecuencia es que ambas redes no son independientes; al contrario, la combinación de éstas forman el sistema logístico. Por tanto, el concepto de red abarca todo tipo de actividades logísticas a cualquier nivel económico, por lo que se convierte en el rasgo unificador de todas las áreas de la logística.

2.1.2 Costos logísticos

Los principales ahorros obtenidos en las empresas se centraban en la disminución de costos de las áreas productivas y administrativas. En la actualidad la logística representa las mayores disminuciones de costos en las organizaciones; por lo que el esfuerzo de cualquier empresario debe centrarse en mejorar la competitividad de sus productos mediante una integración logística adecuada y una coordinación con todos los agentes logísticos: almacenadoras, transportistas, aseguradoras, agentes aduanales, manejo de materiales, compras y procesamiento de pedidos, informática y sistemas electrónicos, servicio al cliente y servicio de post-venta, entre otros.

La minimización de costos logísticos quedará supeditada al logro de un nivel de calidad de servicio mínimo indispensable para ser competitivo.

El costo logístico está basado en la interrelación entre los costos de suministro, fabricación y distribución, es decir, es la suma de todos los costos de las actividades logísticas claves y de soporte que cada empresa lleva a cabo y esto a su vez forma parte de los costos totales de una empresa.

De acuerdo con una estimación realizada por la empresa AT Kearney, en México los costos logísticos de las empresas representan cerca del 12.6% de sus ventas, el 40% de este costo corresponde al transporte, mientras que el 60% restante lo aportan las demás actividades logísticas como inventarios, procesamientos de pedidos, almacenamiento, gestión de operaciones del transporte etc.

Es importante mencionar que cuantificar el costo logístico es muchas veces más difícil debido que es un conjunto de costos asignados en la contabilidad a diferentes áreas relacionadas en el proceso.

El reflejo más directo del desempeño logístico es el costo real realizado para obtener operaciones específicas. Por lo tanto, es común monitorear y reportar los datos del costo para funciones logísticas específicas como el almacenamiento, el transporte hacia el exterior y hacia el interior y el procesamiento de pedidos. Dichas categorías se pueden afinar más y es posible comunicar los datos del costo para actividades individuales como la recolección y la carga de pedidos en el almacén.

La ventaja competitiva que posee una empresa puede ser de dos tipos, ventaja en costos o en diferenciación. La ventaja en costos puede surgir de fuentes tan diversas como un sistema de distribución física de bajo costo, un proceso de ensamble altamente eficiente, consolidar mercancías para mejorar el uso del transporte, el uso de una fuerza de ventas altamente capacitada, mejorar los procesos de suministro y gestión de la producción. Con una mejor gestión de los recursos económicos y financieros que se utilizan para atender los gastos implícitos en las actividades logísticas de una empresa y en las actividades externas inmediatas necesarias para cumplir con el objetivo de la misma. La diferenciación puede originarse en factores diversos como el abastecimiento de materias primas de alta calidad, un sistema de registro de pedidos responsables o un diseño de producto superior.¹⁵

Uso de operadores logísticos¹⁶

Una de las características de la logística moderna es el surgimiento de proveedores de servicios de logística especializados, es decir a estos proveedores se les conoce como PL (Party Logistics) u operadores logísticos

Actualmente las empresas subcontratan a estos proveedores en gran medida debido al potencial de disminuir costos, ganando flexibilidad y mejorando el acceso a un conocimiento especializado, genera una ventaja que significa contratar a un tercero para que realice actividades que no forman parte del negocio principal.

Hay una gran variedad de operadores logísticos que ofrecen diferentes servicios, grado de especialización etc. Los cuales se listan a continuación:

¹⁵ (Beltrán, 2011)

¹⁶ (Beltrán, 2011)

- 1PL. Empresas autosuficientes en sus servicios de logística.
- 2PL. Proveedores de carga, como una empresa de transporte.
- 3PL. Proveedor de varios servicios logísticos básicos, así como algunos servicios de manejo de información, que cuentan con alta cobertura geográfica y escasa especialidad funcional, también puede operar en distintas industrias.
- 4PL. Es un integrador logístico con un alto conocimiento acerca del giro del cliente, lleva a cabo modelos de colaboración con los clientes enfocados en compartir riesgos, variabilidad, el costo de acuerdo con los resultados tanto operativos como financieros. Este tipo de empresas tienen la capacidad de innovación, una alta inversión tecnológica y escasa utilización propia de activos.
- 5PL. Está orientado a proporcionar solución para la gestión de la cadena de suministro completa.¹⁷

Este tipo de operadores logísticos son contratados especialmente en las operaciones de comercio internacional, ya que integran diversos servicios logísticos, así el importador o exportados no tiene que contratar un transportista, un almacén, agente aduanal, aseguradora etc. de forma individual, sino puede contratar un operador logístico que desempeñe o bien a su vez subcontrate y coordine estas actividades.

La integración logística del transporte se ha dado mayormente en los países industrializados, en los que la acción de la competencia se ha manifestado en forma más evidente. En aquellos en vías de desarrollo, como México, la vinculación del aparato productivo con el transporte ha ocurrido de manera mucho más aislada y las más de las veces por iniciativa de las industrias multinacionales, con un fuerte volumen de exportaciones. Los países desarrollados cuentan con los recursos, la infraestructura y la tecnología necesarios para un mayor desarrollo de la logística, por consecuencia fueron los primeros en descubrir las ventajas de esta actividad y en tomar la delantera a nivel mundial.

En México, la integración logística se ha tenido que aplicar en forma poco planeada y con cierta prisa. En los albores de lo que se visualizaba como la firma del tratado de Libre Comercio de América del Norte, se tuvieron que adoptar de manera precipitada medidas al respecto, medidas que no se generaron sobre las bases de una situación real del sector productivo y de inversión en el país, ni con miras a un desarrollo que favoreciera a la infraestructura nacional, ya que sólo se implantaron reformas para apoyar al comercio exterior, particularmente con EEUU, dejando de lado y aun descuidando el comercio interno.

La apertura de mercados no se requiere exportar para conocer las bondades de la integración logística, ya que la competencia se encuentra en México; por ello es alarmante que los productos fabricados en el país pierdan cada día más mercado en territorio nacional frente a productos elaborados en otro lado del mundo; mismos que en parte, gracias a un desarrollo logístico programado y coordinado, tienen mayor demanda por ser más económicos y atractivos.¹⁸

¹⁷ (La verdad de los operadores Logísticos, 2004)

¹⁸ (Laura Mendoza Moreno, Oscar Armando Rico, 2005)

2.2 Canales tradicionales

Una cadena de suministro está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores e incluso a los mismos clientes.¹⁹

Algunos conceptos de canales de distribución:

Según Lamb, Hair y McDaniel, "desde el punto de vista formal, un canal de marketing (también llamado canal de distribución) es una estructura de negocios de organizaciones interdependientes que va desde el punto de origen del producto hasta el consumidor, con el propósito de llevar los productos a su destino final de consumo".²⁰

Para Philip Kotler y Gary Armstrong, un canal de distribución "es un conjunto de organizaciones que dependen entre sí y que participan en el proceso de poner un producto o servicio a la disposición del consumidor o del usuario industrial".²¹

2.2.1 Distribución

La distribución se refiere a los pasos a seguir para mover y almacenar un producto desde la etapa del proveedor hasta la del cliente dentro de la cadena de suministro y ocurre entre cada par de etapas. Las materias primas y los componentes se mueven de proveedores a fabricantes, mientras que los productos terminados se mueven del fabricante al consumidor final. La distribución es una directriz clave de la rentabilidad total de la compañía, debido a que afecta de manera directa tanto los costos de la cadena como la experiencia del cliente.²²

La distribución es la variable de marketing que permite poner en contacto el sistema de producción con el del consumo de forma adecuada; es decir, la distribución tiene como misión poner el producto a disposición de los consumidores en la cantidad, el lugar y el momento apropiados, y con los servicios necesarios.

Un canal de distribución es el conducto que cada empresa escoge para llevar sus productos al consumidor de la forma más completa, eficiente y económica posible.

La elección de los canales de distribución suelen ser a largo plazo y hay que tener ciertas variables en cuenta para una buena elección:

- Naturaleza del producto.
- Precio de venta.
- Estabilidad del producto y del distribuidor en el mercado.
- Confianza en el intermediario.

¹⁹ (Sunil Chopra, Peter Meindl, 2008)

²⁰ (Lam Charles, Hair Joseph y Mc Daniel Carl, 2002)

²¹ (Kotler Philip y Armstrong Gary, 2003)

²² (Chopra, 2003)

- Calidad de la fuerza de ventas.

Los elementos implicados dentro de un canal de distribución suelen ser el productor, mayorista, minorista y consumidor final. Al establecer un canal, hay que conocer los distintos intermediarios y cómo pueden influir en el producto

La longitud de un canal de distribución depende de la naturaleza del producto y no hay ninguna regla exacta. Además, se puede utilizar la figura del agente en la intermediación de algunos productos.

Con base en la industria a la que pertenece la compañía se puede emplear uno de los seis diseños de distribución para llevar los productos de una fábrica al cliente²³:

1. Almacenaje con el fabricante con envío directo.
2. Almacenaje con el fabricante con envío directo y consolidación en tránsito.
3. Almacenaje con el distribuidor con entrega por mensajería.
4. Almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio.
5. Almacenaje con el fabricante o distribuidor con recolección por parte del cliente.
6. Almacenaje con el vendedor con recolección por parte del cliente.

²³ (Sunil Chopra, 2008)

2.2.2 Almacenaje con el fabricante con envío directo²⁴

El producto se envía en forma directa del fabricante al consumidor final, evitando al minorista (quien toma el pedido e inicia la petición de entrega). Esta opción también se conoce como “remesa directa” (drop-shipping). El minorista, si es independiente del fabricante, no mantiene inventarios. La información fluye del cliente, vía el minorista, al fabricante, y el producto se envía directamente de éste a los clientes.

La gran ventaja de la entrega directa es la habilidad de centralizar los inventarios con el fabricante. Éste puede agregar demanda a lo largo de los minoristas que provee, generando así que la cadena de suministro sea capaz de proporcionar un alto nivel de disponibilidad de productos con bajos niveles de inventario. Un tema clave respecto al envío directo es la estructura de propiedad del inventario en el fabricante.

Si se distribuyen porciones específicas del inventario del fabricante a los minoristas en forma individual, hay muy poco beneficio de la agregación, aun cuando el inventario está físicamente agregado. El beneficio de la agregación se logra sólo si el fabricante logra distribuir cuando menos una porción del inventario disponible a través de los minoristas conforme se vaya necesitando. Son muchísimos los beneficios de la centralización para artículos de valor alto con demanda baja e impredecible.

Para los artículos de poco movimiento, la rotación se incrementa si se emplea el envío directo en lugar de almacenar en las tiendas minoristas. El envío directo también ofrece al fabricante la oportunidad de posponer la personalización hasta después de que el cliente coloca el pedido.

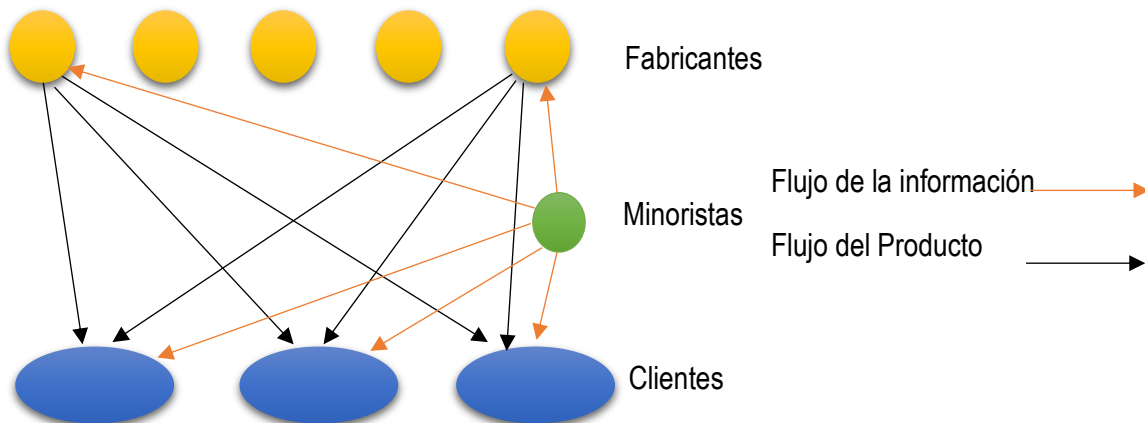


Ilustración 3. Almacenaje con el fabricante con envío directo Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

Aunque en general los costos de inventario son bajos con el envío directo, los costos de transporte son altos, ya que la distancia promedio de salida al consumidor es grande y se emplean servicios de mensajería para enviar el producto. Estos últimos tienen altos costos de envío por unidad en

²⁴ (Sunil Chopra, 2008)

comparación con los transportistas que envían camiones llenos. Con el envío directo, el pedido de un cliente que incluye artículos de varios fabricantes implica múltiples envíos al comprador, lo que hace que se pierda la agregación del transporte saliente e incrementa el costo.

Las cadenas de suministro ahorran en el costo fijo de las instalaciones al utilizar el envío directo, ya que los inventarios se centralizan con el fabricante. Esto elimina la necesidad de otros almacenes en la cadena de suministro.

La incapacidad de enviar una sola unidad puede tener un efecto negativo en el costo de manejo y en el tiempo de respuesta. Los costos de manejo se reducen en forma significativa si el fabricante tiene la capacidad de enviar directamente los pedidos desde la línea de producción.

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|---|
| <i>Inventario</i> | Costos bajos debido a la agregación. Los beneficios son altos para artículos de baja demanda y alto valor. Serán más altos si la personalización del producto puede posponerse con el fabricante. |
| <i>Transporte</i> | Altos costos de transporte debido al incremento en la distancia y el envío no agregado. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Costos bajos de instalaciones debido a la agregación. Algo de ahorro en los costos de manejo si el fabricante puede manejar pequeños embarques o enviar desde la línea de producción. |
| <i>Información</i> | Inversión significativa en la infraestructura de la información para integrar al fabricante y al vendedor. |
| | |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Tiempo de respuesta largo de una a dos semanas debido a la distancia y a las dos etapas para el procesamiento del pedido. El tiempo de respuesta puede variar por producto, por tanto, complica la recepción. |
| <i>Variedad del producto</i> | Fácil de proporcionar un alto nivel de variedad. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Fácil de proporcionar un alto nivel de disponibilidad del producto debido a la agregación con el fabricante. |
| <i>Experiencia del Cliente</i> | Bien en términos de entrega a domicilio, pero puede sufrir si el pedido de varios fabricantes se envía como envíos parciales. |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | Rápido, con disponibilidad del producto tan pronto como se produce la primera unidad. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Más difícil pero también más importante desde la perspectiva del servicio al cliente. |

Tabla 7. Características de desempeño del envío directo. Fuente: (Sunil Chopra, Peter Meindl, 2008)

2.2.3 Almacenaje con el fabricante con envío directo y consolidación en tránsito²⁵

A diferencia del envío directo bajo el cual cada producto del pedido se embarca de manera directa desde su fabricante al cliente final, la consolidación en tránsito combina piezas que provienen de diferentes ubicaciones, de manera que el cliente obtiene una sola entrega. La información y el producto fluyen por la red de consolidación en tránsito.

Así como sucede con el envío directo, la habilidad de agregar inventarios y posponer la personalización es una ventaja significativa de la consolidación en tránsito.

Los costos de transporte son menores que los del envío directo, debido a que la consolidación tiene lugar en el centro del transportista antes de entregar al cliente, aunque se requiere de una mayor coordinación. Un pedido que contiene productos por ejemplo de tres fabricantes requiere sólo de una entrega al cliente en comparación con las que serían requeridas con el envío directo.

Se necesita de una infraestructura muy compleja de información para permitir la consolidación en tránsito. Además de la información, las operaciones que se llevan a cabo entre el minorista, los fabricantes y los transportistas deben estar coordinadas. La inversión en la infraestructura de información es más mayor que con el envío directo.

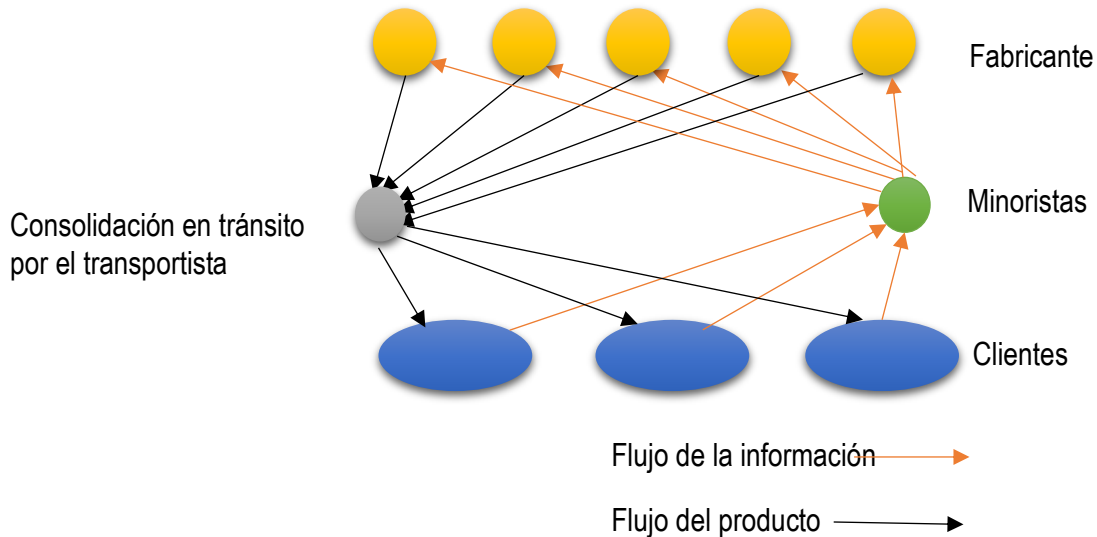


Ilustración 4 .Red de consolidación en tránsito. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

La retornabilidad es similar a la del envío directo. Los problemas relacionados con el manejo de las devoluciones son similares, y la cadena de suministro inversa continuará siendo costosa y difícil de implementar, como en el envío directo.

La mayor desventaja es el esfuerzo adicional durante la consolidación misma. Dadas las características del desempeño, el almacenaje con el fabricante con consolidación en tránsito es más adecuado para artículos de demanda baja, media y de alto valor que el minorista adquiere de un

²⁵ (Sunil Chopra, 2008)

número limitado de fabricantes. En comparación, con el envío directo, la consolidación en tránsito requiere de una alta demanda de cada fabricante.

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|--|
| <i>Inventario</i> | Similar al envío directo. |
| <i>Transporte</i> | Costos de transporte en cierta medida menores que los del envío directo. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Costos de manejo más altos que los del envío directo con el transportista. |
| <i>Información</i> | Inversión un poco más alta que el envío directo. |
| | |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Similar al envío directo; es probable que sea marginalmente más alto. |
| <i>Variedad del producto</i> | Similar al envío directo. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Similar al envío directo. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Mejor que el envío directo, ya que tiene que recibirse una sola entrega |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | Similar al envío directo. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Similar al envío directo. |
| <i>Retornabilidad</i> | Similar al envío directo. |

Tabla 8. Características del desempeño de la consolidación en tránsito. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

2.2.4 Almacenaje con el distribuidor con entrega por mensajería²⁶

Bajo esta opción, no se mantiene inventario en las instalaciones del fabricante, sino que lo tienen los distribuidores o minoristas en almacenes intermedios y, para transportar los productos desde la ubicación intermedia hasta el cliente final, se emplean servicios de mensajería.

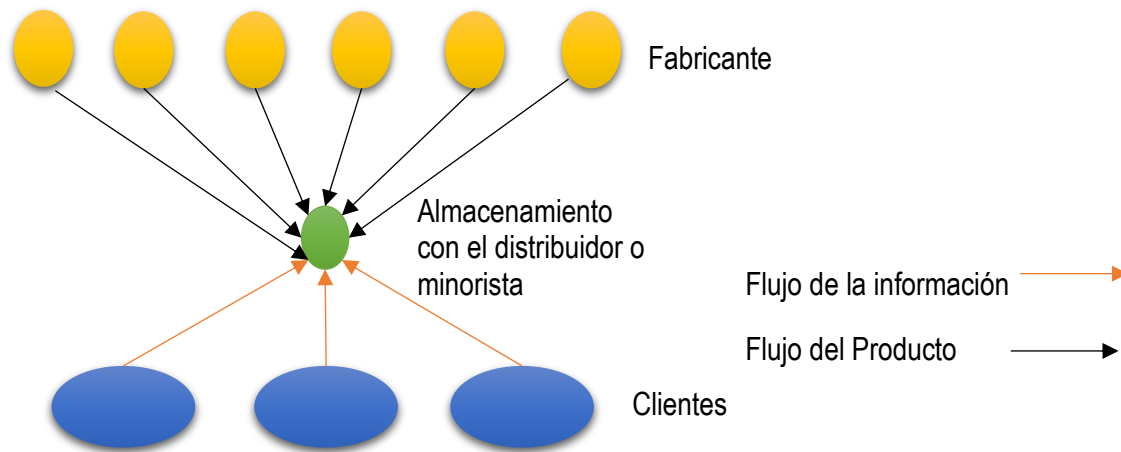


Ilustración 5. Almacenaje con el distribuidor con entrega del transportista. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

²⁶ (Sunil Chopra, 2008)

A diferencia del almacenaje con el fabricante, el almacenamiento con el distribuidor requiere un nivel más alto de inventario, puesto que el almacenamiento con el distribuidor o minorista en general agrega incertidumbre a la demanda en un nivel más bajo del que el fabricante es capaz de agregar demanda a lo largo de todos los distribuidores o minoristas.

