



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS
UNIDAD ZACATENCO**

**MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EN EL
PROCESO DE TRANSPORTACIÓN DE
MERCANCÍAS, EN LA REPÚBLICA MEXICANA**

**TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**PRESENTA:
ACT. MARIBEL CHÁVEZ HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
M. EN C. EFRAÍN MARTÍNEZ ORTIZ
MÉXICO, D.F. MAYO DE 2011**





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 13:00 horas del día 26 del mes de Mayo del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.M.E.-ZAC. para examinar la tesis de titulada:

"MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EN EL PROCESO DE TRANSPORTACIÓN DE MERCANCÍAS, EN LA REPÚBLICA MEXICANA"

Presentada por el alumno:

CHÁVEZ

Apellido paterno

HERNÁNDEZ

Apellido materno

MARIBEL

Nombre(s)

Con registro:

B	0	3	1	5	6	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis

M. EN C. EFRAÍN JOSÉ MARTÍNEZ ORTÍZ

Segundo Vocal

M. EN C. JORGE REYES BONILLA

Presidente

DR. LUÍS MANUEL HERNÁNDEZ SIMÓN

Tercer Vocal

DR. JULIÁN PATIÑO ORTÍZ

Secretario

DR. IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. JAIME ROBLES GARCÍA





INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

CARTA CESION DE DERECHOS

En la Ciudad de México, Distrito Federal, el día 21 del mes junio del año 2011, la que suscribe Maribel Chávez Hernández alumna del Programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas con número de registro B031565, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente Trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. Efraín Martínez Ortiz y cede los derechos del trabajo intitulado: "MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS EN PROCESO DE TRANSPORTACIÓN DE MERCANCÍAS, EN LA REPÚBLICA MEXICANA", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: efraink@hotmail.com y maribel.chavez.hernandez@gmail.com Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Act. Maribel Chávez Hernández

RESUMEN

El término logística actualmente se emplea para referirse al área operativa de las empresas encargada del almacenamiento y distribución de los productos al menor costo y con servicio eficiente. Entendiéndose como eficiencia al deseo de los clientes finales por obtener el bien o servicio en el momento que lo requieran, en el lugar más cercano de su ubicación y sin ningún impacto en costo extra por su adquisición.

El presente trabajo de tesis presenta en sus primeros dos capítulos una visión general de logística empresarial, se enfoca al proceso de transportación de productos terminados que de acuerdo con expertos representa el elemento individual más importante en los costos de logística por que absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de distribución.

Dentro de la transportación de mercancías existen tres puntos relevantes que determinan el menor costo al mejor tiempo de entrega de los productos terminados, estos son:

1. El establecimiento de la red de distribución
2. El método de ruteo de viajes.
3. Certeza de la demanda en cuando a las variables de lugar y tiempo.

En el capítulo tres de este trabajo de investigación se analiza un caso de estudio donde se propone un algoritmo que soluciona el problema para el establecimiento de una red de distribución en México utilizando herramientas de Estadística Descriptiva, se propone el cálculo para el prorrateo de costos de transporte de pedidos consolidados, y se utiliza el Método de Barrido para la planeación de rutas.

En el capítulo cuatro se propone un modelo para pronosticar el embarque semanal a través de la técnica de promedios móviles.

ABSTRACT

The term “logistics” is currently used when referring to the operational area of organizations in charge of distribution of goods at the lowest cost with an efficient service. In this context, efficiency is understood as the final customer’s wish to obtain the goods or services within the required time, in the closest place to their location and at no extra cost.

This thesis paper includes a general overview of corporate logistics in its first two chapters. It focuses on the process of finished goods transportation which, according to the experts, represents the most important single element in logistic costs since it takes up one to two thirds of total distribution costs. The chapter also includes an outlook on Mexico’s transportation system.

When considering merchandise transportation, there are three relevant issues which determine the lowest cost with the best delivery time of finished goods. These are:

1. Settling of the distribution network
2. The method used for travel routing
3. The certainty of the demand regarding place and time factors

Chapter Three includes the analysis of a study case where an algorithm is proposed as a solution to the problem of the determination of “Mexico’s Distribution Network”. This is made using descriptive statistical tools. On the other hand, the calculation of transportation cost apportionment for consolidated orders is proposed, and the “sweeping method” is used for route planning.

A weekly shipment forecast model is proposed in the final Chapter using the moving averages technique.

ÍNDICE GENERAL

Acta de revisión de tesis (SIP-14)	I
Carta de Cesión de Derechos	II
Resumen	III
Abstract	IV
Índice General	V
Índice de Tablas	VII
Índice de Gráficas	VIII
Glosario de Términos	IX
Abreviaturas	XII
Introducción	XIII
Justificación	XVI
Marco Metodológico	XVII
Objetivos	XIX
CAPÍTULO I. LOGÍSTICA	1
1.1 Teoría general de sistema	2
1.2 Evolución de la logística desde el principio de la humanidad hasta nuestros tiempos	4
1.3 Conceptualización e instituciones	9
1.4 Componentes	10
1.5 Importancia de la logística y de la cadena de suministro	13
1.6 El papel del producto en la logística	15
CAPÍTULO II. SISTEMA DE TRANSPORTE	22
2.1 Modos de transportación	24
2.2 Autotransporte de carga en México	31
2.3 Otros aspectos del transporte	35
2.4 Tarifas	37
CAPÍTULO III. MODELACIÓN: PROCESO DE TRANSPORTE	42
3.1 Estructura de la red	43
3.2 Modo de transportación	55
3.3 Diseño de rutas y programación de vehículos	56
3.4 Consolidación del flete	67
3.5 Prorrateso del costo de transporte de viajes consolidados	68
CAPÍTULO IV. MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PROGRAMA DE EMBARQUE	74
4.1 Métodos de pronóstico	75
4.2 Modelo de promedios móviles	77
4.3 Aplicación al caso de estudio	79
4.4 Propuesta del algoritmo para el cálculo del pronóstico	81

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	88
5.1 Valoración de objetivos	89
5.2 Conclusiones	90
5.3 Recomendaciones	91
Referencias	XIX
ANEXO I. Norma de Pesos y Dimensiones del Autotransporte de Carga	XXI

ÍNDICE DE TABLAS

MARCO METODOLÓGICO

TABLA 0.1	Resumen del comercio exterior de México	XIV
-----------	---	-----

CAPÍTULO II. SISTEMA DE TRANSPORTE

TABLA 2.1	Parque vehicular por clase de vehículo	27
TABLA 2.2	Parque vehicular por clase de vehículo	30
TABLA 2.3	Estructura por tipo de empresa y estrato en unidades a nivel nacional	32

CAPÍTULO III. MODELACIÓN: PROCESO DE TRANSPORTE

TABLA 3.1	Demanda de producto, agrupada por entidad federativa	44
TABLA 3.2	Top 20 de destinos con mayor demanda	49
TABLA 3.3	Zona de influencia de monterrey: top 20	51
TABLA 3.4	Zona de influencia de Tijuana: top 20	51
TABLA 3.5	Zona de influencia de Guadalajara: top 20	52
TABLA 3.6	Zona de influencia de zona metropolitana: top 20	52
TABLA 3.7	Destinos con mayor demanda	53
TABLA 3.8	Demanda agrupada por origen	54
TABLA 3.9	Relación de pedidos	62
TABLA 3.10	10 reporte de programación de embarque	64
TABLA 3.11	Cálculo del FPD para la ruta 1	70
TABLA 3.12	Cálculo del FPP para la ruta 1	71
TABLA 3.13	Cálculo del FPP para la ruta 1	72
TABLA 3.14	Ejemplo de cálculo de prorrateo	72