Desde la perspectiva del inventario, el almacenamiento con el distribuidor conviene para productos con alta demanda.

Los costos de transporte son un poco más bajos para el almacenamiento con el distribuidor en comparación con el almacenaje con los fabricantes, debido a que pueden emplearse medios de transporte económicos (por ejemplo: camiones) para envíos que llegan al almacén, el cual está más cerca del cliente. A diferencia del almacenaje con el fabricante, donde tal vez sea necesario hacer múltiples envíos para surtir el pedido de un solo cliente que incluye varios artículos, el almacenamiento con el distribuidor permite unir en un solo embarque los pedidos que se van a enviar al cliente, reduciendo aún más el costo de transporte. El almacenamiento con el distribuidor proporciona ahorros en el transporte de artículos de alta rotación en relación con el almacenaje con el fabricante.

El almacenaje con el distribuidor sirve como un amortiguador entre el cliente y el fabricante, y disminuye la necesidad de coordinar los dos en su totalidad. Es necesario que exista visibilidad en tiempo real entre los clientes y el almacén, mientras que no es indispensable que exista entre el cliente y el fabricante. La visibilidad entre el almacenamiento del distribuidor y el fabricante se logra a un costo mucho menor que la visibilidad en tiempo real entre el cliente y el fabricante.

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|---|
| <i>Inventario</i> | Más alto que el almacenaje con el fabricante. La diferencia no es grande para artículos de alta rotación. |
| <i>Transporte</i> | Más bajo que el almacenaje con el fabricante. La reducción es más alta para artículos de alta rotación. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Un poco más alto que el almacenaje con el fabricante. La diferencia puede ser grande en artículos de muy baja rotación. |
| <i>Información</i> | Infraestructura más sencilla en comparación con el almacenaje con el fabricante. |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Más rápido que el almacenaje con el fabricante. |
| <i>Variedad del producto</i> | Más baja que el almacenaje con el fabricante. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Costo más alto para proporcionar el mismo nivel de disponibilidad como el almacenaje con el fabricante. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Mejor que el almacenaje con el fabricante con envío directo. |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | Más alto que el almacenaje con el fabricante. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Más fácil que con almacenaje con el fabricante. |
| <i>Retornabilidad</i> | Más fácil que con almacenaje con el fabricante. |

Tabla 9. Características del desempeño del almacenaje con el distribuidor con entrega por medio del transportista.

Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

2.2.5 Almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio²⁷

La entrega a domicilio se refiere a la entrega del producto por parte del distribuidor o minorista en el hogar del cliente en lugar de usar un transportista de paquetería.

A diferencia de la entrega mediante un transportista de paquetería, la entrega a domicilio requiere que el almacén del distribuidor esté mucho más cerca del cliente.

Dado el radio limitado que puede ser atendido, se requieren más almacenes en comparación a cuando se emplea entrega de paquetería.

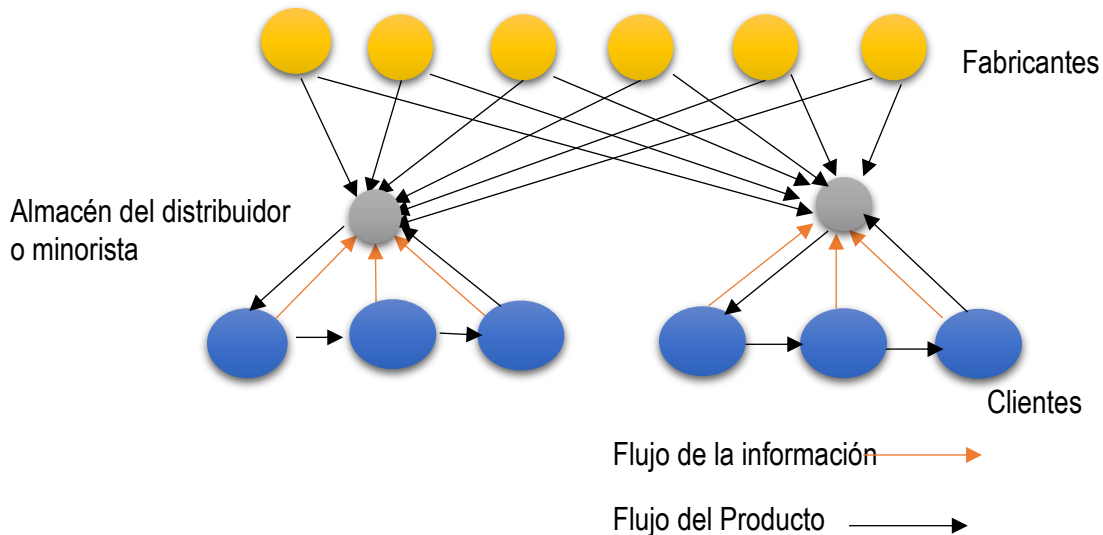


Ilustración 7. Almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

El almacenaje con el distribuidor con entrega a domicilio requiere mayores niveles de inventario que las otras opciones (excepto para las tiendas minoristas) debido a que tiene un bajo nivel de agregación.

Desde la perspectiva del inventario, el almacenaje con entrega a domicilio es adecuado para artículos de alta rotación para los cuales la desagregación no lleva a un incremento significativo del inventario.

Entre todas las redes de distribución, la entrega a domicilio tiene los costos más altos. Esto se debe a que los transportistas de paquetería consolidan entregas de muchos minoristas y son capaces de obtener mejores economías de escala de las que están disponibles para el distribuidor o minorista que trata de entregar a domicilio. Los costos de transporte son justificables para productos voluminosos por los cuales el cliente está dispuesto a pagar por recibir el producto solicitado en su casa.

La infraestructura de información con la entrega a domicilio es similar a la del almacenamiento con el distribuidor con entrega por transportista de paquetería. Sin embargo, requiere capacidades adicionales de programación de entregas. Los tiempos de respuesta son más rápidos que cuando se utilizan transportistas de paquetería.

²⁷ (Sunil Chopra, 2008)

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|---|
| <i>Inventario</i> | Más alto que el almacenaje con el distribuidor con entrega con transportista de paquetería. |
| <i>Transporte</i> | Costo muy alto, dadas las mínimas economías de escala. Más alto que cualquier otra opción de distribución. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Costos de instalaciones más altos que el almacenaje con fabricante o distribuidor con entrega con transportista de paquetería, pero menores que el de una cadena de tiendas minoristas. |
| <i>Información</i> | Similar al almacenaje con el distribuidor con entrega con transportista de paquetería. |
| | |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Muy rápido. Entregas del mismo día o al día siguiente. |
| <i>Variedad del producto</i> | Un poco menor que el almacenaje con el distribuidor con entrega con transportista de paquetería pero mayor que el de las tiendas minoristas. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Costo para proporcionar disponibilidad más alto que cualquier otra opción excepto las tiendas minoristas. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Muy bueno, particularmente para artículos voluminosos. |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | Ligeramente más alto que para el almacenaje con el distribuidor con entrega con transportista de paquetería. |
| <i>Seguimiento del pedido</i> | Menos problemas y más fácil de implementar que para el almacenaje con el fabricante o almacenaje con el distribuidor con entrega con transportista de paquetería. |
| <i>Retornabilidad</i> | Más fácil de implementar que otras opciones. Más difícil y más cara que una red de minoristas. |

Tabla 10. Características del desempeño del almacenamiento con el distribuidor con entrega a domicilio. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

2.2.6 Almacenaje con el fabricante/distribuidor con recolección por parte del cliente²⁸

El inventario se almacena en el almacén del fabricante o distribuidor y los clientes colocan sus pedidos en línea o por teléfono y luego viajan a los puntos designados para surtir su mercancía. Los pedidos se envían desde el almacén a los puntos de surtido.

Los costos de inventario pueden mantenerse bajos, ya sea con almacenaje con el fabricante o con el distribuidor para explotar la agregación.

²⁸ (Sunil Chopra, Peter Meindl, 2008)

El costo de transporte es más bajo que con cualquier otra solución que emplee servicios de envío de paquetería, puesto que es posible una agregación significativa cuando se entregan los pedidos en un sitio de surtido. Esto permite el uso de camiones para transportar los pedidos hasta el sitio de surtido.

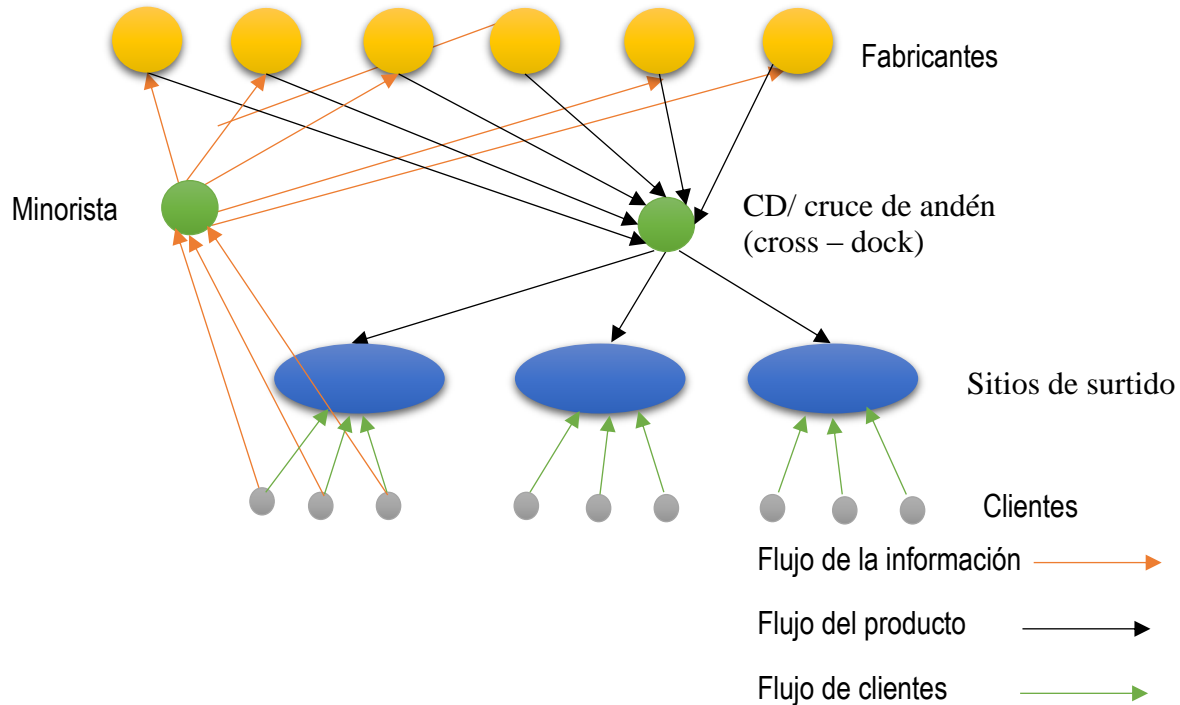


Ilustración 6. Almacenaje con el fabricante o distribuidor con recolección por parte del cliente. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

El incremento en el costo de procesamiento en el sitio de surtido es el mayor obstáculo para el éxito de este método.

Se necesita una considerable infraestructura de información para proporcionar visibilidad del pedido hasta que el cliente la recoja, así como una buena coordinación entre el minorista, la ubicación de almacenaje y el sitio de surtido.

Existe algo de pérdida en la experiencia del cliente, porque a diferencia de las otras opciones analizadas, los clientes deben ir a recoger sus propios pedidos. Por otro lado, los clientes que no quieren pagar en línea pueden pagar en efectivo empleando esta opción. Este sistema es difícil de implementar, puesto que requiere la integración de varias etapas de la cadena de suministro. En potencia, las devoluciones pueden manejarse en el sitio de surtido.

Desde la perspectiva del transporte, los flujos de las devoluciones se pueden manejar empleando los camiones de entrega. Para los clientes, devolver un producto es más fácil, debido a que tienen una ubicación física para hacerlo. Se puede considerar que la retornabilidad es bastante buena empleando esta opción.

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|---|
| <i>Inventario</i> | Puede igualar cualquier otra opción, dependiendo de la ubicación del inventario. |
| <i>Transporte</i> | Menor que el uso de transportistas de paquetería, especialmente si se usa una red de entregas existente. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Costos de instalaciones pueden ser muy altos si hay que construir nuevas instalaciones. Son más bajos si se emplean instalaciones existentes. El incremento en el costo de manejo en el sitio de surtido puede ser significativo. |
| <i>Información</i> | Inversión significativa en la infraestructura requerida. |
| | |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Similar a la entrega de transportista de paquetería con almacenaje con el fabricante o distribuidor. Posible entrega el mismo día para artículos almacenados localmente en el sitio de surtido. |
| <i>Variedad del producto</i> | Similar a otras opciones de almacenaje con el fabricante o distribuidor. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Similar a otras opciones de almacenaje con el fabricante o distribuidor. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Menor que otras opciones debido a la carencia de entrega a domicilio. En áreas con alta densidad de población, puede ser pequeña la pérdida de conveniencia. |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | Similar a las opciones de almacenaje con el fabricante. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Difícil pero esencial. |
| <i>Retornabilidad</i> | Un poco más fácil dado que las instalaciones de surtido pueden manejar devoluciones. |

Tabla 11. Características del desempeño de la red con sitios con recolección por parte del cliente. Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

Las principales ventajas de la red con sitios de surtido por parte del cliente es que se puede disminuir el costo de entrega y expandir el conjunto de productos vendidos así como los clientes atendidos en línea. El mayor obstáculo es el incremento en el costo de manejo en el sitio de surtido. Esta red quizá sea más efectiva si se emplean como sitios de surtido lugares como cafeterías, tiendas de conveniencia o pequeños supermercados, ya que este tipo de red mejora las economías a partir de la infraestructura existente.

2.2.7 Almacenaje con el vendedor con surtido por parte del cliente²⁹

Vista con frecuencia como la cadena de suministro más tradicional, el inventario se almacena en las tiendas. Los clientes entran al lugar o colocan un pedido en línea o por teléfono y lo recogen ahí.

²⁹ (Sunil Chopra, 2008)

El almacenaje local incrementa los costos de inventario debido a la falta de agregación. En el caso de artículos de alta rotación, existe un incremento marginal en el inventario incluso con el almacenaje local.

El costo de transporte es mucho menor que con otras soluciones debido a los medios de transporte baratos que pueden emplearse para reabastecer el producto en la tienda. Los costos de las instalaciones son altos, puesto que se requieren muchas instalaciones locales, y se necesita una infraestructura mínima de información si los clientes entran a una tienda y colocan pedidos. Para los pedidos que se reciben en línea, se necesita una infraestructura de información significativa para proporcionar visibilidad del pedido hasta que el cliente lo recoja.

El tiempo para llegar al mercado es el más alto con esta opción, ya que el nuevo producto tiene que atravesar toda la cadena de suministro antes de que esté disponible para los clientes. La visibilidad del pedido es en extremo importante para que el cliente pueda darle seguimiento y recogerlo cuando los pedidos se colocan en línea o se hacen por teléfono. Las devoluciones se pueden manejar en el sitio de surtido. La retornabilidad es buena si se emplea esta opción.

| Factor del costo | Desempeño |
|--------------------------------------|---|
| <i>Inventario</i> | Más alto que todas las otras opciones. |
| <i>Transporte</i> | Más alto que todas las otras opciones. |
| <i>Instalaciones y manejo</i> | Más alto que las otras opciones. El incremento en los costos de manejo en el sitio de surtido puede ser significativo para pedidos en línea y por teléfono. |
| <i>Información</i> | Se requiere cierta inversión en infraestructura para los pedidos en línea y por teléfono. |
| | |
| Factor de servicio | Desempeño |
| <i>Tiempo de respuesta</i> | Posible recolección el mismo día (inmediata) para artículos almacenados localmente en el sitio de surtido. |
| <i>Variedad del producto</i> | Menor que las otras opciones. |
| <i>Disponibilidad del producto</i> | Proporcionarla es más costoso que en todas las otras opciones. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Relacionada con si la compra se ve como una experiencia positiva o negativa para el cliente. |
| <i>Tiempo para llegar al mercado</i> | El más alto entre las opciones de distribución. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Complejo para pedidos en la tienda. Difícil, pero esencial para pedidos en línea y por teléfono. |
| <i>Retornabilidad</i> | Más fácil que otras opciones dado que el sitio de surtido puede manejar también las devoluciones. |

Tabla 12. Características del desempeño de almacenamiento local con sitios de recolección por parte del cliente.

Fuente: (Sunil Chopra, 2008)

2.3 Distribución en la moda

Tiendas propias

Más que simples puntos de ventas, deben tener una distribución similar y la misma decoración, es decir, todas las tiendas se deben ubicar en puntos específicos y muy comerciales en ciudades importantes. Deberán ser locales amplios para poder distribuir los productos y permitir a los clientes pasearse cómodamente por la tienda.

Una fortaleza de las empresas de moda es seguir estrategias sobre el consumidor en sus tiendas, por ejemplo el diseño de las tiendas, los escaparates, la iluminación y la música de toda la tienda, todas estas estrategias en todas las tiendas de cada empresa. Además se tiene que tener un estudio en cada tienda para lograr mayores ventas.³⁰

Tiendas departamentales

Las tiendas detallistas o tiendas al menudeo efectúan la producción de prendas de vestir a través de un proceso de subcontratación global para lo cual están especializadas por producto y nivel de precios. También realizan la etapa de diseño y la función de mercadotecnia, incluyendo la comercialización y distribución de las prendas de vestir a través de tiendas departamentales, tiendas de descuento y cadenas de comercio masivo.

La subcontratación global la utilizan para realizar la confección de la prenda, apoyándose en la contratación de paquete completo y en la adquisición de prendas de vestir elaboradas por empresas comercializadoras de marca (fábricas sin fábrica), fabricantes de productos de marca con fábrica y fábricas domésticas de prendas de vestir.

Empresas comercializadoras de marca

Estas empresas conocidas como “fábricas sin fábrica” no realizan proceso de fabricación, se apoyan fundamentalmente en la subcontratación global. Las estrategias de este tipo de empresas están centradas en incrementar y transferir nuevas funciones a subcontratistas (desde la planeación y diseño de prendas hasta la distribución del producto) e incrementar las funciones de paquete completo. Para este efecto realizan la certificación de plantas de producción y se abastecen de diversos puntos geográficos. Por lo tanto, este tipo de empresas reconoce que los subcontratistas tienen la capacidad de manejar todos los aspectos del proceso productivo con excepción de dos: el diseño y el manejo de marca. Algunas empresas de este tipo son: Nike, Reebok, Liz Claiborne, DonnaKaran, Polo, Tommy Hilfiger, entre otras.

E- commerce

El comercio electrónico afecta los elementos del servicio al cliente, tales como el tiempo de respuesta, la variedad de productos, la disponibilidad, la experiencia del cliente, el tiempo para llegar al mercado, la visibilidad y la retornabilidad.

³⁰ (Caamaño, 2010)

A continuación se presenta una tabla con las principales características de la distribución e-commerce:

| | |
|--|--|
| <i>Tiempo de respuesta a los clientes</i> | Le toma más tiempo cumplir la petición del cliente que a una tienda debido a que no tiene un punto de venta físico. |
| <i>Variedad de producto</i> | Es más fácil ofrecer una gran selección de productos que a una tienda física. |
| <i>Disponición del producto</i> | Puede incrementar en gran medida la velocidad con la cual la información sobre la demanda del cliente se disemina a través de la cadena de suministro, dando oportunidad a realizar pronósticos más precisos. |
| <i>Experiencia del cliente</i> | Afecta la experiencia del cliente en términos de acceso, personalización y convivencia. |
| <i>Menor tiempo para llegar al mercado</i> | Puede introducir nuevos productos rápido que una que usa canales físicos. Introduce un producto poniéndolo a disposición del cliente en el sitio Web y no existe demora en la distribución para llenar los canales físicos. |
| <i>Visibilidad del pedido</i> | Proporciona visibilidad del estado del pedido. Desde la perspectiva del cliente, es importante proporcionarla, debido a que un pedido en línea no tiene equivalencia a la compra de un artículo que un cliente hace en la tienda. |
| <i>Retornabilidad</i> | Es más difícil con los pedidos colocados en línea, los cuales llegan de una ubicación centrada. Es mucho más fácil devolver un producto comprado en una tienda tradicional. |
| <i>Ventas directas a los clientes</i> | Permite que los fabricantes y otros miembros de la cadena que no tienen contacto directo con los clientes en los canales tradicionales incrementen sus ventas al evitar a los intermediarios y venderles directamente a los consumidores finales |

Tabla 13. Características de e-commerce. Fuente: Elaboración propia

Impacto del comercio electrónico en el costo³¹

Por el lado de los costos, el comercio electrónico afecta los costos del inventario, instalaciones, transporte e información.

- Inventario.
- Un negocio electrónico puede disminuir los niveles y costos de los inventarios al mejorar la coordinación de la cadena de suministro y crear una mejor coordinación entre la oferta y la demanda.

³¹ (Sunil Chopra, Peter Meindl, 2008)

- **Instalaciones**

Hay 2 tipos de costos de instalación: costos relacionados con el número y ubicación de instalaciones en una red y los costos asociados con las operaciones que tienen lugar en esas instalaciones.

El comercio electrónico reduce los costos de la red de instalaciones al centralizar las operaciones, porque disminuye el número de instalaciones requeridas.

- **Transporte**

Si una compañía puede poner su producto en una forma que pueda ser descargada, Internet le permitirá ahorrar en costo y tiempo de entrega.

- **Información**

El comercio electrónico comparte la información de la demanda a lo largo de su cadena de suministro para mejorar la visibilidad.

Muchas empresas han desarrollado sus propios catálogos electrónicos en línea y también se han esforzado en desarrollar catálogos que contengan productos de diferentes proveedores, lo cual permite a los compradores comparar con rapidez las características, las especificaciones y los precios.³²

La industria de la moda creció en el 2015, un 23% en internet en México, debido a que 57% de los internautas mexicanos han realizado compras o pagos por internet. (<http://www.forbes.com.mx>).

| Datos del mercado E- commerce | |
|---|---|
| ¿Qué representa la moda en el mercado on line? | La ropa y los complementos representan ya el 23% del total de compras que se hacen por la red y son el segundo sector más consumido, después de la electrónica. Las ventas de moda a través de internet aumentaron un 32% en el 2014 en México. |
| ¿Quién compra moda? | El perfil de la compradora online son mujeres mexicanas entre los 25 y los 44 años de edad. Ellas realizaron el 60% de las compras de este sector. |
| ¿Qué artículos son los que compramos? | El 57 % de las compras corresponde a ropa de jóvenes, un 17% a calzado, un 15% a ropa para niños, un 8% a complementos y un 3% a ropa interior. |

Tabla 14. Moda en e-commerce. Fuente: (www.ecomandjobs.com) Elaboración propia

³² (Donald. Bowersox, 2007)

Outlet

Un outlet es un establecimiento que comercializa productos en stock o de una temporada anterior de otras marcas. Puede comercializar muchos productos, desde tecnología, libros, hasta ropa.

Distribución tipo outlet.

Consta de una bodega de concentración de artículos o establecimiento comercial, en la venta de productos, ya sea de una específica marca o de varias marcas dentro del mismo lugar o complejo comercial en donde resalta que los consumidores hacen el papel de autoservicio y los productores la de emplazamiento de los productos en anaqueles.

Capítulo 3: Modelos matemáticos

La mejor manera de solucionar cualquier problema es eliminar su causa

Martin Luther King

Un modelo matemático es una construcción matemática abstracta y simplificada relacionada con una parte de la realidad y creada para un propósito particular. Así, por ejemplo, un gráfico, una función o una ecuación pueden ser modelos matemáticos de una situación específica.

3.1 Problemas de redes de transporte

Los problemas que corresponden al ámbito del transporte son tan complejas que ha sido necesario utilizar matemáticas avanzadas y tecnologías modernas para poder organizarlas y tener mejores resultados. Una de muchas herramientas matemáticas utilizadas para estudiar dichos problemas es la teoría de redes de transporte³³

Definición de Red.

Una red se compone de un conjunto de nodos unidos por arcos o ramas. La notación para describir una red se por lo regular (*Nodo, Arco*). Se describe como:

$$N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$A = \{(1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 5), (3, 4), (3, 5), (4, 2), (4, 5)\}$$

Asociado con cada red hay un flujo. El flujo máximo en una red puede ser finito o infinito, según la capacidad de sus arcos.

Se dice que un arco está dirigido u orientado si permite que el flujo positivo sea sólo en una dirección. Una red dirigida tiene todos los arcos dirigidos.

Una ruta es un conjunto de arcos que unen dos nodos distintos, y que pasan a través de otros nodos en la red.

Una ruta forma un ciclo o un bucle si conecta un nodo de vuelta a sí mismo a través de otros nodos. Se dice que una red está conectada si cada dos nodos distintos están conectados en al menos una ruta.

³³ (Taha, 2012)

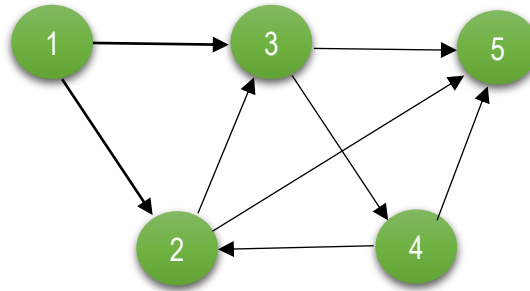


Ilustración 7. Ejemplo de una red

Un árbol es una red conectada libre de ciclos compuesta de un subconjunto de todos los nodos, y un árbol de expansión es un árbol que une todos los nodos de la red. Se puede decir que un árbol es una gráfica no dirigida.³⁴

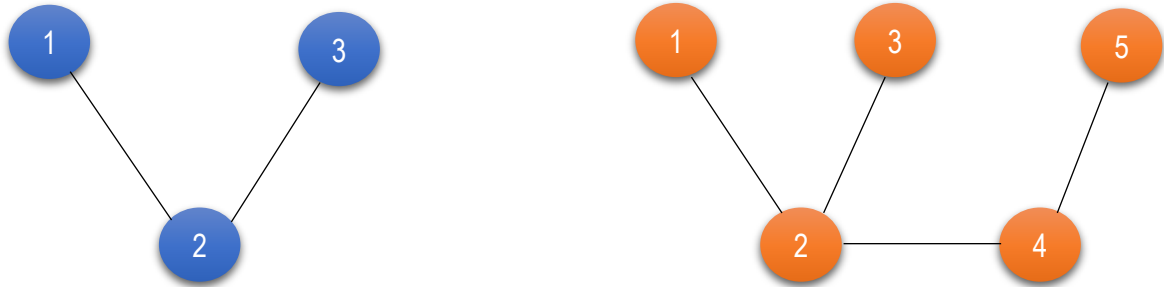


Ilustración 8. Ejemplo de un árbol y un árbol de expansión

3.1.1 Modelo de transporte

La distribución de cualquier mercancía desde cualquier grupo de centros de suministro, llamados orígenes, a cualquier grupo de centros de recepción, llamados destinos, de tal manera que se minimicen los costos totales de distribución.³⁵

Hay m orígenes y n destinos, cada uno representado por un nodo. Los arcos representan las rutas que unen los orígenes con los destinos. El arco (i, j) que une el origen i con el destino j transporta dos puntos de información: el costo de transporte por unidad, c_{ij} y la cantidad transportada, x_{ij} . La cantidad de la oferta en el origen i es a_i y la cantidad de la demanda en el destino j es b_j . El objetivo del modelo es minimizar el costo de transporte total al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones de la oferta y la demanda.³⁶

³⁴ (Taha, 2012)

³⁵ (Frederick S. Hiller, Gerald J. Lieberman, 2010)

³⁶ (Taha, 2012)

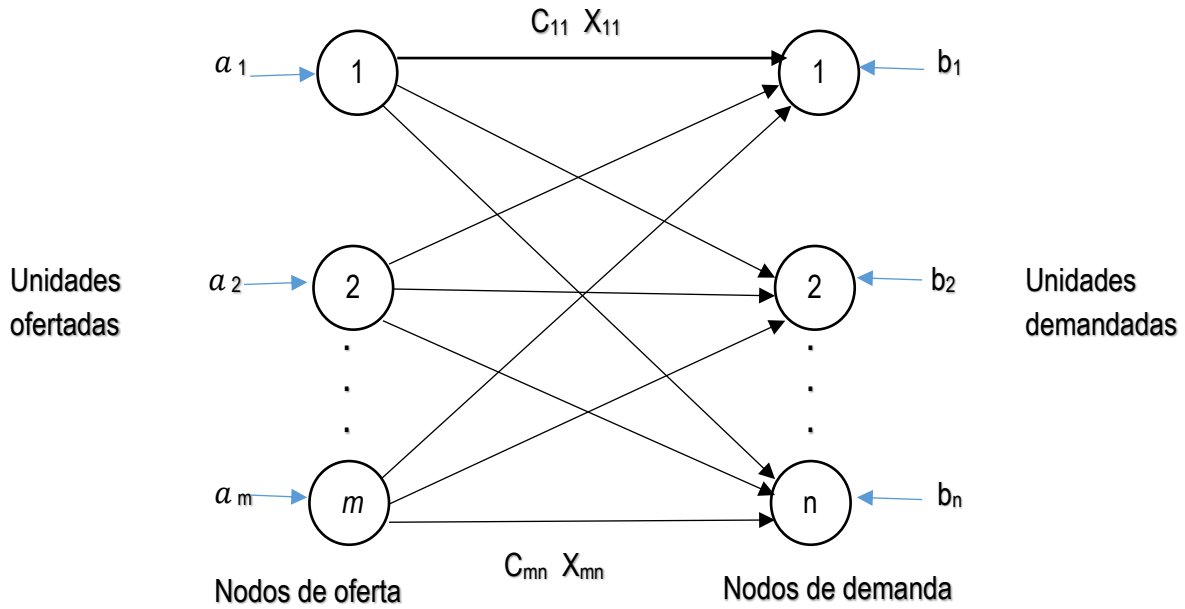


Ilustración 9. Modelo de transporte. Fuente: (Taha, 2012)

Si X_{ij} representa la cantidad transportada desde el origen i y el destino j , el problema de transporte se formula a continuación:

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq a_i \quad i = 1, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq b_j \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$X_{ij} \geq 0$$

La restricción (1) nos muestra que la suma de envíos desde una fuente no sea mayor que su oferta, en forma análoga, por tanto en la restricción (2) asegura que la suma de los envíos satisfaga su demanda. Este modelo implica que la oferta total, sea cuando menos igual a la demanda total.

Cuando la oferta total es igual a la demanda total:

$$\sum_{j=1}^n b_j = \sum_{i=1}^m a_i$$

La formulación resultante recibe el nombre de modelo de transporte balanceado.

3.1.2 Método de solución inicial

Un modelo de transporte general con m orígenes y n destinos tiene $m + n$ ecuaciones de restricción, una por cada origen y cada destino. Sin embargo, como el modelo de transporte siempre está balanceado (suma de la oferta = suma de la demanda) una de las ecuaciones es redundante, por lo que el modelo se reduce a $m + n - 1$ ecuaciones independientes y $m + n - 1$ variables básicas.

La estructura especial del problema de transporte permite asegurar una solución básica inicial no artificial siguiendo uno de los tres métodos:

1. Método de la esquina noroeste.
2. Método del costo mínimo.
3. Método de aproximación de Vogel .

El primer método es de naturaleza “mecánica”, y los dos restantes son heurísticos que buscan una solución inicial de mejor calidad que dé un valor objetivo más pequeño. Por lo general, el método heurístico Vogel es mejor que el heurístico de costo mínimo. Por otra parte, el método de esquina noroeste implica una cantidad mínima de cálculos.³⁷

Método de la esquina noroeste.

El método es considerado como el más fácil, pero tiene algunas fallas en cuanto a una buena solución inicial y de bajo costo, esto debido a que no toma en cuenta la magnitud relativa de los costos C_{ij} . Es necesario establecer el número de variables básicas en cualquier solución básica del problema de transporte. Frecuentemente en los problemas de programación lineal se tiene una variable básica de restricción. Por ejemplo en los problemas de transporte con m recursos y n destinos el número de restricciones es $m + n$. no obstante el número de variables básicas = $m+n-1$

A continuación se presentan los pasos a seguir de dicho proceso.

1. Se asigna la máxima cantidad posible a la variable X_{11} , de manera que satisfaga toda la demanda (columna), o también si es que se agota la oferta (renglón). Como se satisface la demanda se tacha el renglón, indicando así que las variables son igual a cero.
2. Si una fila y una columna dan cero al mismo tiempo, tache sólo una, y deje una oferta (demanda) cero en la fila (columna) no tachada. Esto garantiza a ubicación automática de variables básicas cero, esto si es que las hay.

³⁷ (Taha, 2012)

3. Después de ajustar las cantidades de oferta y demanda de los renglones y columnas no tachados, la cantidad factible máxima se asigna al primer elemento de la nueva columna o renglón. Si se deja sin tachar exactamente una fila o columna, deténgase, el proceso ha terminado.³⁸

Método del costo mínimo.

El método del costo mínimo determina una mejor solución inicial al concentrarse en las rutas más económicas³⁹. El proceso del método es de la siguiente manera:

1. Asigna lo más posible a la celda con el costo unitario mínimo (los empates se rompen arbitrariamente).
2. Luego se tacha la fila o columna satisfecha y se ajustan las cantidades de oferta y demanda como corresponda.
3. Si una fila o una columna se satisfacen al mismo tiempo, sólo se tacha una, igual que en el método de la esquina noroeste, después seleccione la celda no tachada con el costo unitario mínimo y repita el proceso hasta que se deje sin tachar exactamente una fila o columna.

Método de aproximación de Vogel (MAV).

1. Este método es una versión mejorada del método del costo mínimo que por lo general, pero no siempre, produce mejores soluciones iniciales. A continuación el proceso de este método:
2. Para cada fila (columna) determine una medida de penalización restando el elemento de costo unitario mínimo en la fila (columna) del siguiente elemento de costo mínimo en la misma fila (columna).
3. Identifique la fila o columna con la penalización máxima, que rompa los empates arbitrariamente. Asigne lo más posible a la variable con el costo unitario mínimo en la fila o columna seleccionada. Ajuste la oferta y la demanda, y tache la fila o columna satisfecha. Si una fila y una columna se satisfacen al mismo tiempo, sólo se tacha una de las dos, y a la fila restante (columna) se le asigna una oferta (demanda) cero.
4. Consta de los siguientes incisos:
 - a) Si exactamente una fila o columna con oferta o demanda cero permanece sin tachar, entonces el proceso ha terminado
 - b) Si una fila (columna) con oferta (demanda) positiva permanece sin tachar, determine las variables básicas en la fila (columna) mediante el método del costo mínimo, entonces el proceso ha terminado.
 - c) Si todas las filas y columnas no tachadas tienen oferta y demanda cero (restantes), determine las variables básicas cero por el método del costo mínimo, entonces el proceso ha terminado. De lo contrario, vaya al paso 1.⁴⁰

³⁸ (Taha, 2012)

³⁹ (Taha, 2012)

⁴⁰ (Taha, 2012)

3.1.3 Modelo de transbordo.

El modelo de transporte supone la ruta directa entre una fuente y un destino es una ruta de costo mínimo. El modelo de transbordo es un método alternativo para obtener el costo de envío directo mínimo. La formulación del modelo de transbordo tiene la característica adicional de permitir que las unidades transportadas desde todos los orígenes pasen a través de nodos intermediarios o transitorios, antes de que lleguen por último a su destino designado. Esta formulación combina el modelo de transporte básico con el de la ruta más corta en un solo procedimiento.

El problema de transbordo de manera general se formula de la siguiente manera:

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^k C_{jk} C_{jk} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^k C_{ik} C_{ik}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} + \sum_{k=1}^k X_{ik} \leq a_i \quad \text{para } \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ik} + \sum_{j=1}^n X_{jk} \geq b_k \quad \text{para } \forall k = 1, 2, \dots, k \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = \sum_{k=1}^k X_{jk} \geq b_k \quad \text{para } \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$X_{ij}, X_{jk} \geq 0$$

La restricción (1) indica que las unidades transportadas no superen a la oferta disponible, la restricción (2) asegura que se cumpla con la demanda, y la restricción (3) asegura que la suma total del flujo entrante sea igual a la suma total del flujo saliente.⁴¹

⁴¹ (Frederick S. Hiller, Gerald J. Lieberman, 2010)

3.1.4 Modelo de asignación

El modelo de asignación clásico se ocupa para compaginar a los trabajadores con diversas habilidades con los trabajos. La variación de la habilidad afecta el costo de completar un trabajo. La meta es determinar la asignación de costo mínimo de los trabajadores a los trabajos. Un trabajo o bien un “origen” ($i = 1, 2, \dots, m$) cuando se asigna a una maquina o bien un “destino” ($j = 1, 2, \dots, n$) incurre en un costo C_{ij} . El objetivo es el de asignar los trabajos a las maquinas al menor costo total.

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{el } i - \text{ésimo trabajo se asigna a la } j - \text{ésima maquina} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

El modelo de asignación puede resolverse de forma directa como un modelo de transporte. Sin embargo, el hecho de que la oferta y la demanda sean iguales a 1 conduce al desarrollo de un algoritmo de solución simple llamado método húngaro

$$\min Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$X_{ij} = 0, 1$$

El objetivo es minimizar el costo total de la asignación. La restricción (1) asegura que la suma de asignaciones sea igual a los trabajadores (oferta), la restricción (2) asegura que la suma de asignaciones sea igual a las maquinas (demanda).

3.1.5 Método húngaro

En primera instancia se debe observar que la matriz tenga en todos los elementos sus costos (beneficios) unitarios correspondientes. Si alguno no lo tiene se le tendrá que asignar en términos del tipo de matriz y problema. A continuación se presenta el proceso de este método.

Para minimización:

1. Se balancea el modelo, $m = n$ (matriz cuadrada)
 Donde m = número de renglones
 n = número de columnas
2. Para cada renglón se escoge un elemento menor y se le resta a todos los demás en el mismo renglón.
3. Para cada columna se escoge el elemento menor y se le resta a todos los demás en la misma columna
4. Se traza el mínimo número de líneas verticales y horizontales de forma que todos los ceros quedan tachados
5. Criterio de optimidad:
 - Si el número de líneas es igual al orden de la matriz, la asignación debe hacerse donde haya ceros cuidando que cada renglón y cada columna tenga una sola asignación
 - En caso de que no sea así se tendrá que pasar al siguiente número
6. Se selecciona el elemento menor no tachado de la matriz. El valor se resta a todo elemento no tachado y se suma a los elementos en la interacción de 2 líneas.

Para maximización

Se selecciona el elemento más grande de toda la matriz beneficio. Este valor se tiene que restar a todos los demás, los valores negativos que se obtengan representan los costos de oportunidad, lo que se deja de ganar o producir. Para este caso la solución del modelo debe considerar valores absolutos. Con esto, se ha obtenido un modelo de minimización y se puede resolver como tal.⁴²

3.2 Problema teórico de ruteo de vehículos

Un Problema de Ruteo de Vehículos consiste en, dado un conjunto de clientes y depósitos dispersos geográficamente y una flota de vehículos, determinar un conjunto de rutas de costo mínimo que comiencen y terminen en los depósitos, para que los vehículos visiten a los clientes. Las características de los clientes, depósitos y vehículos, así como diferentes restricciones operativas sobre las rutas, dan lugar a diferentes variantes del problema.

Los clientes

Cada cliente tiene cierta demanda que deberá ser satisfecha por algún vehículo.

En muchos casos, la demanda es un bien que ocupa lugar en los vehículos y es usual que un mismo vehículo no pueda satisfacer la demanda de todos los clientes en una misma ruta.

En otros casos la demanda no es un bien sino un servicio: el cliente simplemente debe ser visitado por el vehículo. Un mismo vehículo podría, visitar a todos los clientes. En otra variante del problema,

⁴² (Taha, 2012)

cada cliente tiene una ubicación y desea ser transportado hacia otro sitio. En este caso la capacidad del vehículo impone una cota sobre la cantidad de clientes que puede alojar simultáneamente.

Es usual que cada cliente deba ser visitado exactamente una vez. Sin embargo, en ciertos casos se acepta que la demanda de un cliente sea satisfecha en momentos diferentes y por vehículos diferentes.

Los clientes podrían tener restricciones relativas su horario de servicio. Usualmente estas restricciones se expresan en forma de intervalos de tiempo (llamados ventanas de tiempo) en los que se puede arribar al cliente.⁴³

Los depósitos

Tanto los vehículos como las mercaderías a distribuir suelen estar ubicadas en depósitos o almacenes. Usualmente se exige que cada ruta comience y finalice en un mismo depósito, aunque este podría no ser el caso en algunas aplicaciones.