CAPÍTULO IV. MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PROGRAMA DE EMBARQUE

TABLA 4.1	Demanda de embarque semanal	81
TABLA 4.2	Demanda de embarque por tipo de viaje	82
TABLA 4.3	Computo del pronóstico de FTVS	83
TABLA 4.4	Demanda de embarque por tipo de unidad vehicular	84
TABLA 4.5	Cálculo del pronóstico del FVEHS _i	85
TABLA 4.6	Cálculo del pronóstico del PCTUVEH _i	86
TABLA 4.7	Reporte del pronóstico de embarque	87

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GUÍA METODOLÓGICA

GRÁFICA 0.1	Metodología para la elaboración de tesis de maestría	XVIII
-------------	--	-------

CAPÍTULO I. LOGÍSTICA

GRÁFICA 1.1	Ejemplos de sistemas logísticos	3
GRÁFICA 1.2	Modelo de dirección de la cadena de suministros	4
GRÁFICA 1.3	Actividades de apoyo de un sistema logístico	11
GRÁFICA 1.4	Actividades clave de un sistema logístico	12
GRÁFICA 1.5	Valor en los productos o bienes	14
GRÁFICA 1.6	Curva Generalizada para el ciclo de vida del producto	17

CAPÍTULO II. SISTEMA DE TRANSPORTE

GRÁFICA 2.1	Modos de transporte	24
GRÁFICA 2.2	Movilización de carga por tipo de transporte	25
GRÁFICA 2.3	Distribución del parque vehicular	28
GRÁFICA 2.4	Combinaciones posibles de servicios intermodal	29
GRÁFICA 2.5	Porque vehicular por clase de vehículo	31
GRÁFICA 2.6	Estructura empresarial del autotransporte de carga	31
GRÁFICA 2.7	Variables que definen la estructura de las tarifas.	37

CAPÍTULO III. MODELACIÓN: PROCESO DE TRANSPORTE

GRÁFICA 3.1	Almacenes obligatorios y regiones de entrada de producto	48
GRÁFICA 3.2	Área de influencia de los puntos obligatorios	50
GRÁFICA 3.3	Estructura de la red	54
GRÁFICA 3.4	Agrupaciones de ruta	57
GRÁFICA 3.5	Ruteo aplicando método de barrido	63
GRÁFICA 3.6	Ejemplos de las rutas	65

CAPÍTULO IV. MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL PROGRAMA DE EMBARQUE

GRÁFICA 4.1	DEMANDA TRIMESTRAL	80
-------------	--------------------	----

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Almacén. Edificio o local donde se depositan géneros de cualquier especie, generalmente mercancías.

Avituallamiento. Acción y efecto de avituallar.

Avituallar. Proveer de vituallas.

Cadena de Suministro o Abasto. La Cadena de Abasto eslabona a muchas compañías, iniciando con materias primas no procesadas y terminando con el consumidor final utilizando los productos terminados. Todos los proveedores de bienes y servicios y todos los clientes están eslabonados por la demanda de los consumidores de productos terminados al igual que los intercambios materiales e informáticos en el proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final.

Cruces de Anden o X-Dock. Término de logística que implica el traslado de mercancías pasando por un almacén a otro como punto intermedio del destino final.

Destinos de influencia de un almacén. Ciudades o Poblaciones ubicadas a menos de 400 kilómetros del establecimiento del almacén.

Hombre camión. Personas que de forma individual participan en el ámbito de los servicios de autotransporte y se denominan así debido a que son al mismo tiempo gerentes, administradores, conductores, representantes, e inclusive, mecánicos y cargadores, de sus propios vehículos. En su gran mayoría, se trata de personas con muchos años en el negocio del transporte; involucran a sus familias en dicha actividad, y en muchos casos, también se convierten en negocios que van pasando de generación en generación; por lo general cuentan con menos de 5 unidades vehiculares

Logística Inversa. Es el proceso de proyectar, implementar y controlar un flujo de materia prima, inventario en proceso, productos terminados e información

relacionada desde el punto de consumo hasta el punto de origen de una forma eficiente y lo más económica posible con el propósito de recuperar su valor ó el de la propia devolución.

Logística. es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Marketing. Su traducción al español es mercadotecnia, y se define como el conjunto de principios y prácticas que buscan el aumento del comercio, especialmente de la demanda.

Mercadeo. Acción y efecto de mercadear.

Mercader. Persona que trata o comercia con géneros vendibles

Pedidos pulverizados. Demanda de encargos que se caracterizan por ser una gran cantidad con pocas cajas.

Productos Terminados. Es el conjunto de atributos tangibles e intangibles que abarcan empaque, color, precio, calidad y marca, más los servicios y la reputación del vendedor; el producto puede ser un bien, un servicio, un lugar, una persona o una idea.

Pronóstico. Conocimiento anticipado de lo que sucederá en un futuro a través de ciertos indicios.

Servicio al Cliente. Es el conjunto de actividades interrelacionadas que ofrece un suministrador con el fin de que el cliente obtenga el producto en el momento y lugar adecuado y se asegure un uso correcto del mismo.

Tarifas. Precio de la remuneración de un capital prestado o recibido en préstamo. Es el precio de la renuncia a la liquidez del ahorro.

Toneles. Recipiente de madera que sirve para contener líquidos

Transferencia. Es aquel viaje que transporta mercancía entre los almacenes obligatorios y cruces de andén.

Viaje con repartos. Ruta que tiene más de una parada en su recorrido.

Viaje Directo. Ruta que no tiene repartos o paradas entre origen y destino.

Viaje Foráneo. Aquella ruta que recorre menos de 400 km del punto de origen al punto de destino.

Viaje Local. Aquella ruta que recorre menos de 25 km del punto de origen al punto de destino.

Vituallas. Víveres

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

CSCMP. The Council of Supply Chain Management Professionals

FMI. Fondo Monetario Internacional

FPD. Factor de Prorratio de Distancia.

FPP. Factor de Prorratio de Peso

FPV. Factor de Prorratio para la variable Volumen.

FTVehS. Factor por Tipo de Vehículo Semanal

FTVS. Factor por Tipo de Viaje Semanal

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía

PCS. Proporción de Cajas por Semana

PCTUVehi. Promedio de Cajas por Tipo de Unidad Vehicular

PPD. Prorratio de la variable distancia de cada pedido

SCT. Secretaría de Comunicaciones y Transportes

TMS. Transportation Management System; sistema que administra las operaciones relacionadas con el proceso de transportación.

WMS. Warehouse Management System; sistema que administra las operaciones relacionadas con el proceso de almacenamiento.

INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la humanidad, los bienes que las personas querían no se fabricaban en el lugar donde se consumía, o no eran accesibles cuando los querían, como es el caso de las frutas o vegetales que únicamente se dan en cierto lugar o temporada. La comida principalmente y otras mercancías útiles para la sobrevivencia estaban ampliamente dispersas de manera geográfica.

Los antiguos habitantes podían consumir los bienes en la ubicación donde se producían o hacían grandes cantidades de compras para almacenarlos por algún tiempo para usarlos más tarde; sin embargo había productos que aunque se tuviera la suficiente capacidad de compra, la vigencia de los productos era una limitante. Como todavía no existían transportes y sistemas de almacenamiento adecuados (por ejemplo a temperatura controlada), el movimiento de bienes estaba limitado a lo que un individuo o grupo pequeño de personas pudiera mover, y el almacenamiento de productos perecederos era solamente posible por un período muy corto de tiempo.

La situación de vida anteriormente descrita obligaba a las personas a vivir cerca de las fuentes de producción y a consumir productos homogéneos.

Hoy en día en algunas zonas del mundo, el consumo y la producción tienen lugar sólo dentro de una región geográfica muy limitada. Por ejemplo en México las poblaciones que están en las sierras, selvas como pueden ser Oaxaca, Chiapas, Chihuahua, entre otros estados; es común la limitante de variedad de productos a los que tienen acceso los consumidores. La necesidad de un sistema logístico bien desarrollado y económico elevaría los niveles de consumo de productos.

A lo largo del tiempo los sistemas logísticos fueron evolucionando, como consecuencia el consumo y la producción comenzaron a separarse geográficamente. Las regiones se especializaron en aquellas mercancías útiles o de conveniencia que podían producir con mayor eficacia. El exceso de producción pudo transportarse económicamente a otras zonas de consumo y los bienes

necesarios que no se producían localmente, se importaban. Este proceso de intercambio cumple con el principio de la ventaja competitiva que establece que las naciones sólo deben especializarse en la producción de bienes y/o servicios que pueden producir con mayor eficiencia que las otras naciones.

Concepto	Millones de dólares	
	mar-11	Enero-Marzo 2011
Exportaciones totales	31 344.2	81 695.3
Petroleras	5 149.5	13 103.7
Petróleo crudo	4 504.9	11 382.7
Otras ^a	644.5	1 721.0
No petroleras	26 194.8	68 591.5
Agropecuarias	1 014.2	2 933.9
Extractivas	375.5	844.6
Manufactureras	24 805.1	64 813.0
Automotriz	7 126.9	18 100.0
Resto	17 678.2	46 713.0
Importaciones totales	29 899.2	79 906.4
Petroleras	3 269.5	9 700.2
No petroleras	26 629.6	70 206.2
Bienes de consumo	3 969.8	11 583.1
Petroleras	1 301.4	4 373.2
No petroleras	2 668.4	7 209.9
Bienes intermedios	23 074.3	60 617.3
Petroleras	1 968.1	5 327.0
No petroleras	21 106.2	55 290.2
Bienes de capital	2 855.0	7 706.1
Saldo de la balanza comercial	1 445.1	1 788.9
Sin exportaciones petroleras	- 3 704.4	- 11 314.9

El cuadro que se presenta es el resumen del Comercio Exterior de México, expresa en millones de dólares del mes de Marzo y su Acumulado, las actividades de importación y exportación están agrupados por productos petroleros y no petroleros.

El saldo de la balanza comercial de 1445.1 mdd nos muestra la diferencia entre importaciones y exportaciones.

Este ejemplo de la actividad económica de nuestro país explica el principio de la ventaja competitiva.

TABLA 0.1 Resumen del Comercio Exterior de México.
(Grupo de trabajo de estadísticas de Comercio Exterior, 2011)

En los mercados mundiales se aplica este principio, y explica el alto nivel de comercio internacional que existe en la actualidad. Los sistemas de logística eficientes permiten a los negocios del mundo tomar ventajas del hecho de que las tierras y las personas que las habitan no son igualmente productivas. La logística es la esencia del comercio; contribuye a aumentar el estándar económico de la vida

Para cualquier compañía que opera en una economía de alto nivel es vital la buena dirección de las actividades de logística. Los mercados a menudo se encuentran en una esfera de acción nacional e internacional, en tanto que la producción puede estar concentrada en pocos puntos. Las actividades de logística proporcionan el puente entre las ubicaciones de producción y las de mercado, separadas por el tiempo y la distancia. Las herramientas eficaces en la transportación de mercancías son el tema principal de este trabajo.

Los capítulo uno y dos de esta tesis constituyen el marco teórico; se proporciona el panorama general de la logística, su evolución a través del tiempo, su importancia, así como la clasificación de los productos. El capítulo dos se enfoca a la etapa de transportación de mercancías donde los temas relevantes son la importancia de un sistema eficaz de transporte, los modos de transportación, y la situación del autotransporte de carga en México.

El capítulo tres ejemplifica a través de un caso de estudio de una compañía proveedora de servicios logísticos que opera en nuestro país, la propuesta de dos herramientas dentro del proceso de transportación: el algoritmo para solucionar el problema para el establecimiento de una Red de Distribución en la República Mexicana, y el prorrateo de costos de transportación de los pedidos que se consolidan en las rutas que se planean.

El capítulo cuatro propone un modelo para pronosticar el embarque semanal a través de la técnica de promedios móviles utilizando una hoja de cálculo de Excell de Microsoft Office.

JUSTIFICACIÓN

La logística aplicada en las empresas es un campo relativamente nuevo, si lo comparamos con los campos tradicionales como lo son: finanzas, marketing, producción, contabilidad. Los individuos han llevado a cabo actividades de logística a lo largo de la historia. Las empresas se han ocupado continuamente de las actividades de movimiento y almacenamiento. La novedad de este campo gira en el concepto de dirección coordinada de las actividades que se relacionan, en lugar de como tradicionalmente se manejaban de manera separada, además del concepto de que la logística añade valor a los productos o servicios para la satisfacción del cliente y para las ventas.

Aunque la dirección coordinada de la logística se empezó a practicar hasta hace poco tiempo, la se idea remonta al menos en 1844. En los escritos del ingeniero francés Jules Dupuit, la idea de comerciar un costo por otro, como en el caso de éxito de la logística de Wal-Mart que sustituyo la entrega de tienda por tienda de sus proveedores e instaló centros de distribución en sitios claves que le permitió la consolidación del los productos de sus distintos proveedores y se benefició en el control de sus inventarios, y abastecimiento de todas sus tiendas.

El primer libro de texto en sugerir los beneficios de la dirección coordinada de la logística apareció alrededor de 1961, donde realmente explicaba porque todavía esta sugiriendo una definición aceptada de manera general de la logística de negocios. Hoy existen muchos libros acerca del tema, pero muy pocos que hagan la referencia en el contexto de México. Así también pocos documentan las herramientas en la etapa de transportación de productos, consolidación de pedidos, planeación y programación de rutas, y alianzas comerciales con sus proveedores de transporte.

Por lo anterior, el propósito de este proyecto de tesis, es el desarrollo de herramientas en los procesos antes mencionados, así como la documentación breve de cómo opera la logística en nuestro país.