En los problemas con múltiples depósitos cada uno de estos tiene diferentes características, por ejemplo, su ubicación y capacidad máxima de producción.

Los depósitos, al igual que los clientes, podrían tener ventanas de tiempo asociadas. En algunos casos debe considerarse el tiempo necesario para cargar o preparar un vehículo antes de que comience a recorrer su ruta.⁴⁴

Los vehículos

La capacidad de un vehículo podría tener varias dimensiones, como por ejemplo peso y volumen. Cuando en un mismo problema existen diferentes mercaderías, los vehículos podrían tener compartimentos, de modo que la capacidad del vehículo dependa de la mercadería de que se trate. En general, cada vehículo tiene asociado un costo fijo en el que se incurre al utilizarlo y un costo variable proporcional a la distancia que recorra.

Los problemas en que los atributos (capacidad, costo, etc.) son los mismos para todos los vehículos se denominan de flota homogénea.

La cantidad de vehículos disponibles podría ser un dato de entrada o una variable de decisión. El objetivo más usual suele ser utilizar la menor cantidad de vehículos y minimizar la distancia recorrida

Regulaciones legales podrían imponer restricciones sobre el tiempo máximo que un vehículo puede estar en circulación e incluso prohibir el pasaje de ciertos vehículos por ciertas zonas.

En general se asume que cada vehículo recorre una sola ruta en el periodo de planificación, pero últimamente se han estudiado modelos en los que un mismo vehículo puede recorrer más de una ruta.

⁴³ (Olivera, 2004)

⁴⁴ (Olivera, 2004)

Las rutas

Los problemas de rutas de vehículos tratan de determinar la ruta o rutas para cada uno de los vehículos de la flota cumpliendo con todo el conjunto de restricciones e intentando alcanzar los objetivos propuestos. La función objetivo puede ser por ejemplo: minimizar los costos fijos, minimizar los costos totales, minimizar el número de vehículos requeridos, minimizar el tiempo total de transporte y/o la distancia total recorrida, minimizar las esperas, maximizar el beneficio de la operación, maximizar la función de utilidad del cliente.

El problema de ruteo de vehículos a generado gran importancia en la industria como en la academia por lo que se mencionaran algunos métodos de solución existentes en la literatura.

3.2.1 El problema del agente viajero (TSP)

En el problema del agente viajero (o TSP por Travelling Salesman Problem) se dispone de un solo vehículo que debe visitar a todos los clientes en una sola ruta y a un costo mínimo. No suele haber un depósito (y si lo hubiera no se distingue de los clientes), no hay demanda asociada con los clientes y tampoco hay restricciones temporales.

Un viajante de comercio ha de visitar n ciudades, comenzando y finalizando en su propia ciudad. Conociendo el costo de ir de cada ciudad a otra, determinar el recorrido de costo mínimo.⁴⁵

El problema puede formularse como:

$$\min Z = \sum_{(i,j) \in E} C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j \in \Delta^+(i)} X_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1)$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(j)} X_{ij} = 1 \quad \forall j \in V \quad (2)$$

$$\sum_{i \in S, j \in \Delta^+(i)/S} X_{ij} \geq 1 \quad \forall S \subset V \quad (3)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall (i,j) \in E$$

⁴⁵ (Martí, 2002)

Esta formulación fue propuesta por Dantzig, Fulkerson y Johnson. Para interpretar la formulación se debe considerar que la red por la que se desplazan los vehículos se modela mediante un grafo $G(V, E)$. Las variables binarias X_{ij} indican si el arco (i, j) es utilizado en la solución. La función objetivo establece que el costo total de la solución es la suma de los costos de los arcos utilizados. Las restricciones (1) y (2) indican que la ruta debe llegar y abandonar cada nodo exactamente una vez. Finalmente, la restricción (3) es llamada restricción de eliminación de sub-tours e indican que todo subconjunto de nodos S debe ser abandonado al menos una vez. Es importante que si no se impusieran estas restricciones la solución podría constar de más de un ciclo. Esta solución viola la restricción (3) para $S = \{0, 1, 2\}$.⁴⁶

3.2.2 Modelo VRP (Problema de ruteo de vehículos).

Los problemas de rutas de vehículos (Vehicle Routing Problem VRP) determinan un conjunto de rutas para una flota de vehículos al costo mínimo, cuya función es la distribución, recolección o ambas, dando servicio a clientes que se encuentran geográficamente dispersos. Las rutas empiezan y terminan en un almacén o depósito (punto de salida u origen).

Fue definido inicialmente por Dantzig y Ramser en 1959 cuando describieron una aplicación hacia la distribución de combustible para estaciones de servicio. El VRP cae en la denominada clase de problemas NP- Completo. El problema de VRP es uno de los más comunes en la optimización de operaciones logísticas y uno de los más estudiados.⁴⁷

El VRP se describe como un conjunto de n clientes con una demanda conocida $d_i, i \in 1 \dots n$, que tienen que ser atendidos desde un almacén u origen central con una flota t de vehículos con una capacidad Q . Frecuentemente el objetivo es minimizar la distancia recorrida por la flota, pero también es común reducir los costos de ruta. El modelo de Problema de Rutas de Vehículos se presenta a continuación⁴⁸

Parámetros:

n = número de clientes

d_i = Demanda del cliente $i, i > 0$

C_{ij} = La distancia entre el cliente i y el cliente j

Variables:

$X_{ij} = 1$ si el vehículo va del cliente i al cliente j , 0 en caso contrario.

Donde $i, j \in \{0, \dots, n\}$ siendo 0 el depósito de origen

⁴⁶ (Olivera, 2004)

⁴⁷ (Rocha L., Gonzalez C. y Orjuela J., 2011)

⁴⁸ (Ruiz, 2004)

$$\min = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0, j \neq i}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1, i \neq j}^n X_{ij} = 1 \quad \text{para } \forall j, j \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (1)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i} X_{ij} = 1 \quad \forall i, i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0, j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad S \subseteq \{1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0, j \in T} X_{ij} \leq |T| - k \quad (4)$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad \text{para } i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

La función objetivo es minimizar la distancia total recorrida por la flota de vehículos. La restricción (1) asegura que todos los clientes sean visitados por un vehículo. La restricción (2) asegura que el vehículo deje al cliente que visita. La restricción (3) asegura que los vehículos comiencen su ruta en el depósito de origen evitando posibles sub-rutas los cuales no contienen al nodo de origen, esta restricción se agrega por cada posible subconjunto S de clientes ya que los sub-rutas que incluyan al depósito no están incluidas en la solución factible. La restricción (4) considera la capacidad de los vehículos evitando sobrecargos, esta restricción se agrega por cada conjunto de clientes T (cada conjunto que satisface $\sum_{i \in T} d_i > Q$) incluyendo al origen y k es el número mínimo de los clientes que tiene que ser tomados en el conjunto de clientes T para evitar sobrecargar.

Finalmente, la restricción (5) puede tomar los valores de 1 si el vehículo va del cliente i al cliente j, 0 en caso contrario.⁴⁹

⁴⁹ (Olivera, 2004)

3.2.3 El Problema de rutas de vehículos con restricciones de capacidad (CVRP)

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) es una extensión del VRP, donde los vehículos tienen restricciones de carga. El objetivo del CVRP es minimizar los costos totales de la flota de vehículos para atender al conjunto de clientes con demandas conocidas. Se considera que la flota es un número infinito de vehículos.⁵⁰

El problema básico de CVRP está a continuación:

1. Cada vehículo tiene la misma capacidad de carga.
2. Cada vehículo comienza en un solo origen.
3. Todos los clientes tienen demandas conocidas.
4. Cada cliente es visitado una vez.
5. Todos los vehículos tienen que regresar al origen.
6. La carga de cada vehículo no puede exceder la capacidad de carga máxima.

El problema de CVRP se formula a continuación:

Q = Capacidad de carga del vehículo k .

C_{ij} = Costo de ir del cliente i al cliente j .

q_i = demanda del cliente i .

X_{ij} = 1 si el vehículo va del cliente i al cliente j , 0 en otro caso

Y_{ik} = 1 si el cliente i es atendido por el vehículo k , 0 en otro caso.

$$\min = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n q_i y_{ik} \leq Q \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{i,j \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad S \subseteq \{2, \dots, n\} \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^m y_{ik} = \begin{cases} m, & i = 1 \\ 1, & i = 2, \dots, n \end{cases} \quad (3)$$

⁵⁰ (Shih-Wei Lin, Zne-Jung Lee, Kuo-Ching Ying, Chou-Yuan Lee, 2008)

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^n X_{ji} = \begin{cases} m, & j = 1 \\ 1, & j = 2, \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$y_{ik} \in \{0,1\} \quad i = 1, 2, \dots, n ; \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

La función objetivo es reducir el costo total de la ruta. La restricción (1) considera la capacidad de los vehículos evitando sobrecargos. La restricción (2) asegura que los vehículos empiecen su ruta en el depósito o almacén de origen evitando posibles sub- rutas, esta restricción se agrega por cada posible subconjunto S de clientes sin incluir el depósito de origen. La restricción (3) asegura que todos los clientes sean atendidos por un vehículo. La restricción (4) asegura que los vehículos regresen al depósito de origen.⁵¹

3.2.4 Problema de ruteo de vehículos con flota heterogénea (HVRP).

Este método es una variante del VRP donde se tiene diferentes tipos de Vehículos en cuanto su capacidad o incluso costo.

Existiendo un conjunto $T = \{1, 2, \dots, |T|\}$ de tipos de vehículo. La capacidad de los vehículos $k \in T$ es q^k y su costo fijo (en caso que lo tuviera) es f^k . Los costos y tiempo de viaje para cada tipo de vehículo son c_{ij}^k y t_{ij}^k respectivamente. Se asume que los índices de los vehículos están ordenados en forma creciente por capacidad, es decir, $q^{k_1} \leq q^{k_2}$ para $k_1, k_2 \in T, k_1 < k_2$.

Se presenta a continuación la formulación de flujo de vehículos.

$$\min = \sum_{k \in T} f^k \sum_{j \in \Delta^+(0)} x_{0j}^k + \sum_{k \in T} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^k x_{ij}^k$$

Sujeto a:

$$\sum_{k \in T} \sum_{i \in \Delta^+(j)} x_{ij}^k = 1 \quad \forall j \in V \setminus \{0\} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij}^k - \sum_{j \in \Delta^-(i)} x_{ij}^k = 0 \quad \forall i \in V, \forall k \in T \quad (2)$$

⁵¹ (Shih-Wei Lin, Zne-Jung Lee, Kuo-Ching Ying, Chou-Yuan Lee, 2008)

$$r_0 = 0 \quad (3)$$

$$r_j - r_i \geq (d_j + q^{|T|}) \sum_{k \in T} x_{ij}^k - q^{|T|} \quad \forall i \in V \setminus \{0\}, \forall j \in \Delta^+(i) \quad (4)$$

$$r_j \leq \sum_{k \in T} \sum_{i \in \Delta^-(j)} q_k x_{ij}^k \quad \forall j \in V \setminus \{0\} \quad (5)$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall (i,j) \in E, \forall k \in T$$

$$r_j \geq 0 \quad \forall j \in V$$

Las variables binarias x_{ij}^k indican si el arco (i, j) es utilizado por el vehículo k y las variables r_i positivas indican la carga acumulada en la ruta correspondiente hasta el nodo i . La función objetivo mide el costo total de la solución incluyendo costos fijos y variables. Las restricción (1) establecen que todo cliente debe ser visitado por algún vehículo. La restricción (2) indica que si el vehículo tipo k visita al nodo i , entonces el vehículo del mismo tipo debe abandonarlo. Las restricciones (3) y (4) fijan los valores de las variables r_i y actúan como restricciones de eliminación de sub-rutas, mientras que la capacidad de los vehículos se coloca en la restricción (5). Esta formulación no solo debe de decidir las rutas, sino la composición de la flota vehicular a utilizar.⁵²

3.2.5 Problema con ventanas de tiempo (VRPTW)

Esta variante del problema, además de capacidades, cada cliente $i \in V \setminus \{0\}$ tiene asociada una ventaja de tiempo $[e_i, l_i]$ que establece un horario de servicio permitido para que un vehículo arribe a el y un tiempo de servicio o demora s_i .

Si (i, j) es un arco de la solución y t_i y t_j son las horas de arribo a los clientes i y j , las ventanas de tiempo implican que necesariamente debe cumplirse $t_i \leq l_i$ y $t_j \leq l_j$. Por otro lado, si $t_i < e_i$, entonces el vehículo deberá esperar hasta que el cliente “abra” y necesariamente $t_j = e_i + s_i + t_{ij}$

Utilizando los nodos 0 y $n + 1$ para representar al depósito y el conjunto K para representar a los vehículos. El problema se formula a continuación:

$$\min = \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij}^k x_{ij}^k$$

Sujeto a:

⁵² (Olivera, 2004)

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in \Delta^-(j)} x_{ij}^k = 1 \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(0)} x_{0j}^k = 1 \quad \forall k \in K \quad (2)$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij}^k - \sum_{j \in \Delta^-(i)} x_{ji}^k = 0 \quad \forall k \in K, i \in V \setminus \{0, n+1\} \quad (3)$$

$$\sum_{i \in V \setminus \{0, n+1\}} d_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij}^k \leq q^k \quad \forall k \in K \quad (4)$$

$$y_j^k - y_i^k \geq s_i + t_{ij}^k - M(1 - x_{ij}^k) \quad \forall i, j \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K \quad (5)$$

$$e_i \leq y_i^k \leq l_i \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K \quad (6)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in E, k \in K$$

$$y_j^k \geq 0 \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K$$

Las variables x_{ij}^k indican si el arco (i, j) es recorrido por el vehículo k . Las variables y_i^k indican la hora de arribo al cliente i cuando es visitado por el vehículo k . La función objetivo es el costo total de las rutas. La restricción (1) indica que todos los clientes deben ser visitados. Las restricciones (2) y (3) determinan que cada vehículo $k \in K$ recorre un camino de 0 a $n+1$. La capacidad de cada vehículo es impuesta por la restricción (4). Siendo M la constante lo suficiente grande, la restricción (5) nos muestra que si un vehículo k viaja de i a j , no puede llegar a j antes que $y_i + s_i + t_{ij}^k$, y actúan además como restricciones de eliminación de sub-rutas. Finalmente la restricción (6) muestra los límites de las ventanas de tiempo. ⁵³

⁵³ (Olivera, 2004)

Capítulo 4: Aplicación de un modelo matemático CVRP en una empresa de moda en México

Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.

Albert Einstein

El presente trabajo es aplicado en una empresa de moda, pero debido a condiciones de la misma no es permitido poner el nombre ni razón social debido a la alta competitividad con otras empresas. La empresa me ha brindado algunos datos con los que pude generar este análisis CVRP.

4.1 Situación actual

Mediante un estudio de caso, donde se entrevisto al encargado de una tienda, se recopiló la siguiente información en el resumen de dicho estudio.

Es una cadena de moda que comercializa ropa de dama, bolsas, zapatos y accesorios, apuesta por la calidad, la renovación constante, la variedad en sus colecciones y el servicio al cliente. Continuamente, incorpora a sus tiendas nuevas colecciones de moda inspiradas en las últimas tendencias del mercado.

La empresa ha elevado su presencia en México, cuenta con 30 tiendas, 6 en la Ciudad de México y zona metropolitana, cuenta con 2 Centros de Distribución: CD Tultitlán (Chico) y CD Huehuetoca (Grande). Del centro de distribución en Huehuetoca se reparte la mercancía para todo México.

Todos los productos manejados en la tienda son exclusivos de la marca, y tiene concesiones con otras marcas. Los productos son importados hechos principalmente en Portugal. También se elaboran en España, China, Vietnam y finalmente se concentran en un puerto de Portugal. Para el transporte se sabe que, en un contenedor marítimo 20' entran 2600 cajas, en uno marítimo 40' entran 5,300 cajas, en un contenedor de Thortón 22' entran 2,800 cajas y en un contenedor de tráiler 48' entran 8,100 cajas. Posteriormente se envían en un contenedor de un trasatlántico y llegan a Veracruz. De donde se traslada a los centros de distribución (Tultitlán y Huehuetoca).

La ropa, en especial los vestidos, dependiendo la calidad, viene doblada en caja y cubierta con plástico y papel que absorbe la humedad. Las cajas son de color azul y de plástico abisagrada para almacenar artículos de alto valor como, perfumes, cosméticos y ropa. Las características de las cajas son, dimensiones de 50 cm x 30 cm x 21 cm, volumen 26,000 cm³, capacidad de 21 kg, y apilables.

Otras características de las cajas es la facilidad de operaciones logísticas y de almacén. Por lo regular, cada caja trae en promedio 50-80 vestidos. En ocasiones se envían solo tres prendas en la caja.

En la tienda hay un almacén donde se encuentran la mayoría de las prendas, en proporción de cuatro veces más de lo exhibido de la tienda. No se tiene un espacio designado para planchar.



El sistema que utilizan se llama E-Civitas con el que manejan el inventario en tienda, existencias y lo que se vende, dice como acomodar los productos. El sistema manda desde España la información de acomodo en fotos y se adaptan al producto que se tiene, y se acomoda así en la tienda.

Cuando llega la mercancía a la tienda, se da la factura en papel. Se firma la copia y se regresa. Se verifican las cajas de la mercancía que viene en palets. Cada caja tiene un número con todo lo que trae, modelos (albaranes), unidades, color, talla, etc.

La tienda cuenta con resurtido automático, y se aumenta las existencias de los items si se vende mucho. Todo se registra en la base de datos en el sistema. Los pronósticos son diarios con relación a años anteriores (Datos históricos), y así, es como se envía modelos y mercancías.

Cada tienda tiene un número, lo que hace que pocas veces se comentan errores de mercancía equivocada. La entrega en el caso de plaza tezonle son los días lunes y jueves de 9:30 a 10:30. Vienen desde el centro de distribución de Huehuetoca y llegan a la zona de andenes de la plaza, donde ya tienen designados un espacio en el estacionamiento para esta empresa para realizar sus operaciones de descarga. La tienda cuenta con acceso de personal por puertas traseras. Cuando la ropa no va a llegar el día programado, se les avisa desde antes, y se reajusta la entrega.

La mayoría de la ropa viene planchada, después de cierto tiempo se vuelve a replanchar para colocarse en los paradores de la tienda. Cuando la ropa viene en mal estado se da de baja en el sistema, se manda formato, se corta la etiqueta y se mandan a almacén o se espera, por lo regular se envía los jueves cuando se descarga. El día jueves también se hacen traspasos de productos entre tiendas.

La logística inversa que manejan es seleccionar las prendas devueltas, se mandan al almacén, si no sirve se destruye y en caso contrario se dona a los albergues.

La empresa tiene contrato con transporte externo y cuenta también con camionetas propias. Se maneja DHL con productos selectos, urgentes como por ejemplo maniquís, ropa estrictamente delicada o pedidos especiales.

Se maneja por la ropa de temporada, finales de invierno, primavera, verano se cambia modelo, se trae ropa nueva cada lunes y jueves. Si las vestidos se siguen vendiendo, se extrae productos de bodega o de traspasos tiendas pero estas tienen número de modelos limitados. La variedad en la tienda consiste en poner ropa que se sabe que tienen más modelos o tallas. Los accionistas dicen el lugar dónde debe de ir la ropa, o a que países.

Conforme a las pasarelas de los grandes diseñadores, se maneja la ropa y se copia el modelo con calidad menor. Las tiendas rota los productos cada lunes y jueves y se revisa cada modelo de pieza.

Respecto, a los los ganchos estos se envían en otras cajas, aparte de las cajas de la ropa y se pueden pedir más si es necesario. Por otro lado, cada tienda cuenta con un sastre que se dedica al arreglo de ropa defectuosa, hace la tintorería, pone botones donde hace falta, cambian o ponen cierres, ajustan la ropa etc.

4.2 Red de tiendas en la Ciudad de México y zona Metropolitana

Para este estudio se realizó una recopilación de información entre las distancias y tiempos entre todos y cada par de nodos (tiendas). Para dicho cálculo se utilizó la herramienta llamada Google Maps debido a que es una fuerte aplicación sobre la estimación de tiempo y distancia entre las carreteras entre dichos nodos.

El transporte consiste de camionetas vans.

| DIMENSIONES ÁREA DE CARGA(MM) | |
|--------------------------------------|-----------------|
| Alto área carga | 1,635 |
| Ancho área carga | 1,730 |
| Largo área carga | 3,470 |
| Volumen de carga (m3) | 9.8 |
| PESO Y CAPACIDADES | |
| Capacidad de carga (kg) | 1,360 |
| Tanque de combustible (L) | 70 |
| Combustible combinado | 0.1475 Lt / 1km |
| Costo de Litro de Gasolina | \$13.18 / Lt |



Además para calcular el costo de las camionetas, cada km se multiplicó por el costo del combustible de acuerdo al costo de la gasolina Magna en México.

$$\text{Costo del combustible} = \text{Consumo} \left(\frac{L}{Km} \right) * \text{Precio de combustible} \left(\frac{\$}{L} \right)$$

$$\text{Costo del combustible} = 0.1475 \left(\frac{L}{Km} \right) * 13.18 \left(\frac{\$}{L} \right)$$

$$\text{Costo del combustible} = 1.944 \left(\frac{\$}{Km} \right)$$

A continuación se presentan las tablas donde se relaciona distancia, tiempo y el costo de distribución entre tiendas de la Ciudad de México y zona Metropolitana:

| CEDIS Tultitlán | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 35 | 49 | \$ 68.04 |
| Plaza Buenavista | 34 | 41 | \$ 66.10 |
| Parque Tezontle | 46 | 58 | \$ 89.42 |
| Perísur | 48 | 46 | \$ 93.31 |
| Plaza Santa Fe | 47 | 45 | \$ 91.37 |
| Pericentro | 26 | 27 | \$ 50.54 |

| Parque Tezontle | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 12 | 30 | \$ 23.33 |
| Plaza Buenavista | 18 | 35 | \$ 34.99 |
| CEDIS Tultitlán | 44 | 58 | \$ 85.54 |
| Perísur | 19 | 41 | \$ 36.94 |
| Plaza Santa Fe | 25 | 45 | \$ 48.60 |
| Pericentro | 22 | 39 | \$ 42.77 |

| Av. Francisco I. Madero | | | |
|--------------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| CEDIS Tultitlán | 29 | 47 | \$ 56.38 |
| Plaza Buenavista | 4 | 18 | \$ 7.78 |
| Parque Tezontle | 11 | 27 | \$ 21.38 |
| Perísur | 22 | 36 | \$ 42.77 |
| Plaza Santa Fe | 18 | 37 | \$ 34.99 |
| Pericentro | 12 | 31 | \$ 23.33 |

| Perísur | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 24 | 37 | \$ 46.66 |
| Plaza Buenavista | 23 | 36 | \$ 44.71 |
| Parque Tezontle | 22 | 37 | \$ 42.77 |
| CEDIS Tultitlán | 45 | 44 | \$ 87.48 |
| Plaza Santa Fe | 16 | 19 | \$ 31.10 |
| Pericentro | 23 | 27 | \$ 44.71 |

| Plaza Buenavista | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 6 | 18 | \$ 11.66 |
| CEDIS Tultitlán | 27 | 37 | \$ 52.49 |
| Parque Tezontle | 17 | 30 | \$ 33.05 |
| Perísur | 27 | 38 | \$ 52.49 |
| Plaza Santa Fe | 21 | 36 | \$ 40.82 |
| Pericentro | 12 | 21 | \$ 23.33 |

| Plaza Santa Fe | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 20 | 43 | \$ 38.88 |
| Plaza Buenavista | 19 | 35 | \$ 36.94 |
| Parque Tezontle | 26 | 49 | \$ 50.54 |
| Perísur | 17 | 21 | \$ 33.05 |
| CEDIS Tultitlán | 45 | 43 | \$ 87.48 |
| Pericentro | 17 | 30 | \$ 33.05 |

| Pericentro | | | |
|-------------------------|----|-----|----------|
| Tiendas | Km | Min | \$ |
| Av. Francisco I. Madero | 10 | 26 | \$ 19.44 |
| Plaza Buenavista | 9 | 18 | \$ 17.50 |
| Parque Tezontle | 21 | 39 | \$ 40.82 |
| Perísur | 23 | 27 | \$ 44.71 |
| Plaza Santa Fe | 16 | 28 | \$ 31.10 |
| CEDIS Tultitlán | 23 | 25 | \$ 44.71 |

Por lo mostrado en un albarán sobre los pedidos, se pudo recolectar la siguiente información

| Demanda | |
|-------------------------|-------|
| Tiendas | Cajas |
| Av. Francisco I. Madero | 28 |
| Plaza Buenavista | 42 |
| Parque Tezontle | 56 |
| Perísur | 71 |
| Plaza Santa Fe | 39 |
| Pericentro | 45 |
| Total: 281 | |

Tabla 15. Demanda con cajas actuales. Elaboración propia

Por la información proporcionada en los albarán se confirmó que en hay cajas con tan solo 10 prendas, cuando su capacidad es de 50, esto quiere decir que el promedio de prendas por caja es de 23 prendas de acuerdo a lo recopilado.

También se nos proporcionó la información de que se utilizan tres camionetas para estas seis tiendas y que su capacidad máxima es de 200 cajas por camioneta, para mejorar la operación su capacidad máxima se reduce a 180 cajas por camioneta.

En la siguiente se muestra las tiendas en la Ciudad de México y zona Metropolitana en un mapa.

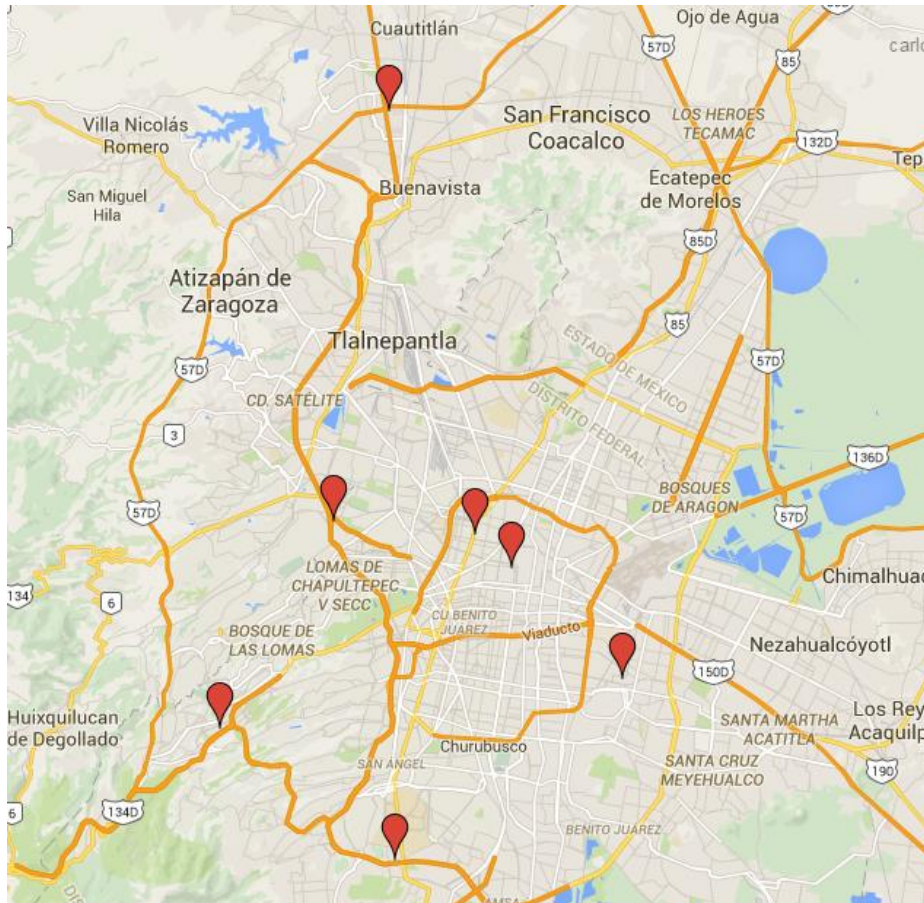


Ilustración 10. Mapa con tiendas en D.F. Elaboración propia

A continuación una matriz de los diferentes costos de distribución entre todos y cada par de nodos (tiendas).

| Origen\Destino | CEDIS Tultitlán (1) | Av. I. Madero (2) | Plaza Buenavista (3) | Parque Tezontle (4) | Perísur (5) | Plaza Santa Fe (6) | Pericentro (7) |
|----------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------------|--------------------|----------------|
| CEDIS Tultitlán(1) | | 68.04 | 66.1 | 89.42 | 93.31 | 91.37 | 50.54 |
| Av. I. Madero (2) | 56.38 | | 7.78 | 21.38 | 42.77 | 34.99 | 23.33 |
| Plaza Buenavista (3) | 52.49 | 11.66 | | 33.05 | 52.49 | 40.82 | 23.33 |
| Parque Tezontle (4) | 85.54 | 23.33 | 34.99 | | 36.94 | 48.6 | 42.77 |
| Perísur (5) | 87.48 | 46.66 | 44.71 | 42.77 | | 31.1 | 44.71 |
| Plaza Santa Fe (6) | 87.48 | 38.88 | 36.94 | 50.54 | 33.05 | | 33.05 |
| Pericentro (7) | 44.71 | 19.44 | 17.5 | 40.82 | 44.71 | 31.1 | |

Tabla 16. Matriz de Costos. Elaboración propia

4.3 Aplicación del modelo matemático CVRP

El modelo matemático CVRP fue elegido entre todos los modelos por que cubre las necesidades de la tienda, es decir, la empresa tienen problemas de carga en camionetas y demasiadas rutas.

El problema de CVRP se formula a continuación:

Q= Capacidad de carga del vehículo k .

C_{ij} = Costo de ir del cliente i al cliente j .

Q_i = demanda del cliente i .

X_{ij} = 1 si el vehículo va del cliente i al cliente j , 0 en otro caso

Y_{ik} = 1 si el cliente i es atendido por el vehículo k , 0 en otro caso.

$$\min = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$68.04X_{12}+66.1X_{13}+89.42X_{14}+93.31X_{15}+91.37X_{16}+50.54X_{17}+56.38X_{21}+7.78X_{23}+21.38X_{24}+42.77X_{25}+34.99X_{26}+23.33X_{27}+52.49X_{31}+11.66X_{32}+33.05X_{34}+52.49X_{35}+40.82X_{36}+23.33X_{37}+85.54X_{41}+23.33X_{42}+34.99X_{43}+36.94X_{45}+48.6X_{46}+42.77X_{47}+87.48X_{51}+46.66X_{52}+44.71X_{53}+42.77X_{54}+31.1X_{56}+44.71X_{57}+87.48X_{61}+38.88X_{62}+36.94X_{63}+50.54X_{64}+33.05X_{65}+33.05X_{67}+44.71X_{71}+19.44X_{72}+17.5X_{73}+40.82X_{74}+44.71X_{75}+31.1X_{76}$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n q_i y_{ik} \leq Q \quad k = 1, 2, \dots, m$$

$$28Y_1+42Y_2+56Y_3+71Y_4+39Y_5+45Y_6 = 281$$

$$u_i - u_j + Qx_{ij} \leq Q - q_j \quad \forall i, j \in V \setminus \{0\}, i \neq j$$

tal que $q_i + q_j \leq Q$

$$q_i \leq u_i \leq Q, \quad \forall i \in V \setminus \{0\}$$

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| $7X_{21}+U_2-U_1 \leq 6$ | $7X_{51}+U_5-U_1 \leq 6$ |
| $7X_{23}+U_2-U_3 \leq 6$ | $7X_{52}+U_5-U_2 \leq 6$ |
| $7X_{24}+U_2-U_4 \leq 6$ | $7X_{53}+U_5-U_3 \leq 6$ |
| $7X_{25}+U_2-U_5 \leq 6$ | $7X_{54}+U_5-U_4 \leq 6$ |
| $7X_{26}+U_2-U_6 \leq 6$ | $7X_{56}+U_5-U_6 \leq 6$ |
| $7X_{27}+U_2-U_7 \leq 6$ | $7X_{57}+U_5-U_7 \leq 6$ |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| $7X_{31}+U_3-U_1 \leq 6$ | $7X_{61}+U_6-U_1 \leq 6$ |
| $7X_{32}+U_3-U_2 \leq 6$ | $7X_{62}+U_6-U_2 \leq 6$ |
| $7X_{34}+U_3-U_4 \leq 6$ | $7X_{63}+U_6-U_3 \leq 6$ |
| $7X_{35}+U_3-U_5 \leq 6$ | $7X_{64}+U_6-U_4 \leq 6$ |
| $7X_{36}+U_3-U_6 \leq 6$ | $7X_{65}+U_6-U_5 \leq 6$ |
| $7X_{37}+U_3-U_7 \leq 6$ | $7X_{67}+U_6-U_7 \leq 6$ |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| $7X_{41}+U_4-U_1 \leq 6$ | $7X_{71}+U_7-U_1 \leq 6$ |
| $7X_{42}+U_4-U_2 \leq 6$ | $7X_{72}+U_7-U_2 \leq 6$ |
| $7X_{43}+U_4-U_3 \leq 6$ | $7X_{73}+U_7-U_3 \leq 6$ |
| $7X_{45}+U_4-U_5 \leq 6$ | $7X_{74}+U_7-U_4 \leq 6$ |
| $7X_{46}+U_4-U_6 \leq 6$ | $7X_{75}+U_7-U_5 \leq 6$ |
| $7X_{47}+U_4-U_7 \leq 6$ | $7X_{76}+U_7-U_6 \leq 6$ |

$$\sum_{k=1}^m y_{ij} = \begin{cases} m, & i = 1 \\ 1, & i = 2, \dots, n \end{cases}$$

$$Y_1+Y_2+Y_3+Y_4+Y_5+Y_6 = 6$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = \sum_{i=1}^n X_{ji} = \begin{cases} m, & j = 1 \\ 1, & j = 2, \dots, n \end{cases}$$

$$X_{12}+X_{13}+X_{14}+X_{15}+X_{16}+X_{17}=3$$

$$X_{21}+X_{23}+X_{24}+X_{25}+X_{26}+X_{27}=1$$

$$X_{31}+X_{32}+X_{34}+X_{35}+X_{36}+X_{37}=1$$

$$X_{41}+X_{42}+X_{43}+X_{45}+X_{46}+X_{47}=1$$

$$\begin{aligned} X_{51}+X_{52}+X_{53}+X_{54}+X_{56}+X_{57} &=1 \\ X_{61}+X_{62}+X_{63}+X_{64}+X_{65}+X_{67} &=1 \\ X_{71}+X_{72}+X_{73}+X_{74}+X_{75}+X_{76} &=1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{12}+X_{32}+X_{42}+X_{52}+X_{62}+X_{72} &=1 \\ X_{13}+X_{23}+X_{43}+X_{53}+X_{63}+X_{73} &=1 \\ X_{14}+X_{24}+X_{34}+X_{54}+X_{64}+X_{74} &=1 \\ X_{15}+X_{25}+X_{35}+X_{45}+X_{65}+X_{75} &=1 \\ X_{16}+X_{26}+X_{36}+X_{46}+X_{56}+X_{76} &=1 \\ X_{17}+X_{27}+X_{37}+X_{47}+X_{57}+X_{67} &=1 \end{aligned}$$

$$X_{71}+X_{61}+X_{51}+X_{41}+X_{31}+X_{21}=3$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\}$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n$$

| | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $X_{12} \leq 1$ | $X_{27} \leq 1$ | $X_{46} \leq 1$ | $X_{64} \leq 1$ |
| $X_{13} \leq 1$ | $X_{31} \leq 1$ | $X_{47} \leq 1$ | $X_{65} \leq 1$ |
| $X_{14} \leq 1$ | $X_{32} \leq 1$ | $X_{51} \leq 1$ | $X_{67} \leq 1$ |
| $X_{15} \leq 1$ | $X_{34} \leq 1$ | $X_{52} \leq 1$ | $X_{71} \leq 1$ |
| $X_{16} \leq 1$ | $X_{35} \leq 1$ | $X_{53} \leq 1$ | $X_{72} \leq 1$ |
| $X_{17} \leq 1$ | $X_{36} \leq 1$ | $X_{54} \leq 1$ | $X_{73} \leq 1$ |
| $X_{21} \leq 1$ | $X_{37} \leq 1$ | $X_{56} \leq 1$ | $X_{74} \leq 1$ |
| $X_{23} \leq 1$ | $X_{41} \leq 1$ | $X_{57} \leq 1$ | $X_{75} \leq 1$ |
| $X_{24} \leq 1$ | $X_{42} \leq 1$ | $X_{61} \leq 1$ | $X_{76} \leq 1$ |
| $X_{25} \leq 1$ | $X_{43} \leq 1$ | $X_{62} \leq 1$ | |
| $X_{26} \leq 1$ | $X_{45} \leq 1$ | $X_{63} \leq 1$ | |

$$Y_{ik} \in \{0, 1\}$$

$$i = 1, 2, \dots, n ; \quad k = 1, 2, \dots, m$$

$$\begin{aligned} Y_1 &\leq 1 \\ Y_2 &\leq 1 \\ Y_3 &\leq 1 \\ Y_4 &\leq 1 \\ Y_5 &\leq 1 \\ Y_6 &\leq 1 \end{aligned}$$

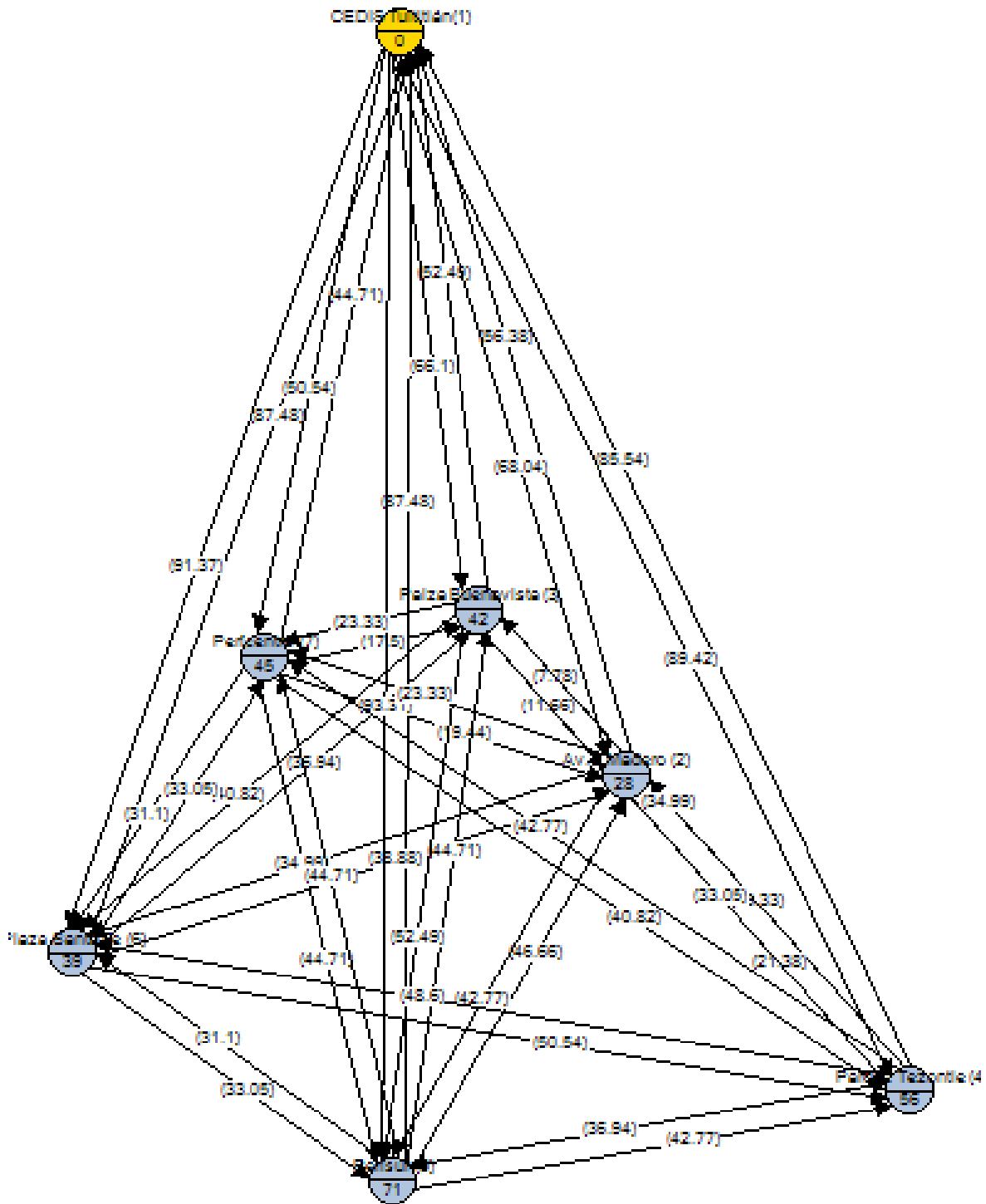


Ilustración 11. Red de tiendas. Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Validación del modelo en un programa

Grafos

Grafos es un software para la construcción, edición y análisis de grafos. Grafos comenzó en el año 2003 por el Dr. Alejandro Rodríguez Villalobos.