MARCO METODOLÓGICO

La base metodológica que se utilizará para llevar a cabo este trabajo de investigación será la “Guía Metodológica” con el enfoque mixto que se recomienda a los tesisistas que siguen la línea de Investigación de Operaciones de este programa de estudios: (Efraín Martínez Ortiz, 2006).

Se llevarán a cabo las siguientes fases:

FASE I. Definición del Problema.

Actividades:

1. Definición del sistema.
2. Observar el sistema y obtener los primeros datos cualitativos y/o cuantitativos.
3. Obtener el diagnóstico y/o problemática del sistema.
4. Obtener información específica sobre el problema a estudiar.
5. Determinar el estado del arte del problema.
6. Planteamiento del problema de investigación.

FASE II. Abstracción (Modelación). Fase de la modelación del sistema.

Actividades:

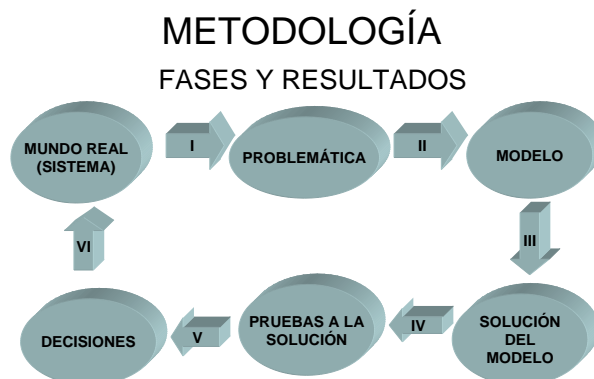
1. Determinación del marco teórico.
2. Obtención de datos confiables.
3. Definir las variables, sus restricciones e identificar los parámetros del modelo. Sistemas de información,
4. Determinar la dinámica del sistema. Se utilizará simulación.
5. Determinar el modelo diseñado. Se realizará una síntesis de la información.

FASE III. Simulación y/o Optimización.

1. Actividades
2. Identificar el modelo.
3. Identificar (si existen), las técnicas y algoritmos asociados al modelo.
4. Buscar el software correspondiente y/o generarlo en un lenguaje adecuado.
5. Utilizar una computadora conveniente que esté de acuerdo al tamaño del problema a resolver.
6. Alimentar los datos del modelo al programa y ejecutarlo hasta obtener la solución (soluciones) del modelo.
7. Utilizar simulación
8. Interpretar los resultados de la solución del modelo, confrontándolos con la problemática y objetivos del sistema.

FASE IV. Evaluación.

1. Efectuar un análisis general de la solución y/o soluciones del modelo
2. Determinar los intervalos de control de los parámetros y datos de entrada.
3. Elegir la alternativa que da la solución que mejor se ajusta a los objetivos del sistema u organización.



GRÁFICA 0.1 Metodología para la elaboración de tesis de maestría
(Fuente: Efraín Martínez Ortiz, 2006)

DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

Objetivo General

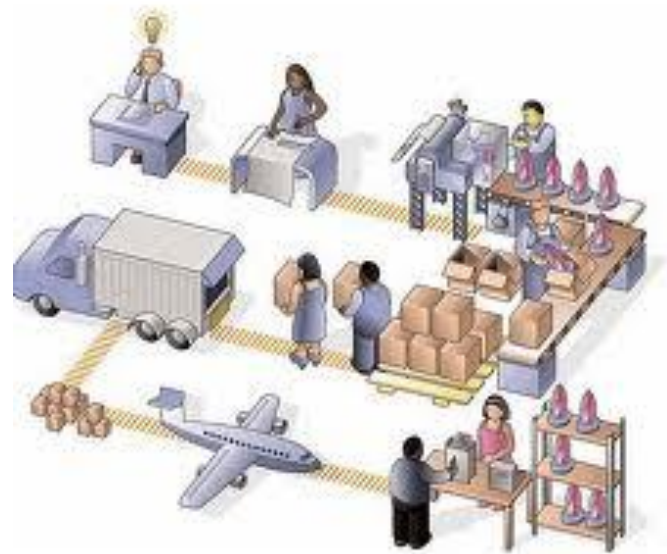
Diseñar un modelo logístico para el proceso de transportación de mercancías en la República Mexicana.

Objetivos Específicos

1. Integrar las técnicas investigadas para la obtención del modelo logístico
2. Seleccionar un método para el prorrateo de costos de transportación en viajes consolidados.
3. Realizar el pronóstico del plan de embarque semanal para el caso de estudio.

CAPÍTULO I.

LOGÍSTICA



1.1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS

Un sistema es una reunión o conjunto de elementos relacionándose en una forma organizada; se caracterizan por los siguientes conceptos:

Elementos. Son los componentes de cada sistema, los cuales pueden ser a su vez subsistemas. Los elementos que entran son llamados entradas y los que lo dejan son salidas o resultados.

Proceso de conversión. Los elementos del sistema pueden cambiar de estado para ser elementos de salida. Los procesos de conversión generalmente agregan valor y utilidad a las entradas, al convertirse en salidas.

Entradas y recursos. La diferencia entre entradas y recursos es mínima, y depende sólo del punto de vista y circunstancia. En el proceso de conversión, las entradas son generalmente los elementos sobre los cuales se aplican los recursos.

Salidas o resultados. Las salidas son los resultados del proceso de conversión del sistema y cuentan con resultados exitosos o beneficiosos.

El medio. Son todos aquellos sistemas sobre los cuales el que toma decisiones no tiene control.

Metas y Objetivos. La definición de metas y objetivos es de suprema importancia para el diseño de sistemas. En la medida en que se disminuye el grado de abstracción, los enunciados de propósito serán definidos y operados. Las medidas de eficacia regulan el grado en que se satisfacen los objetivos de los procesos. Éstas representan el valor de los atributos de sistemas.

Estructura. Ésta idea tiene que ver con las relaciones que mantienen los elementos del conjunto. La estructura puede ser simple o compleja, dependiendo del número y tipo de vínculos entre las partes del sistema.