El desarrollo está orientado hacia los siguientes objetivos:

- Desarrollar un interfaz para la construcción y edición de grafos en modo tabular o gráfico, y que permita la incorporación modular de multitud de funciones.
- Ayuda con problemas de distintas disciplinas como la ingeniería de organización industrial, la logística y el transporte, investigación operativa, el diseño de redes, etc.

A continuación el proceso de validación en Grafos.

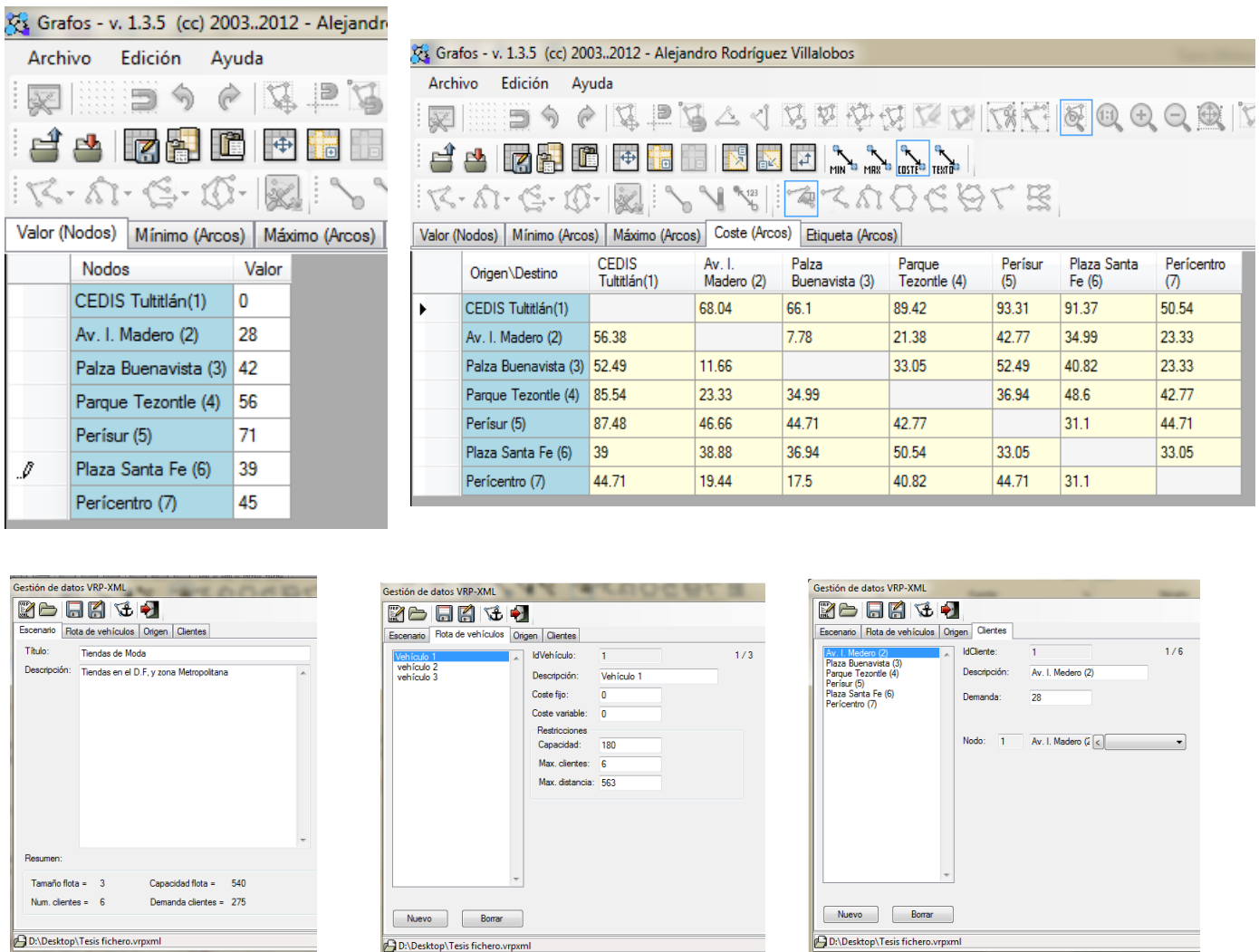


Ilustración 12. Proceso de validación en Grafos. Elaboración propia en programa Grafos.

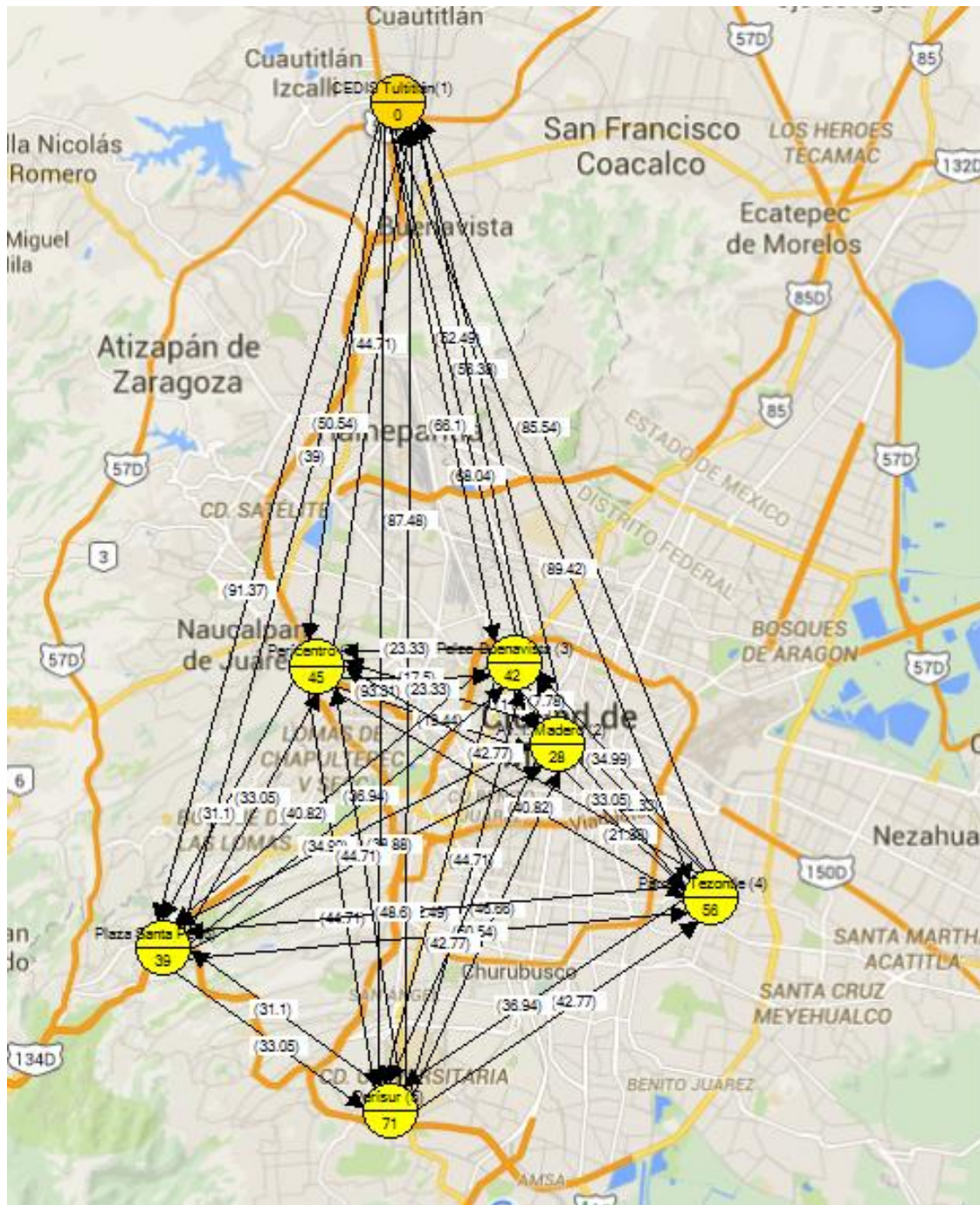


Ilustración 13. Red de rutas en Grafos. Elaboración propia

A continuación se presenta las tres rutas actuales de la empresa.

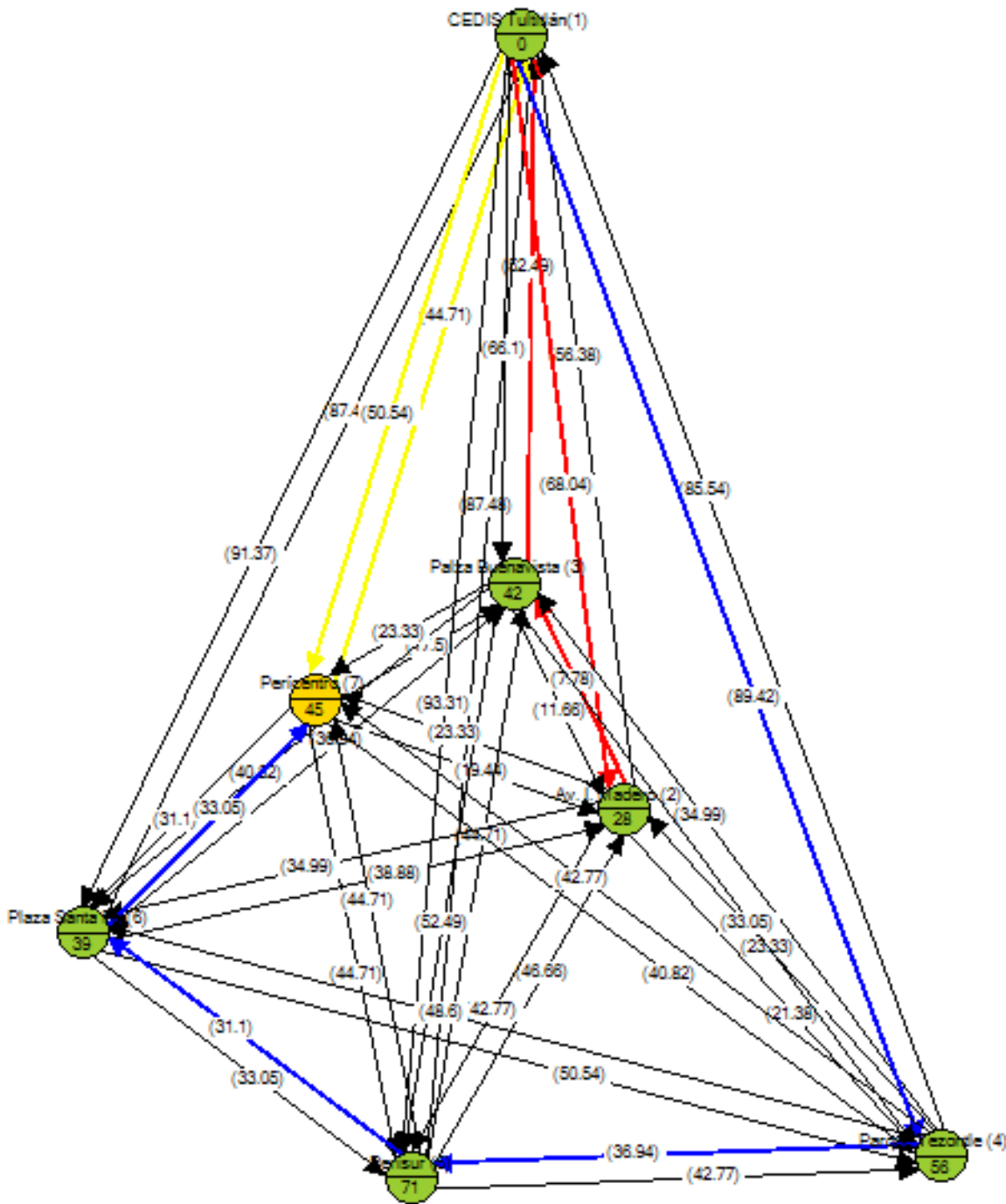


Ilustración 15. Red de rutas actuales. Elaboración propia

A continuación se presenta el resultado del problema CVRP en Grafos.

Distancia total mínima (coste o tiempo) - Problema de rutas con vehículos capacitados (CVRP)

Costo total = 458.78 unidades

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo número 2 inciso a).

LINGO

Es una completa herramienta diseñada para la construcción y solución lineal, no lineal, cuadrática, etc. además ofrece un paquete completamente integrado que incluye un potente lenguaje para expresar los modelos de optimización, un ambiente con funciones para problemas de construcción y edición, y un conjunto de solucionadores rápidos.

Los resultados son los siguientes:

```
Global optimal solution found.
Objective value:                458.7800
Objective bound:                458.7800
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          1
Total solver iterations:        103
```

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo número 2 inciso b).

GAMS

El sistema de modelado algebraico general (GAMS) es un sistema de modelado de alto nivel para la programación matemática y optimización. Se compone de un compilador de lenguaje y un establo de solucionadores de alto rendimiento integrados. GAMS, está adaptado para aplicaciones de modelado complejas a gran escala, y le permite construir modelos de gran tamaño fáciles de mantener que pueden adaptarse rápidamente a las nuevas situaciones.

```
.
                                S O L V E      S U M M A R Y

MODEL      CVRP                OBJECTIVE    z
TYPE       MIP                 DIRECTION  MINIMIZE
SOLVER     CPLEX               FROM LINE 260

**** SOLVER STATUS      1 Normal Completion
**** MODEL STATUS      1 Optimal
**** OBJECTIVE VALUE           458.700
```

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo número 2 inciso c).

4.4 Sugerencias.

Desde el primer instante en que se hizo esta entrevista se pudo identificar que se podía reducir el espacio que tenían en las cajas, es decir, muchas de estas estaban completamente vacías. Pero no sólo es el único problema si no también la cantidad de camionetas que se requieren para la demanda las seis tiendas.

Sugerencia 1.

Es importante que se cambie el sistema operativo de las tiendas, pues aunque hace algunas funciones, no cumple con la totalidad de un excelente programa comparado con el tamaño de la empresa.

Esto se refleja en que todavía se utilizan el albarán, que se tiene que firmar en papel y se verifica hasta que la factura llega al almacén. Comparado con tiendas mucho más pequeñas que tienen mejores sistemas operativos, que a comparación con estas se tendría que tener todo en una base de datos, que se verifique en el momento de la entrega de mercancía, se tendría que saber existencias en el inventario físico, y que ayudaría a tener un mayor rapidez de entrega y rechazo de productos para poder actuar de una manera eficiente.

Sugerencia 2.

Como sugerencia a esta empresa, se podría cambiar a otro tipo de cajas de plástico o en su defecto de cartón que son apilables y con características específicas, por ejemplo:



| | |
|--------------------------------|------------------------|
| Nueva caja (dimensiones) | 52 cm X 51 cm X 100 cm |
| Capacidad máxima ropa | 100 prendas |
| Capacidad máxima en camionetas | 88 cajas |

Con este tipo de cajas de plástico con capacidades mayores, reduciríamos los espacios vacíos, y tendríamos mejor capacidad en las camionetas.

Un punto muy importante de este tipo de cajas es que la ropa ya va planchada y con los plásticos anti-humedad, esto quiere decir que reduciríamos el re-planchado en tienda. Debido a que las prendas llegan al almacén, se planchan, se doblan y se meten en las cajas azules, al llegar a la tienda se vuelven a planchar.

Se eliminaría el proceso de selección de pedidos. Al llegar a la ropa en la tienda se acomoda y se pone a la venta, es un tiempo innecesario, puesto que en las nuevas cajas se colocaría el pedido conforme a las necesidades de la tienda y directo del tubo de la caja se colocaría en mostradores dispuesto a la venta ya que estaría acomodado y verificado desde el almacén.

Sugerencia 3.

Por último reduciríamos la cantidad de camionetas de 3 a 2, maximizando el espacio con estas nuevas cajas, que también son de fácil manejo.

A continuación se mostrará que cambios habría en esta empresa si se aplicará las sugerencias anteriores.

Se utilizarían camionetas vans con las mismas características, pero el espacio cambiaría de 180 cajas a 88 nuevas cajas con espacio suficiente para el manejo de carga.

Las prendas cabrían mejor en estas cajas y se llevaría de 100 prendas, lo que reduciría la demanda de cajas a la mitad, puesto que en promedio se llevan 50 prendas en las cajas actuales.

| Demanda | |
|-------------------------|-------|
| Tiendas | Cajas |
| Av. Francisco I. Madero | 14 |
| Plaza Buenavista | 21 |
| Parque Tezontle | 28 |
| Perisur | 36 |
| Plaza Santa Fe | 20 |
| Pericentro | 23 |
| Total: 142 | |

Tabla 17. Demanda con nuevas cajas. Elaboración propia

Y los resultados serían los siguientes

Grafos: La ruta seguiría siendo la misma

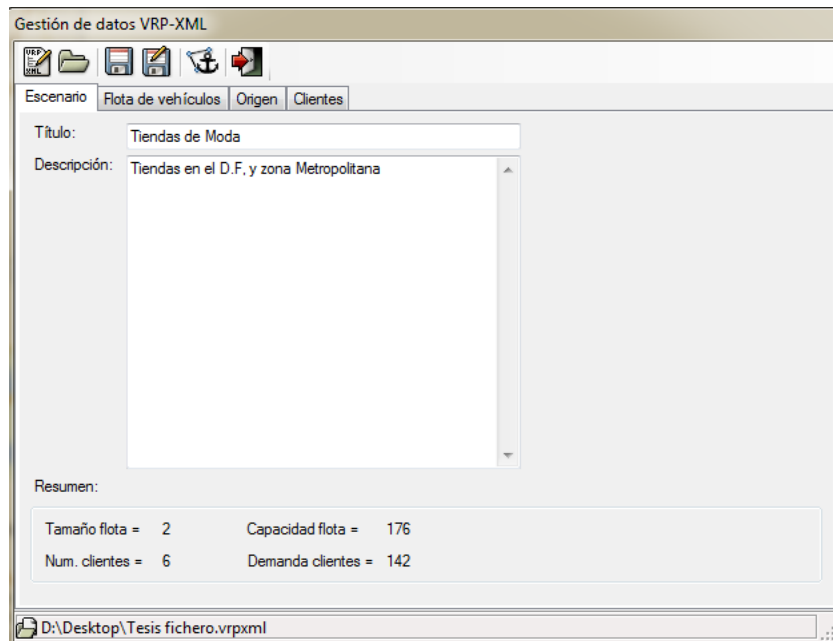


Ilustración 16. Nuevo escenario de Grafos. Elaboración propia

Se presenta las 2 nuevas rutas, con 2 camionetas:

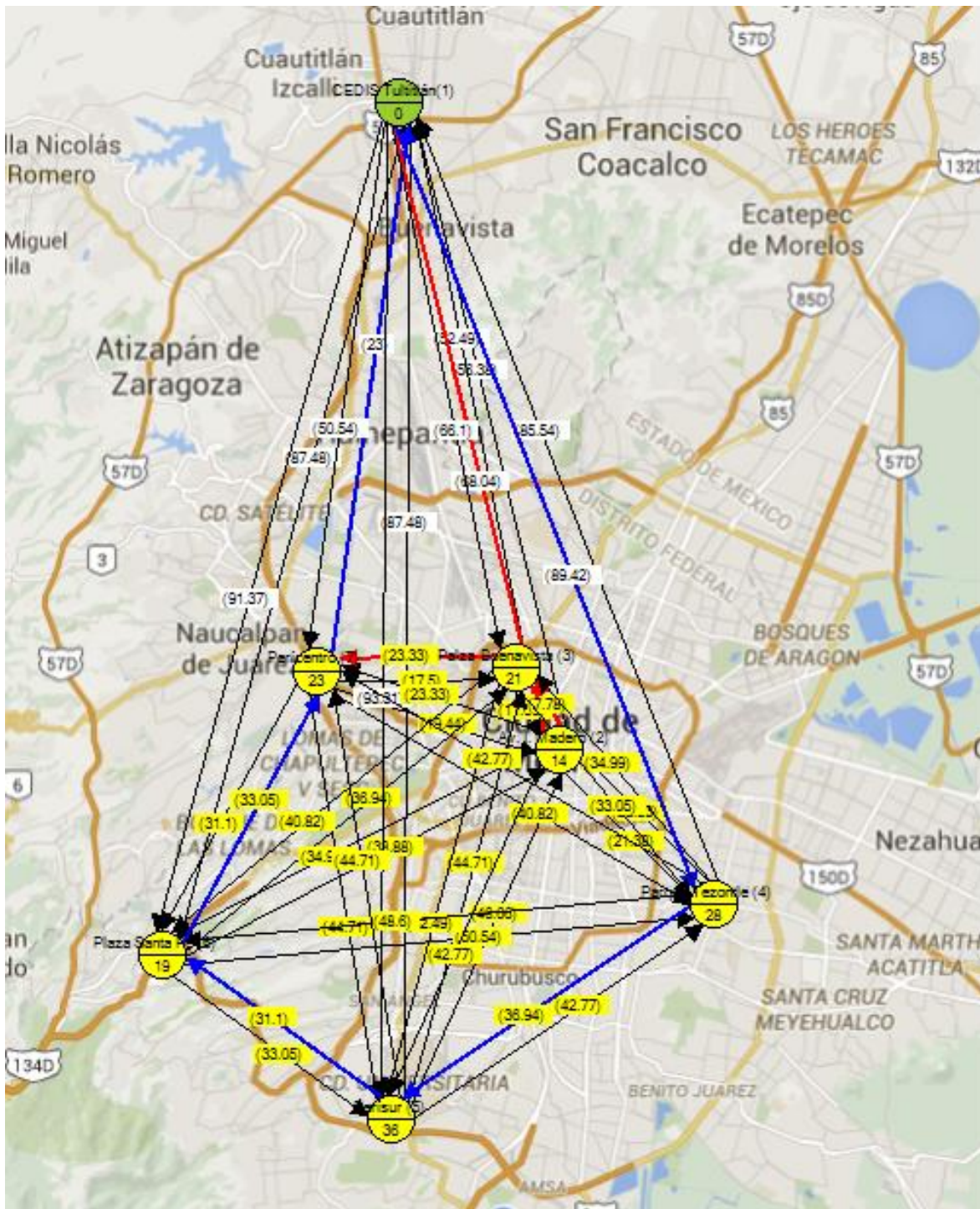


Ilustración 17. Rutas sugeridas. Elaboración propia

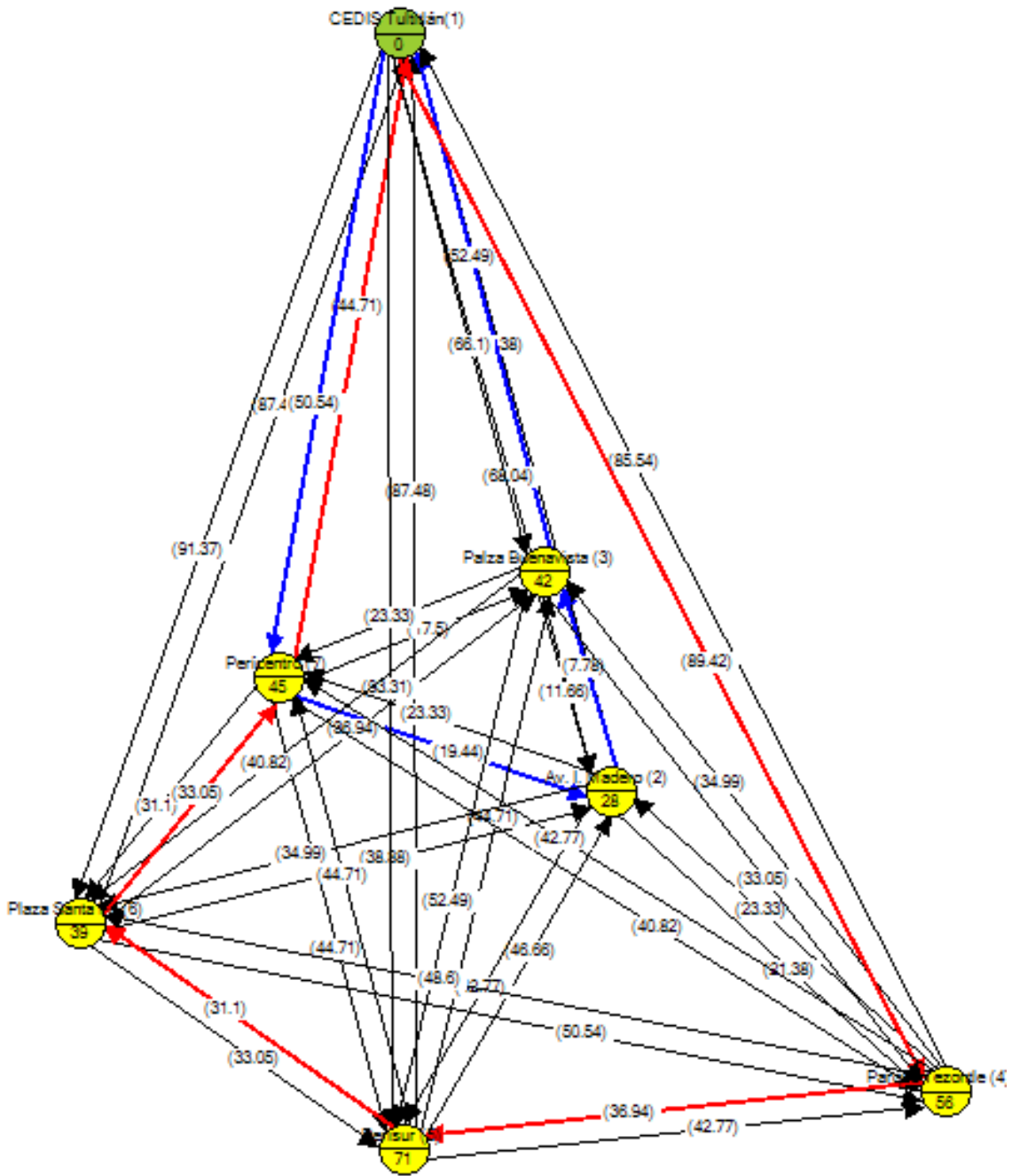


Ilustración 18. Red de rutas sugeridas. Elaboración propia

Distancia total MÍNIMA (Coste) - Problema de rutas con vehículos capacitados (CVRP)

Tiempo de proceso = 27 segundos

Costo total = 365.47 unidades

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo numero 3 inciso a).

LINGO:

```

Global optimal solution found.
Objective value:                365.4700
Objective bound:                365.4700
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        270
    
```

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo número 3 inciso b).

GAMS:

SOLVE SUMMARY

```

MODEL CVRP          OBJECTIVE z
TYPE MIP            DIRECTION MINIMIZE
SOLVER CPLEX        FROM LINE 214
**** SOLVER STATUS  1 Normal Completion
**** MODEL STATUS   1 Optimal
**** OBJECTIVE VALUE      365.4700
    
```

El planteamiento y resultados se pueden encontrar con detalle en el anexo número 3 inciso c).

| Comparación de Programas | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--|
| Programas | Función objetivo Z | No. de iteraciones | Tiempo de proceso | Observaciones |
| Grafos | 365.47 | 281 | 22 seg. | Costo de ruta vehículo 1: 235.22 Costo de ruta vehículo 2: 130.25 Grafica de rutas |
| LINGO | 365.47 | 270 | 20 seg. | |
| GAMS | 365.37 | 361 | 13 seg. | Carga camión 1: 84 cajas Carga camión 2: 58 cajas |

Tabla 18. Comparación programas. Elaboración propia.

Comparación entre los dos tipos de CVRP

| CVRP anterior (Costo) | CVRP con sugerencias (Costo) |
|-----------------------|------------------------------|
| 458.78 | 365.37 |

Esto representa una reducción de costos del 20.34% en costos logísticos, sin mencionar que se deja de utilizar una camioneta, donde ya no se tendrá que contratar a otro conductor, y finalmente se elimina el proceso de re-planchado y acomodo de mercancía. Con esto se le podrá dar un mejor servicio al cliente y se demuestra que con el método de CVRP y con programas de alta potencia se puede reducir costos realmente significativos en el área de logística.

Conclusiones

A pesar de que las empresas más grandes del mundo tienen excelentes métodos logísticos, no siempre son los más eficientes, es decir, que sus grandes ventajas tendrán que ser bien gestionadas debido a que pueden llegar a convertirse en grandes desventajas.

Todas las empresas de moda buscan mayores ganancias, pero a pesar de contar con diferentes marcas y franquicias, le ponen mayor atención a la marca que tenga mayores ventas y dejan a las marcas pequeñas con funciones de un outlet de las marcas gigantes, sin importancia y que solo cumplan con su función.

En el presente trabajo nos pudimos dar cuenta que la empresa en estudio no es una marca reconocida solo se utiliza para sacar la ropa que no se pudo vender, es decir, solo que sea rentable, puesto que aunque generará ganancias, no serían suficientes para los directivos. Esto descontrola todas las áreas, en especial la de logística, que tiene un desarrollo muy bajo en esta empresa.

Durante el trabajo de campo realizado se pudo identificar problemas que perjudicaban tanto el área de logística como otras áreas, y que en las sugerencias fue propuesto una medida para tratar de eliminar este tipo de problemas. La ayuda de operaciones financieras nos da una perspectiva que es entendible para los directivos ya que este es el lenguaje de las empresas, y un parámetro para que los inversionistas puedan tomar acciones de invertir o no. Es por esto que se utilizó métricas financieras con el fin de comparar a las empresas de moda de una forma financiera.

El manejo de software es muy importante para generar resultados más exactos y con mayor confiabilidad que ayuden a tomar mejores decisiones a los directivos de empresas de cualquier giro. Hay cientos de programas de cómputo para hacer un CVRP, pero quien nos garantiza cual es más eficiente, y si realmente nos muestra un resultado del todo correcto.

GAMS es utilizado en España, en especial en la Universidad Rey Juan Carlos para múltiples trabajos de empresas españolas y del mundo. Este programa nos garantiza mayor potencia y exactitud en especial si manejamos mayores variables. En la tabla comparativa con los dos programas anteriores, que a primera vista los resultados son por muy poco mejor, esto se verá más reflejado al meter más variables que comenzaran a tener mayor margen de error.

A pesar de que hay muchos modelos de VRP, el modelo con capacidad de carga fue el que se ajustó a los problemas de esta empresa de moda, que al finalizar este trabajo se cumplió con el objetivo de reducir costos logísticos, en este caso fue del 26% de costos de transporte con ayuda de un potente programa de computo que garantizo una mejora significativa en el área de logística. Además se

compara tres programas de cómputo con el cual se demostró que GAMS fue el mejor de los tres, debido a que nos proporciona información como: cuanto equivale la función objetivo y cuanta carga lleva cada camión.

Programas como Grafos nos generan redes y rutas reales que nos pueden ayudar en muchas formas, LINGO por su parte nos muestra la función objetivo pero tiene la desventaja de que no nos muestra cuanta carga debe llevar cada camión, es decir, cada programa tiene ciertos tipos de funciones específicas que complementan el análisis de este tipo de problemas.

Es importante mencionar que medir y tener métricas ayuda a las empresas a mejorar sus operaciones en cualquier área, y que siempre es bueno comparar una empresa con otra desde un punto de vista financiero y no solo por tamaño o prestigio.

Referencias

- La verdad de los operadores Logísticos. (Marzo - Abril de 2004). *Distribucion y Consumo*, págs. 60 - 67.
- Annamma Joy, John F. Sherry, Alladi Venkatesh. (2012). Fast Fashion, Sustainability, and the ethical appeal. *Fashion Theory, Volume 16*, pp. 273–296.
- Barreiro, A. M. (2008). Hacia un nuevo sistemas de la moda. *Revista Internacional de Sociología* , 110 - 113.
- Beltrán, A. H. (2011). *Logística como elemento esencial en la industria del vestido*. México.
- Boubeta, A. I. (2007). *Distribución logística y comercial. La Logística en la empresa*. Vigo, España: IdeasPropias .
- Caamaño, J. A. (2010). Análisis caso Zara. 30-32.
- Callaba, J. P. (septiembre 2014). *Logística Inversa*. México: Instituto de Ingeniería, UNAM.
- Chopra, S. (2003). *Designing the delivery network for a supply chain*. Transportation research.
- Dale S. Rogers, Ronald Tibben-Lembke. (1999). *Going backwards: Reverse logistics trends and practise*. Reverse Logistics Executive Council.
- David, F. R. (2003). *Conceptos de administración estratégica*. México: Pearson Educación.
- Donald. Bowersox, D. J. (2007). *Administracion y logística de la cadena de suministros*. Mc Graw Hill.
- Frederick S. Hiller, Gerald J. Lieberman. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Inglaterra: Mc Graw Hill.
- Juan Pablo Antún, Angelica Lozano, Rodrigo Alarcon. (2003). Estudio de Gran Visión de Logística. *Instituto de Ingeniería, UNAM*, 35 - 43.
- Kotler Philip y Armstrong Gary. (2003). *Fundamentos de Marketing*. Prentice Hall.
- Lam Charles, Hair Joseph y Mc Daniel Carl. (2002). *Marketing*. International Thomson Editores S.A.
- Laura Mendoza Moreno, Oscar Armando Rico. (2005). Problemas en la integración del autotransporte de carga en México. *Secretaria de Comunicaciones y Transporte*, 7-12.
- Martí, R. (2002). Procedimientos metaheurísticos en Optimización combinatoria. *Departamento de Estadística e investigación operativa*, 8-12.
- Olivera, A. (2004). Heurísticas para problemas de ruteo de vehículos. *Universidad de la Republica de Uruguay, Instituto de Computación* , 6-10.

- Richkarday, O. d. (1990). Logística del Transporte. 25-35.
- Rocha L., Gonzalez C. y Orjuela J. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos. *Ingenieria* , pag 35-55.
- Ruiz, R. (2004). A decision support system for a real routing problem. *European Journal of operational Research* , 590-610.
- Shih-Wei Lin, Zne-Jung Lee, Kuo-Ching Ying, Chou-Yuan Lee. (2008). Applying hybrid metaheuristics for capacitated vehicle routing problem. *Expert Systems with applications*.
- Silva, A. M. (2008). Estructura de Canales de Distribución. *Revela*, 10-15.
- Sunil Chopra, P. M. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Pearson, Prentice Hall.
- Sunil Chopra, Peter Meindl. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Education.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones*. Estados Unidos: Pearson.

Electrónicos

- La industria del vestido en México: diagnóstico, prospectiva y estrategia, <http://www.canaive.org.mx/presentaciones/EstudioSectorialIndustriadelVestido2008ITAM.pdf> consultado el 27/04/2015
- <http://www.gestiopolis.com/logistica-inversa-en-los-procedimientos-empresariales/>
- <http://www.upct.es/~gio/conclusiones.pdf>
- Contreras-Castañeda, E.; Tordecilla-Madera, R. y Silva Rodríguez, J. (2013). Revisión de estudios de caso de carácter cualitativo y exploratorio en logística inversa. *Revista EIA*, 10(20) julio-diciembre, pp. 153-165. [Online] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2013.10.20.153-164>
- El economista (<http://eleconomista.com.mx/canaive>) consultado el 17/10/2015.
- Moda en Europa (<https://europa.eu/eyd2015/es/fashion-revolution/posts/europe-world-garment-textiles-and-fashion-industry>) consultado el 18/10/2015
- Industria textil nacional e internacional (www.contactopyme.gob.mx/agrupamientos/.../Capitulos/OAX01C1.DOC) consultado el 19/10/2015
- Expo fashion (<http://www.expofashionmagazine.com/n-/3923/industria-de-la-moda-en-china-un-negocio-de-1300-billones-de-euros-en-2016>) consultado el 19/10/2015
- Modaes.es (<http://www.modaes.es/empresa/20120528/el-mapa-de-la-moda-ii-los-lideres-mundiales-de-la-distribucion.html>) consultado el 04/11/2015

- Cápsula de tendencia sectorial: Industria Textil
(http://w27.bcn.cat/porta22/images/es/Barcelona_treball_Capsula_sectorial_industria_textil_noviembre2012_es_tcm24-22845.pdf) consultado el 06/11/2015
- Reporte anual Inditex
(http://www.inditex.com/documents/10279/13717/Inditex_+Memoria_Anual_2014_web.pdf/5bef1508-9aa7-49df-80d5-5b46f4295ac6) consultado el día 05/12/2015
- Reporte anual H y M
(http://about.hm.com/content/dam/hm/about/documents/en/Annual%20Report/Annual%20Report%202014_en.pdf) consultado el día 05/12/2015
- Reporte anual GAP (<file:///D:/Downloads/GPS%202014%20Annual%20Report.pdf>) consultado el día 05/12/2015
- Reporte anual Fast Retailing (http://www.fastretailing.com/eng/ir/library/pdf/ar2014_en.pdf) consultado el día 05/12/2015
- Reporte anual Brands
(https://materials.proxyvote.com/Approved/501797/20150327/CMBO_242658/#/170/) consultado el día 05/12/2015

ANEXO 1. Entrevista con Grupo Axo. Enero del 2016

- Nombre de la Empresa
Grupo Axo
- Dirección
Jaime Balmes

No. 11, Piso 5, Torre "C", Plaza Polanco

Col. Los Morales Polanco

C.P. 11510, México D.F.

Delegación Miguel Hidalgo
- Persona de contacto.
Ing. Josué Fernández

Jefe de Planeación de Demanda Grupo Axo.

Las empresas de la industria hoy en día tienen canales de distribución híbridos, es decir, tienen que tener transporte propio como contratar un externo utilizando el muy famoso 3PL, así mejoran su área de logística, haciendo su propia logística y si la demanda es mucha se contrata a otra empresa.

La diferencia entre una empresa grande como Zara a comparación de otras más pequeñas es el volumen que manejan y claro lo más importante la rotación de inventario.

Hoy en día las empresas de esta industria van adaptándose a temporadas más cortas, lo que llamamos Fast Retail

Hay 3 diferentes tipos de distribución en empresas de moda en México

- Retail
- E commerce
- Outlet

Es impresionante el proceso que se lleva a cabo con la ropa, comienza con el Retail, al no venderse se comienza a llevar el producto a outlets y comienza un nuevo proceso, pero como en el Retail, la ropa no es vendida. Las empresas comienzan a buscar medios para vender o deshacerse del producto, entonces entra aquí las concesiones de marcas o los famosos saldos. Pero este último compra el producto a un bajísimo precio, al quedarse con el producto tiene restricciones sobre en qué países se puede vender la ropa debido a contratos legales sobre defensa de la marca.

Aunque también otra manera de deshacerse de la ropa es con un modelo "Family" en donde la ropa es llevada en cajas en una sala de la compañía y es vendida a un precio muy accesible al personal de la empresa.

Por último, si aún así la ropa no es vendida se procede a su destrucción que es la última alternativa de las empresas de moda debido a que representa un costo, puesto que se contrata personal y maquinaria especial para no romper reglas ambientales, y ciertas cosas que pide la norma ambiental y la propia marca.

El gran reto de las pequeñas empresas es la comunicación de sus áreas, es decir que toda la cadena de suministro este en el mismo punto desde proveedores hasta clientes, esto es lo que ha hecho tan grande a empresas como Inditex o H & M.

La planeación de la demanda es uno de los problemas más grandes de esta industria, comenzar a planear y balancear todos los canales de distribución sería una ventaja ante las demás empresas. El hecho de traer un solo lote que represente la demanda de e-commerce, outlet, retail, etc. representa una ventaja competitiva.

Algunas empresas buscaron generar mayores ventas a través del canal outlet, y generan dos colecciones: un canal directo y tradicional hacia el retail y otro canal alternativo que complementa los outlets.

ANEXO 2. Validación y resultados situación actual

a) GRAFOS

A continuación se presenta el resultado del problema CVRP en Grafos.