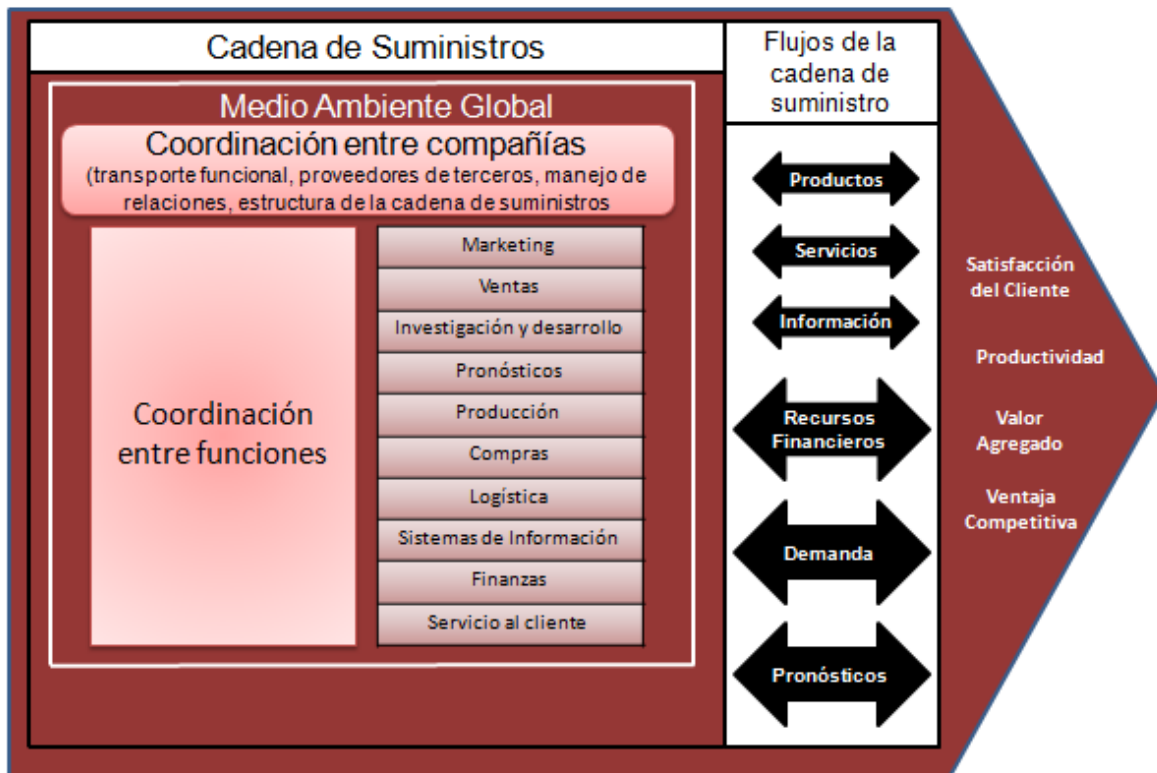
Estado y Flujos. Es usual distinguir entre estados y flujos de sistemas. El estado se define por las propiedades que muestran sus elementos en un conjunto en el tiempo. La condición de un sistema está dada por el valor de los atributos que lo caracterizan. Los cambios de un estado a otro por los que pasan los elementos propician surgimiento a los flujos, los cuales se definen en términos de tasas de cambio del valor de los atributos. La conducta puede interpretarse como variaciones en los estados de sistema sobre el tiempo.

Aplicando los conceptos anteriores el siguiente cuadro nos muestra algunos ejemplos de sistemas en la Logística.



GRÁFICA 1.1 Ejemplo de sistemas logísticos (Fuente: *Elaboración Propia, 2011*)

La cadena de suministros en un conjunto de sistemas funcionales (transporte, control de inventarios, almacenaje, servicio al cliente, etc.) que se relacionan varias veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. La gráfica 1.2 ejemplifica la dirección de la cadena de suministro su la relación entre los componentes, jerarquía, elementos, resultados y medio del sistema, el cual es el punto de partida de este trabajo de investigación.



GRÁFICA 1.2 Modelo de dirección de la cadena de suministros.
(Fuente: Mentzer, "Defining Supply Chain Management", 2001)

1.2 EVOLUCIÓN DE LA LOGÍSTICA DESDE EL PRINCIPIO DE LA HUMANIDAD HASTA NUESTROS TIEMPOS

Prácticamente desde el inicio de la historia de la humanidad, los productos que las personas necesitan, o desean, por lo general no se producen en el lugar que se requiere consumir. La comida y otros productos existían en abundancia sólo en determinadas épocas del año y lugares del mundo. Se tuvo que optar por consumir los productos en el lugar donde se encontraban o transportarlos a un lugar determinado y almacenarlos allí para uso posterior. Como no existía un sistema desarrollado de transporte y almacenamiento, el movimiento de los productos se limitaba a lo que una persona podía trasladar, y guardar solamente en un período corto. Este sistema de transporte y almacenamiento obligaba a las personas a vivir cerca de los lugares de producción y a consumir una gama bastante pequeña de productos o servicios.

Los primeros intermediarios de mercancías fueron comerciantes que transportaban productos de valor por las rutas de caravanas del mundo Mediterráneo a través del mar.

Cerca del año 1500 a.C., los fenicios desarrollaron un activo comercio marítimo. Los productos objeto de comercio en esta época eran principalmente artículos de lujo: marfil, maderas preciosas, vino, aceite, lino y artículos de metal.

El comercio era el alma de la economía ateniense. Aunque muchos productores vendían directamente al consumidor, un número creciente de ellos necesitaban del intercambio del mercado, cuya función era comprar y almacenar mercancías hasta que el consumidor estuviera dispuesto a comprarlas.

Como consecuencia de la conquista de Grecia, el centro del comercio pasó a Roma, en donde aparecen los vendedores ambulantes que pregonan a través de los campos de todas las mercancías, los mercados diarios y las ferias periódicas.

En el puerto o cerca de él, había mayoristas que vendían a minoristas o a consumidores, artículos que llegaban del extranjero; a veces el dueño o capitán de una nave vendía su cargamento directamente desde la cubierta.

En las Islas Británicas, durante el primer periodo medieval, la economía anglosajona se basaba en la agricultura y cada grupo familiar o aldea señorial dependía casi por completo de su propia producción. Pocos productos se obtenían del exterior: sal, fierro, piedras de molino y brea.

Durante la última parte del periodo anglosajón se desarrollaron los mercados y las ferias. Los mercados eran lugares de reunión en donde la gente comerciaba bajo la producción de la iglesia o de un señor feudal. La feria tuvo comienzo en un festival religioso y se convirtió en un acontecimiento anual de tal vez varios días de duración, centrado en el día de un santo particular.

Los conceptos fundamentales del comercio medieval fueron: la limitación del comercio a mercados establecidos y el comercio directo entre producto y usuario. En esta etapa existen: el vendedor ambulante, el pequeño tendero que tenía una tienda regular en la ciudad, en la que exhibía sus artículos, el mercader que tenía su almacén, el cual abastecía a los comerciantes en pequeño y que compraba considerables cantidades de artículos en las ferias locales y de todas partes.

Hacia fines de la Edad Media se desarrollan los comerciantes que sólo vendían, al mayoreo, y encontramos igualmente los comienzos del comisionista. Éstos se especializaban en artículos de primera necesidad.

Los negocios eran de naturaleza general y variada. De granjeros, artesanos, negociantes y pescadores, se obtenían por trueque, artículos tales como estufas, toneles, trigo, oporto, pescado y pieles. Se mandaba a las Indias Occidentales o Inglaterra y conseguía a cambio plomo, municiones, pólvora, azúcar, licores y telas.

Con el paso del tiempo la actividad que va de la fabricación de productos hasta su distribución a los consumidores finales toma gran relevancia y se origina la logística cuyo término proviene del campo militar, relacionado hoy en día con la adquisición y suministro de materiales requeridos para cumplir una misión aplicada a la actividad empresarial, este término se remontan a la década de los cincuenta. De hecho en la segunda guerra mundial Dantzig y su grupo utilizan este concepto, durante toda la guerra para la distribución de la tropa, armamento, alimentación, combustible, etc. (*Ballou, 2004*)

Una vez concluida la segunda guerra mundial, la demanda creció en los países industrializados y la capacidad de distribución era inferior a la de venta y producción. Esto ocasionó la proliferación de los productos en los departamentos de mercadeo, que optaron por vender cualquier artículo en cualquier lugar posible.

La alta gerencia, consiente que la distribución física tenía que ser eficiente y representar rentabilidad en lugar de gastos, comenzó a probar modificaciones sustanciales en los sistemas de distribución y ésta comenzó a tener identidad propia dentro de la estructura de la organización. Así se dan los orígenes de la logística en los que el departamento de distribución controlaba el almacenamiento, el transporte y en parte el manejo de pedidos

A pesar de que la logística siempre es una parte esencial en cualquier actividad económica, en las últimas décadas se ha sentido un vivo interés por el desarrollo de la misma, al punto de que un número creciente de empresas la están adoptando como herramienta gerencial en vista de los resultados positivos que arroja la aplicación.

A mediados de los sesenta, los empresarios comenzaron a comprender que la reducción de inventarios y cuentas por cobrar aumentaba el flujo de caja y vieron que la rentabilidad podía mejorar si se planeaban correctamente las operaciones de distribución. A finales de esta misma década, aparece el concepto de gestión de materiales, desarrollado a partir de una situación de escasez y discontinuidad de los suministros, pero cuyo fin era el mismo: proporcionar un determinado nivel de servicio con un costo social mínimo. Este período que va hasta 1979 se conoce como el de la "madurez" de la logística, porque la empresa se concientiza de la importancia de ella.

A partir de 1980, se consolida la logística como consecuencia de la incertidumbre generada por la recesión económica. Se hace indispensable una gerencia de todo el proceso de distribución. A pesar de todo, existen hoy día aún organizaciones que no se han concientizado de la imperiosa necesidad de contar con la gerencia logística y el departamento de distribución.

En la década de los 90, la logística es de las actividades que más utiliza los adelantos tecnológicos en áreas como la electrónica, la informática y la mecánica, manejo de almacén, surtido de pedidos por radiofrecuencia, control de inventarios a través de un Sistema de Administración de Almacenaje más conocido por sus

siglas en inglés WMS, estos avances han simplificado la administración de la cadena de abastecimiento ya que facilitan el uso del intercambio electrónico de documentos, las transacciones financieras y contables, la identificación de los productos y servicios a través del código de barras, ubicación vía satélite del transporte.

La administración de la cadena de suministros es un término que ha surgido en los últimos años y que encierra la esencia de la logística integrada; incluso, va más allá de eso. El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de marketing, producción en una empresa, proveedores, ventas, calidad, servicio al cliente, las relaciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto. Las oportunidades para mejorar el costo o el servicio al cliente se alcanzan mediante la coordinación y la colaboración entre los miembros de los canales del flujo, donde tal vez algunas actividades esenciales de la cadena de suministros no estén bajo control directo del gerente de logística.

Hoy en día, las empresas al menudeo están logrando éxito al compartir información con sus proveedores, los cuales, a cambio, están de acuerdo en mantener y administrar los inventarios en los anaqueles de los minoristas. Los inventarios de los canales del flujo y de los productos agotados son mejores. Las empresas de manufactura que operan bajo un programa de producción a tiempo mantienen relaciones con los proveedores para beneficio de ambas compañías mediante la reducción de inventarios.

La administración de la cadena de suministros abarca todas las actividades relacionada con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados.

1.3 CONCEPTUALIZACIÓN E INSTITUCIONES

Como se mencionó anteriormente la logística tiene su origen en el ámbito de la ingeniería militar que se ocupa de la organización del movimiento de las tropas en campaña, su alojamiento, transporte y avituallamiento. El Barón de Jomini, teórico militar que sirvió en el ejército de Napoleón I y del Zar de Rusia a principios del siglo XIX, elevó la logística al rango de las tres ramas principales del *Arte de la Guerra* junto a la estrategia y la táctica, según estableció en 1838 en su obra *Précis de l'Art de la Guerre: Des Principales Combinaisons de la Stratégie, de la Grande Tactique et de la Politique Militaire*.

Tras la Segunda Guerra Mundial, los profesionales que habían gestionado la logística militar se incorporaron al mundo empresarial y las técnicas logísticas evolucionaron rápidamente.

El Consejo de Dirección Logística, que es la organización profesional de gerentes de logística, docentes y profesionales que se formó en 1962 con el propósito de continuar la educación y fomentar el intercambio de ideas. Define la logística en el ámbito empresarial de la siguiente forma:

La logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

The Council of Supply Chain Management Professionals (CSCMP) define a la logística de la siguiente forma:

Proceso de planear, implantar y controlar procedimientos para la transportación y almacenaje eficientes y efectivos de bienes, servicios e información relacionada, del punto de origen al punto de consumo con el propósito de conformarse a los requerimientos del cliente.

También define "Cadena de Abasto o suministro" como:

La Cadena de Abasto eslabona a muchas compañías, iniciando con materias primas no procesadas y terminando con el consumidor final utilizando los productos terminados. Todos los proveedores de bienes y servicios y todos los clientes están eslabonados por la demanda de los consumidores de productos terminados al igual que los intercambios materiales e informáticos en el proceso logístico, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final.

1.4 COMPONENTES

Existen varias actividades funcionales dentro de la logística que se relacionan entre sí, y se repiten en varias ocasiones a lo largo del proceso que inicia desde la procuración de materias primas hasta la entrega al cliente final del producto terminado. Esto ocurre principalmente porque las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares; incluso puede llegar también cuando el consumidor regresa el producto por algún defecto o falla de origen y se produce la logística inversa.

Los componentes de un sistema típico de logística son: servicio al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, apoyo de partes y servicios,

selección de la ubicación de fabricas y almacenamiento (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de mercancías (desechos) y desperdicios, tráfico y transporte, almacenamiento y provisión. (Carlsson & Ljungberg, 2001)

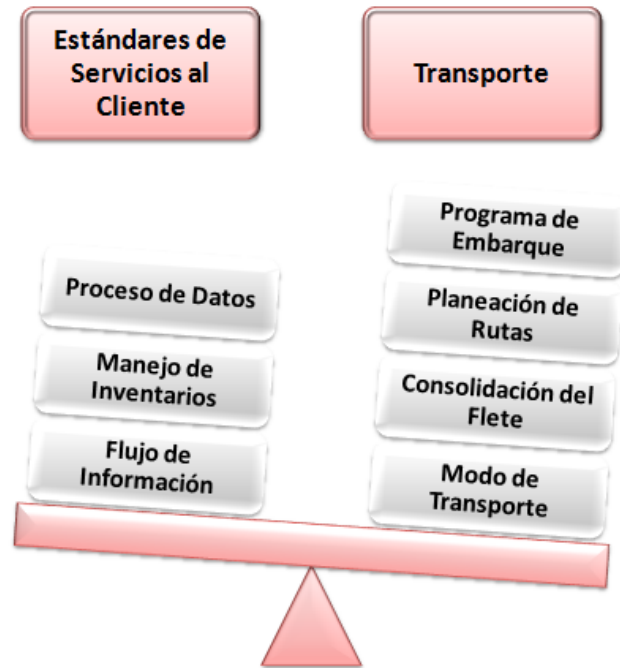
Podemos jerarquizar los componentes de la siguiente forma:

Actividades de Apoyo: Se caracterizan por el alto grado de control que se puede llegar a tener, y sus costos en una buena medida se conocen y son fijos durante un período de tiempo.