Distancia total mínima (coste o tiempo) - Problema de rutas con vehículos capacitados (CVRP)

RUTA 1 :: IdVehículo 3: vehículo 3

Costo = 128.31

(68.04) > CEDIS Tultitlán(1), Av. I. Madero (2)

(7.78) > Av. I. Madero (2), Palza Buenavista (3)

(52.49) > Palza Buenavista (3), CEDIS Tultitlán(1)

Servicio/Capacidad = Aprovechamiento (%): $70/180 = 38.88889$ %

(Demanda) Cliente > Ubicación:

(28) Av. I. Medero (2) > Av. I. Madero (2)

(42) Plaza Buenavista (3) > Palza Buenavista (3)

RUTA 2 :: IdVehículo 1: Vehículo 1

Costo = 235.22

(89.42) > CEDIS Tultitlán(1), Parque Tezontle (4)

(36.94) > Parque Tezontle (4), Perísur (5)

(31.1) > Perísur (5), Plaza Santa Fe (6)

(77.75999) > Plaza Santa Fe (6), Perícentro (7), CEDIS

Tultitlán(1)

Servicio/Capacidad = Aprovechamiento (%): $166/180 = 92.22222$ %

(Demanda) Cliente > Ubicación:

(56) Parque Tezontle (4) > Parque Tezontle (4)

(71) Perísur (5) > Perísur (5)

(39) Plaza Santa Fe (6) > Plaza Santa Fe (6)

RUTA 3 :: IdVehículo 2: vehículo 2

Costo = 95.25

(50.54) > CEDIS Tultitlán(1), Perícentro (7)

(44.71) > Perícentro (7), CEDIS Tultitlán(1)

Servicio/Capacidad = Aprovechamiento (%): 45/180 = 25 %

(Demanda) Cliente > Ubicación:

(45) Pericentro (7) > Pericentro (7)

Costo total = 458.78 unidades

Resuelto con:

Grafos - v.1.3.5

(cc) 2003..2012 - Alejandro Rodríguez Villalobos

<http://arodrigu.webs.upv.es/grafos>

b) LINGO

A continuación se presenta como se insertó en LINGO

MIN

68.04X12+66.1X13+89.42X14+93.31X15+91.37X16+50.54X17+56.38X21+7.78X23+21.38X24+42.77X25+34.99X26+23.33X27+52.49X31+11.66X32+33.05X34+52.49X35+40.82X36+23.33X37+85.54X41+23.33X42+34.99X43+36.94X45+48.6X46+42.77X47+87.48X51+46.66X52+44.71X53+42.77X54+31.1X56+44.71X57+87.48X61+38.88X62+36.94X63+50.54X64+33.05X65+33.05X67+44.71X71+19.44X72+17.5X73+40.82X74+44.71X75+31.1X76

st

| | |
|---------------------------|--|
| X12+X13+X14+X15+X16+X17=3 | 28Y1+42Y2+56Y3+71Y4+39Y5+45Y6=281 Y1+Y2+Y3+Y4+Y5+Y6=6 |
| X21+X23+X24+X25+X26+X27=1 | |
| X31+X32+X34+X35+X36+X37=1 | X12<=1 |
| X41+X42+X43+X45+X46+X47=1 | X13<=1 |
| X51+X52+X53+X54+X56+X57=1 | X14<=1 |
| X61+X62+X63+X64+X65+X67=1 | X15<=1 |
| X71+X72+X73+X74+X75+X76=1 | X16<=1 |
| | X17<=1 |
| X12+X32+X42+X52+X62+X72=1 | X21<=1 |
| X13+X23+X43+X53+X63+X73=1 | X23<=1 |
| X14+X24+X34+X54+X64+X74=1 | X24<=1 |
| X15+X25+X35+X45+X65+X75=1 | X25<=1 |
| X16+X26+X36+X46+X56+X76=1 | X26<=1 |
| X17+X27+X37+X47+X57+X67=1 | X27<=1 |
| | X31<=1 |
| X71+X61+X51+X41+X31+X21=3 | X32<=1 |
| | X34<=1 |
| 7X21+U2-U1<=6 | X35<=1 |
| 7X23+U2-U3<=6 | X36<=1 |
| 7X24+U2-U4<=6 | X37<=1 |
| 7X25+U2-U5<=6 | X41<=1 |

| | |
|---------------|--------|
| 7X26+U2-U6<=6 | X42<=1 |
| 7X27+U2-U7<=6 | X43<=1 |
| 7X31+U3-U1<=6 | X45<=1 |
| 7X32+U3-U2<=6 | X46<=1 |
| 7X34+U3-U4<=6 | X47<=1 |
| 7X35+U3-U5<=6 | X51<=1 |
| 7X36+U3-U6<=6 | X52<=1 |
| 7X37+U3-U7<=6 | X53<=1 |
| | X54<=1 |
| 7X41+U4-U1<=6 | X56<=1 |
| 7X42+U4-U2<=6 | X57<=1 |
| 7X43+U4-U3<=6 | X61<=1 |
| 7X45+U4-U5<=6 | X62<=1 |
| 7X46+U4-U6<=6 | X63<=1 |
| 7X47+U4-U7<=6 | X64<=1 |
| 7X51+U5-U1<=6 | X65<=1 |
| 7X52+U5-U2<=6 | X67<=1 |
| 7X53+U5-U3<=6 | X71<=1 |
| 7X54+U5-U4<=6 | X72<=1 |
| 7X56+U5-U6<=6 | X73<=1 |
| 7X57+U5-U7<=6 | X74<=1 |
| | X75<=1 |
| | X76<=1 |
| 7X61+U6-U1<=6 | |
| 7X62+U6-U2<=6 | |
| 7X63+U6-U3<=6 | Y1<=1 |
| 7X64+U6-U4<=6 | Y2<=1 |
| 7X65+U6-U5<=6 | Y3<=1 |
| 7X67+U6-U7<=6 | Y4<=1 |
| | Y5<=1 |
| | Y6<=1 |
| 7X71+U7-U1<=6 | END |
| 7X72+U7-U2<=6 | GIN 48 |
| 7X73+U7-U3<=6 | |
| 7X74+U7-U4<=6 | |
| 7X75+U7-U5<=6 | |
| 7X76+U7-U6<=6 | |

Los resultados son los siguientes:

Global optimal solution found.

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Objective value: | 458.7800 |
| Objective bound: | 458.7800 |
| Infeasibilities: | 0.000000 |
| Extended solver steps: | 1 |
| Total solver iterations: | 103 |

| Variable | Value | Reduced Cost |
|----------|----------|--------------|
| X12 | 1.000000 | 68.04000 |
| X13 | 1.000000 | 66.10000 |
| X14 | 0.000000 | 89.42000 |
| X15 | 0.000000 | 93.31000 |
| X16 | 0.000000 | 91.37000 |
| X17 | 1.000000 | 50.54000 |
| X21 | 0.000000 | 56.38000 |
| X23 | 0.000000 | 7.780000 |

| | | |
|-----|----------|----------|
| X24 | 1.000000 | 21.38000 |
| X25 | 0.000000 | 42.77000 |
| X26 | 0.000000 | 34.99000 |
| X27 | 0.000000 | 23.33000 |
| X31 | 1.000000 | 52.49000 |
| X32 | 0.000000 | 11.66000 |
| X34 | 0.000000 | 33.05000 |
| X35 | 0.000000 | 52.49000 |
| X36 | 0.000000 | 40.82000 |
| X37 | 0.000000 | 23.33000 |
| X41 | 0.000000 | 85.54000 |
| X42 | 0.000000 | 23.33000 |
| X43 | 0.000000 | 34.99000 |
| X45 | 1.000000 | 36.94000 |
| X46 | 0.000000 | 48.60000 |
| X47 | 0.000000 | 42.77000 |
| X51 | 0.000000 | 87.48000 |
| X52 | 0.000000 | 46.66000 |
| X53 | 0.000000 | 44.71000 |
| X54 | 0.000000 | 42.77000 |
| X56 | 1.000000 | 31.10000 |
| X57 | 0.000000 | 44.71000 |
| X61 | 1.000000 | 87.48000 |
| X62 | 0.000000 | 38.88000 |
| X63 | 0.000000 | 36.94000 |
| X64 | 0.000000 | 50.54000 |
| X65 | 0.000000 | 33.05000 |
| X67 | 0.000000 | 33.05000 |
| X71 | 1.000000 | 44.71000 |
| X72 | 0.000000 | 19.44000 |
| X73 | 0.000000 | 17.50000 |
| X74 | 0.000000 | 40.82000 |
| X75 | 0.000000 | 44.71000 |
| X76 | 0.000000 | 31.10000 |
| U2 | 0.000000 | 0.000000 |
| U1 | 7.000000 | 0.000000 |
| U3 | 3.000000 | 0.000000 |
| U4 | 4.000000 | 0.000000 |
| U5 | 5.000000 | 0.000000 |
| U6 | 6.000000 | 0.000000 |
| U7 | 0.000000 | 0.000000 |
| Y1 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y2 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y3 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y4 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y5 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y6 | 1.000000 | 0.000000 |

c) GAMS

```

$title CVRP
$ontext
A continuación se resolvera un ejemplo de CVRP
$offtext

```

```

*DATOS
Set i nodos /nodo1 * nodo7/
    c camion /camion1*camion3/;

alias(j,i) ;

Parameter cc(i,j)
/nodo1.nodo2    68.04
nodo1.nodo3     66.1
nodo1.nodo4     89.42
nodo1.nodo5     93.31
nodo1.nodo6     91.31
nodo1.nodo7     50.54
nodo2.nodo1     56.38
nodo2.nodo3      7.78
nodo2.nodo4     21.38
nodo2.nodo5     42.77
nodo2.nodo6     34.99
nodo2.nodo7     23.33
nodo3.nodo1     52.49
nodo3.nodo2     11.66
nodo3.nodo4     33.05
nodo3.nodo5     52.49
nodo3.nodo6     40.82
nodo3.nodo7     23.33
nodo4.nodo1     85.54
nodo4.nodo2     23.33
nodo4.nodo3     34.99
nodo4.nodo5     36.94
nodo4.nodo6     48.6
nodo4.nodo7     42.77
nodo5.nodo1     87.48
nodo5.nodo2     46.66
nodo5.nodo3     44.71
nodo5.nodo4     42.77
nodo5.nodo6     31.1
nodo5.nodo7     44.71
nodo6.nodo1     87.48
nodo6.nodo2     38.88
nodo6.nodo3     36.94
nodo6.nodo4     50.54
nodo6.nodo5     33.05
nodo6.nodo7     33.05
nodo7.nodo1     44.71
nodo7.nodo2     19.44
nodo7.nodo3     17.5
nodo7.nodo4     40.82
nodo7.nodo5     44.71
nodo7.nodo6     31.1
/
;
Parameter q(i)

```

```
/
nodo2 28
nodo3 42
nodo4 56
nodo5 71
nodo6 39
nodo7 45
/;
scalar
f costo de gasolina por km. /1.944/ ;
```

```
Parameter Qmax(c)
```

```
/
camion1 180
camion2 180
camion3 180
/;
```

```
Parameter arcos(i,j)
```

```
/
nodo1.nodo2 1
nodo1.nodo3 1
nodo1.nodo4 1
nodo1.nodo5 1
nodo1.nodo6 1
nodo1.nodo7 1
nodo2.nodo1 1
nodo2.nodo3 1
nodo2.nodo4 1
nodo2.nodo5 1
nodo2.nodo6 1
nodo2.nodo7 1
nodo3.nodo1 1
nodo3.nodo2 1
nodo3.nodo4 1
nodo3.nodo5 1
nodo3.nodo6 1
nodo3.nodo7 1
nodo4.nodo1 1
nodo4.nodo2 1
nodo4.nodo3 1
nodo4.nodo5 1
nodo4.nodo6 1
nodo4.nodo7 1
nodo5.nodo1 1
nodo5.nodo2 1
nodo5.nodo3 1
nodo5.nodo4 1
nodo5.nodo6 1
nodo5.nodo7 1
nodo6.nodo1 1
nodo6.nodo2 1
nodo6.nodo3 1
```



```

nodo6.nodo4 1
nodo6.nodo5 1
nodo6.nodo7 1
nodo7.nodo1 1
nodo7.nodo2 1
nodo7.nodo3 1
nodo7.nodo4 1
nodo7.nodo5 1
nodo7.nodo6 1
/;
Variables
z funcion objetivo
x(i,j,c) flujo del vehiculo de i a j
y(i,c) decide si se atiende al cliente i
;
Free variable z;
Binary variable x,y;
Equations
fo funcion objetivo
cap capacidad del camion
cliente atender al cliente
flujo flujo de vehiculo entre clientes
incidencial se atiende al cliente i si y solo si sale un camion de i
incidencia2 se atiende al cliente i si y solo si llega un camion a i
deposito
subtour1
;
fo.. z =e= sum((i,j,c), cc(i,j)*x(i,j,c));

cap(c).. sum((i), q(i)*y(i,c)) =l= Qmax(c);

cliente(i).. sum((c),y(i,c) )=e= 1;

flujo(i,c).. sum((j)$arcos(j,i), x(j,i,c) ) =e= sum((j)$arcos(i,j),
x(i,j,c) );
incidencial(i,c).. y(i,c) =l= sum((j)$arcos(i,j), x(i,j,c));

incidencia2(i,c).. y(i,c) =l= sum((j)$arcos(j,i), x(j,i,c));

subtour1(i,j,c).. x(i,j,c) + x(j,i,c) =l=1;

deposito(c).. 100*sum((j), x('nodo1',j,c)) =g= sum((i),y(i,c)) ;
model CVRP /all/;
Option optcr=0.0;
solve CVRP minimizing z using mip;
display y.l,x.l;

```

Los resultados se presentan a continuación

```

.
                                S O L V E      S U M M A R Y

      MODEL   CVRP                OBJECTIVE   z
      TYPE    MIP                 DIRECTION  MINIMIZE
      SOLVER   CPLEX              FROM LINE  260

**** SOLVER STATUS      1 Normal Completion
**** MODEL STATUS      1 Optimal
**** OBJECTIVE VALUE          458.700

RESOURCE USAGE, LIMIT      0.071      1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT    1239      2000000000

IBM ILOG CPLEX 24.3.3 r48116 Released Sep 21, 2014 LEG x86
64bit/Linux
--- GAMS/Cplex licensed for continuous and discrete problems.
Cplex 12.6.0.1

Space for names approximately 0.01 Mb
Use option 'names no' to turn use of names off
MIP status(101): integer optimal solution
Cplex Time: 0.06sec (det. 22.64 ticks)
Fixing integer variables, and solving final LP...
Fixed MIP status(1): optimal
Cplex Time: 0.00sec (det. 0.11 ticks)
Proven optimal solution.

MIP Solution:          458.70000      (1049 iterations, 112 nodes)
Final Solve:          458.70000      (0 iterations)

Best possible:        458.70000
Absolute gap:         0.000000
Relative gap:         0.000000

                                LOWER          LEVEL          UPPER
MARGINAL
---- EQU fo          .              .              .
1.0000

fo funcion objetivo

---- EQU cap  capacidad del camion

                                LOWER          LEVEL          UPPER
MARGINAL

camion1             -INF          116.0000      180.0000      .
camion2             -INF          085.0000      180.0000

```

camion3 -INF 101.0000 180.0000
USER: Luis Cadarso Morga
S141022:0911AO-GEN
 Rey Juan Carlos University, Department of Signal Theory
anDC11340
 License for teaching and research at degree granting
institutions

ANEXO 3. Resultados aplicando sugerencias.

a) GRAFOS

DISTANCIA TOTAL MÍNIMA (COSTE) - PROBLEMA DE RUTAS CON VEHÍCULOS CAPACITADOS (CVRP)

Tiempo de proceso = 22 segundos

RUTA 1 :: IdVehículo 2: vehículo 2

Costo = 235.22

(89.42) > CEDIS Tultitlán(1), Parque Tezontle (4)

(36.94) > Parque Tezontle (4), Perísur (5)

(31.1) > Perísur (5), Plaza Santa Fe (6)

(77.75999) > Plaza Santa Fe (6), Pericentro (7), CEDIS Tultitlán(1)

Servicio/Capacidad = Aprovechamiento (%): 84/88 = 95.45454 %

(Demanda) Cliente > Ubicación:

(28) Parque Tezontle (4) > Parque Tezontle (4)

(36) Perísur (5) > Perísur (5)

(20) Plaza Santa Fe (6) > Plaza Santa Fe (6)

RUTA 2 :: IdVehículo 1: Vehículo 1

Costo = 130.25

(50.54) > CEDIS Tultitlán(1), Pericentro (7)

(7.78) > Av. I. Madero (2), Palza Buenavista (3)
 (52.49) > Palza Buenavista (3), CEDIS Tultitlán(1)
 (19.44) > Pericentro (7), Av. I. Madero (2)

Servicio/Capacidad = Aprovechamiento (%): 58/88 = 65.90909 %

(Demanda) Cliente > Ubicación:

(14) Av. I. Medero (2) > Av. I. Madero (2)
 (21) Plaza Buenavista (3) > Palza Buenavista (3)
 (23) Pericentro (7) > Pericentro (7)

Costo total = 365.47 unidades

Resuelto con:

Grafos - v.1.3.5

(cc) 2003..2012 - Alejandro Rodríguez Villalobos

<http://arodrigu.webs.upv.es/grafos>

b) LINGO

Global optimal solution found.

| | |
|--------------------------|-----------------|
| Objective value: | 365.4700 |
| Objective bound: | 365.4700 |
| Infeasibilities: | 0.000000 |
| Extended solver steps: | 0 |
| Total solver iterations: | 270 |

| Variable | Value | Reduced Cost |
|----------|----------|--------------|
| X12 | 1.000000 | 68.04000 |
| X13 | 0.000000 | 66.10000 |
| X14 | 0.000000 | 89.42000 |
| X15 | 0.000000 | 93.31000 |
| X16 | 0.000000 | 91.37000 |
| X17 | 1.000000 | 50.54000 |
| X21 | 0.000000 | 56.38000 |
| X23 | 0.000000 | 7.780000 |
| X24 | 1.000000 | 21.38000 |
| X25 | 0.000000 | 42.77000 |

| | | |
|-----|----------|----------|
| X26 | 0.000000 | 34.99000 |
| X27 | 0.000000 | 23.33000 |
| X31 | 1.000000 | 52.49000 |
| X32 | 0.000000 | 11.66000 |
| X34 | 0.000000 | 33.05000 |
| X35 | 0.000000 | 52.49000 |
| X36 | 0.000000 | 40.82000 |
| X37 | 0.000000 | 23.33000 |
| X41 | 0.000000 | 85.54000 |
| X42 | 0.000000 | 23.33000 |
| X43 | 0.000000 | 34.99000 |
| X45 | 1.000000 | 36.94000 |
| X46 | 0.000000 | 48.60000 |
| X47 | 0.000000 | 42.77000 |
| X51 | 0.000000 | 87.48000 |
| X52 | 0.000000 | 46.66000 |
| X53 | 0.000000 | 44.71000 |
| X54 | 0.000000 | 42.77000 |
| X56 | 1.000000 | 31.10000 |
| X57 | 0.000000 | 44.71000 |
| X61 | 0.000000 | 87.48000 |
| X62 | 0.000000 | 38.88000 |
| X63 | 1.000000 | 36.94000 |
| X64 | 0.000000 | 50.54000 |
| X65 | 0.000000 | 33.05000 |
| X67 | 0.000000 | 33.05000 |
| X71 | 1.000000 | 44.71000 |
| X72 | 0.000000 | 19.44000 |
| X73 | 0.000000 | 17.50000 |
| X74 | 0.000000 | 40.82000 |
| X75 | 0.000000 | 44.71000 |
| X76 | 0.000000 | 31.10000 |
| U2 | 0.000000 | 0.000000 |
| U1 | 5.000000 | 0.000000 |
| U3 | 4.000000 | 0.000000 |
| U4 | 1.000000 | 0.000000 |
| U5 | 2.000000 | 0.000000 |
| U6 | 3.000000 | 0.000000 |
| U7 | 0.000000 | 0.000000 |
| Y1 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y2 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y3 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y4 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y5 | 1.000000 | 0.000000 |
| Y6 | 1.000000 | 0.000000 |

c) GAMS

```
SOLVE SUMMARY
MODEL CVRP      OBJECTIVE z
TYPE MIP        DIRECTION MINIMIZE
SOLVER CPLEX    FROM LINE 214
```

**** SOLVER STATUS 1 Normal Completion

**** MODEL STATUS 1 Optimal

**** OBJECTIVE VALUE 365.3700

RESOURCE USAGE, LIMIT 0.047 1000.000

ITERATION COUNT, LIMIT 361 2000000000

IBM ILOG CPLEX 24.7.1 r56632 Released Mar 14, 2016 WEI x86 64bit/MS Windows

--- GAMS/Cplex licensed for continuous and discrete problems.

Cplex 12.6.3.0

Space for names approximately 0.01 Mb

Use option 'names no' to turn use of names off

MIP status(101): integer optimal solution

Cplex Time: 13sec (det. 16.99 ticks)

Fixing integer variables, and solving final LP...

Fixed MIP status(1): optimal

Cplex Time: 0.00sec (det. 0.11 ticks)

Proven optimal solution.

MIP Solution: 365.370000 (361 iterations, 23 nodes)

Final Solve: 365.370000 (0 iterations)

Best possible: 365.370000

Absolute gap: 0.000000

Relative gap: 0.000000

| MARGINAL | LOWER | LEVEL | UPPER |
|----------|-------|-------|-------|
|----------|-------|-------|-------|

---- EQU fo
1.0000

fo funcion objetivo

---- EQU cap capacidad del camion

| | LOWER | LEVEL | UPPER | MARGINAL |
|--|-------|-------|-------|----------|
|--|-------|-------|-------|----------|

camion1 -INF 84.000 88.000 .

camion2 -INF 58.000 88.000 .

--- EQU cliente atender al cliente

| | camion1 | camion2 |
|-------------|---------|---------|
| nodo1.nodo4 | 1.000 | |
| nodo1.nodo7 | | 1.000 |
| nodo2.nodo3 | | 1.000 |
| nodo3.nodo1 | | 1.000 |
| nodo4.nodo5 | 1.000 | |
| nodo5.nodo6 | 1.000 | |
| nodo6.nodo7 | 1.000 | |
| nodo7.nodo1 | 1.000 | |
| nodo7.nodo2 | | 1.000 |

EXECUTION TIME = 0.023 SECONDS 3 MB 24.3.3
r48116 LEX-LEG

USER: Luis Cadarso Morga
S141022:0911AO-GEN

Rey Juan Carlos University, Department of Signal Theory
anDC11340

License for teaching and research at degree granting
institutions