GRÁFICA 1.3 Actividades de apoyo de un sistema logístico
(Fuente: Elaboración Propia, 2011)

Actividades Clave: Están en la curva "crítica" dentro del canal de distribución física inmediata de una empresa, son las que más contribuyen al costo total de la logística y son esenciales para la coordinación efectiva para completar la tarea.



GRÁFICA 1.4 Actividades clave de un sistema logístico
(Fuente: *Elaboración Propia, 2011*)

El transporte y el mantenimiento de inventarios son las actividades logísticas que principalmente absorben costos. La experiencia ha demostrado que cada una de ellas representará del 50% al 66% de los costos logísticos totales. El transporte añade valor de lugar a los productos y servicios, en tanto que el mantenimiento de inventarios les añade valor de tiempo (*Ballou, 2004*).

El transporte es esencial porque ninguna empresa moderna puede operar sin el movimiento de sus materias primas o de sus productos terminados. Esta importancia es subrayada por la tensión financiera que sufren muchas empresas por desastres, como una huelga nacional de transporte ferroviario o porque los transportistas independientes se nieguen a mover los bienes por disputas de tarifas, o como ocurre en México en temporadas altas donde hay escases de vehículos. En estas circunstancias, no puede darse servicio a los mercados y los productos retornan en forma logística directa por deterioro o por volverse obsoletos.

1.5 IMPORTANCIA DE LA LOGÍSTICA Y DE LA CADENA DE SUMINISTRO

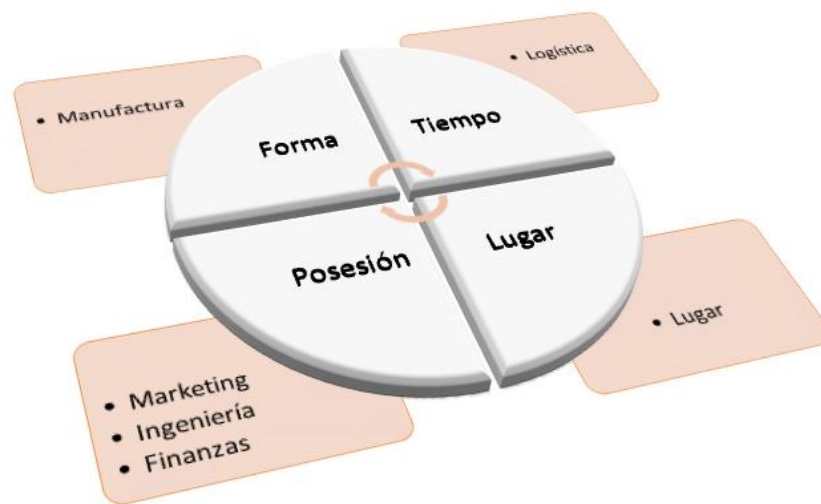
La logística gira en torno a crear valor tanto para los clientes y proveedores de la empresa, como para los accionistas de la empresa. El valor en la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos y servicios no tienen utilidad al menos que estén en posesión de los clientes cuándo (tiempo) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos.

Por años, se han llevado a cabo diferentes estudios para determinar los costos de la logística para la economía en general y para las empresas en particular. Hay estimaciones ampliamente discrepantes de los niveles de costos. El promedio de los fondos logísticos es alrededor de 12%, (*FMI, 2008*); sobre el tema de costos logísticos Robert Delaney ha investigado por más de dos décadas. Para una empresa, los gastos de logística se han extendido de 4% hasta más de 30% del volumen de sus ventas. El valor se añade minimizando estos costos y pasando los beneficios a los consumidores y a los accionistas de la empresa.

La internacionalización de las industrias dependerá en gran medida del desempeño y precio logístico, en la medida en que las compañías vayan alcanzando una visión a nivel mundial en sus operaciones. Cuando esto ocurra, la logística alcanzará creciente importancia dentro de la empresa, ya que sus costos, en especial los de transporte, llegarán a ser una parte mayoritaria de la estructura de gasto total.

Las empresas gastan mucho tiempo buscando la manera de diferenciar sus productos de los de sus competidores. Cuando la administración reconoce que la logística y la cadena de suministros afectan a una parte importante de los costos de una empresa y que el resultado de las decisiones que toma en relación con los procesos de la cadena de suministros reditúa en diferentes niveles de servicio al cliente, está en posición de usar esto de manera efectiva para penetrar nuevos mercados, para incrementar la cuota de mercado y para aumentar los beneficios. Una buena dirección de la cadena de suministros puede no solo reducir costos, sino también generar ventas.

Por lo general se reconoce que el negocio crea cuatro tipos de valor en los productos o en los bienes. Estos son: forma, tiempo, lugar y posesión. La logística crea dos de esos cuatro valores. La manufactura crea valor de forma cuando el dinero gastado se convierte en producción. La logística crea valores de tiempo y lugar. El valor de posesión a menudo es considerado como la responsabilidad del marketing, la ingeniería y las finanzas, donde el valor se crea ayudando a los clientes a adquirir el producto mediante mecanismos como la publicidad (información), el apoyo técnico y los términos de venta.



GRÁFICA 1.5 Valor en los productos o bienes
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

El gerente de logística de los negocios busca alcanzar los objetivos del proceso del canal de suministro que llevará a la empresa hacia sus objetivos generales. El deseo es desarrollar una mezcla de actividades de logística que redundará en el mayor rendimiento sobre la inversión posible con el tiempo.

El trabajo de la dirección puede ser considerado como la realización de tareas de planear, organizar y controlar para lograr los objetivos de la empresa. Planear se refiere a decidir sobre los objetivos, y controlar se refiere a medir el desempeño de la compañía y tomar las acciones correctivas cuando dicho desempeño no esté en línea con los objetivos.

La planeación forma un triángulo importante de decisiones sobre localización, inventario y transporte; que repercuten en el servicio al cliente.

1.6 EL PAPEL DEL PRODUCTO EN LA LOGÍSTICA

El producto es el núcleo del enfoque en el diseño del sistema de logística, porque es el objeto de flujo en la cadena de suministros, y en su forma económica genera los ingresos de la empresa. Es esencial una clara comprensión de este elemento básico para formular buenos diseños de sistemas de logística, y es la razón para explorar las dimensiones básicas del producto al representarlo por sus características, empaque y precio como un elemento de servicio al cliente en el diseño de sistemas de logísticos.

Un producto es consecuencia o resultado de una actividad o proceso (Juran, 1989). El producto está compuesto de una parte física y de una parte intangible, que juntas conforman lo que se llama oferta total del producto de una empresa. La porción física del producto se compone de características como peso, volumen y forma, así como peculiaridades, desempeño y durabilidad. La parte intangible de la oferta del producto puede ser un apoyo después de la venta, la reputación de la compañía, la comunicación para suministrar una información correcta y a tiempo (por ejemplo, seguimiento del envío), flexibilidad para satisfacer las necesidades individuales de los clientes y posibilidad de recuperación para rectificar errores. La oferta total del producto de una compañía será una mezcla de las características físicas y de servicio (Carlsson & Ljungberg, 1995).

Los productos para el consumidor son aquellos que están dirigidos a los consumidores finales. Una clasificación de estos esta compuesta de tres partes: productos de conveniencia, productos de selección y productos especializados.

Los **productos de conveniencia** son aquellos bienes y servicios que los consumidores compran frecuente o inmediatamente y con poca compra comparativa. Los productos típicos son los servicios: de bancos, y muchos productos alimentarios. Estos productos en general requieren una amplia

distribución en muchas plazas o mercados, los costos de distribución por lo regular son altos. Los niveles de servicio al cliente, deben ser elevados para animar cualquier grado razonable de protección de los productos por parte de los clientes.

Los **productos de selección** son aquellos que los clientes están dispuestos a buscar y comprar, visitan muchos establecimientos antes de comprar, comparan precios, calidad y desempeño, y efectúan la compra sólo después de una cuidadosa deliberación. Los típicos productos de esta categoría son la ropa de alta moda, automóviles, muebles para el hogar y cuidado médico. A causa de la disponibilidad del cliente de ir de tienda en tienda, el número de puntos de venta está sustancialmente reducido en comparación con los bienes y servicios de convivencia. Un proveedor individual puede almacenar bienes u ofrecer servicios en sólo unos cuantos puntos de venta en un área determinada de mercado. Los costos de distribución para tales proveedores son algo más bajos que los de los productos de convivencia, y la distribución del producto no necesita ser tan amplia.

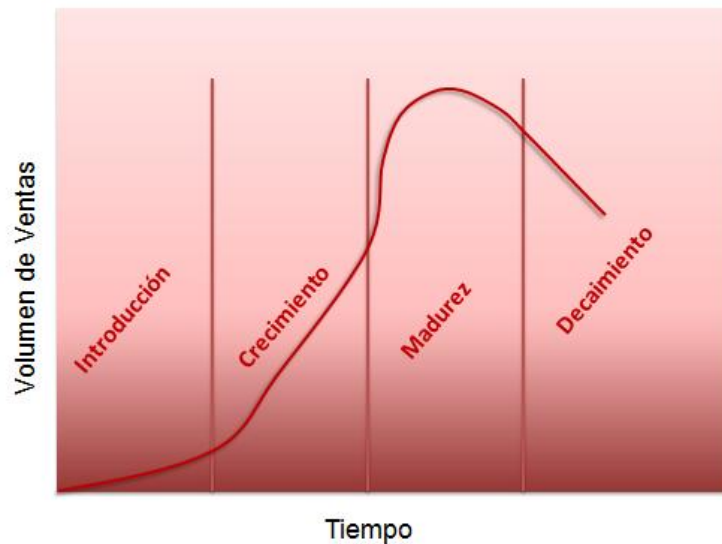
Los **productos especializados** son aquellos por los que los compradores están dispuestos a hacer un esfuerzo sustancial y a menudo esperar bastante tiempo para adquirirlos; los ejemplos abarcan desde la comida gourmet hasta automóviles bajo pedido, o servicio como consultoría administrativa.

Debido a que los compradores insisten en comprar determinadas marcas en particular, la distribución está centralizada y los niveles de servicio al cliente no son tan altos como los de los productos de conveniencia y comerciales. Los costos de distribución física pueden ser los más bajos de cualquier categoría de productos. Por ello, muchas empresas intentarán crear una preferencia de marca para su línea de productos.

Los **bienes y servicios industriales** son aquellos que están dirigidos a individuos u organizaciones que los usan para producir otros bienes o servicios

diferentes a la de los productos para el consumidor. Debido a que los vendedores, no sería relevante una clasificación basados en los patrones de compra.

Los productos no generan su volumen. Es característico que con el tiempo los productos sigan un patrón de volumen de ventas, atravesando cuatro etapas: introducción crecimiento, madurez y decaimiento. La estrategia de distribución física difiere para cada etapa.



GRÁFICA 1.6 Curva generalizada para el ciclo de vida del producto
(Fuente: Ronald H. Ballou, 2004)

El fenómeno de ciclo de vida de un producto tiene gran influencia en la estrategia de distribución. Las características más importantes del producto que influyen en la estrategia de la logística son los atributos de peso, volumen, valor, si son perecederos o no, inflamabilidad. Son una indicación de los requerimientos de almacenamiento, inventarios, transporte, manejo de materiales y procesamiento de pedido. Estos atributos pueden comentarse mejor si lo agrupamos en cuatro categorías: relación peso-volumen, valor-peso, sustituibles y características de riesgo.

Relación peso-volumen. Los costos de transporte y almacenamiento están directamente relacionados con ellos. Los productos que son densos, es decir, los que tienen una alta relación peso-volumen (por ejemplo, acero laminado,

materiales de impresión y comida envasada), muestran una buena utilización del equipo de transporte y de las instalaciones de almacenamiento, la tendencia de los gastos de ambos es hacia abajo. Sin embargo, para productos con baja densidad (por ejemplo, pelotas de playa infladas, botes, bolsas de patatas fritas y pantallas para lámparas), la capacidad de volumen del equipo de transporte está totalmente saturada antes de que se alcance el límite de peso que pueda transportar. Los costos de manejo de espacio, que se basan en el peso, tienden a ser altos en relación con el precio de venta del producto.

Relación valor-peso. Los productos que tienen bajas relaciones de valor-peso también tienen bajos costos de almacenamiento pero altos costos de movimiento como porcentaje de su precio de venta. El costo de transporte, por otra parte está estabilizado con el peso. Cuando el valor del producto es bajo, los costos de transporte representan una alta proporción del precio de venta.

Los productos con alta relación valor-peso muestran el patrón de gastos altos de almacenamiento y más bajos de transporte. Esto resulta en una curva de costos logísticos totales con forma de U, en consecuencia las empresas que tratan con productos de baja relación valor-peso frecuentemente intentan negociar tarifas de transporte más favorables (las tarifas por lo general son más bajas para las materias primas que para los productos terminados del mismo peso). Si el producto tiene alta relación valor-peso, una reacción típica es minimizar la cantidad de inventario mantenido. Por supuesto, algunas empresas intentan ajustar una relación contraria valor-peso cambiando los procedimientos de contabilidad para alterar el valor o cambiando los requerimientos del embalaje para alterar el peso.

Sustituibles. Cuando los clientes encuentran poca o ninguna diferencia entre el producto de una empresa y los de los proveedores de la competencia se dice que son altamente sustituibles. Ocurre que el cliente está muy dispuesto a tomar una marca de segunda opción cuando la primera no está disponible de inmediato. Muchos productos alimenticios y farmacéuticos tienen esta característica en un alto grado. Los proveedores gastan grandes sumas de dinero

intentando convencer a los clientes de que dichos productos genéricos, como pastillas de aspirina y jabones para la ropa, no son todos iguales. Los gerentes de distribución intentan suministrar una disponibilidad del producto a un nivel tal que los clientes no tengan que considerar otro producto sustituto.

La infidelidad a los productos puede verse en términos de ventas perdidas para el proveedor. La posibilidad de elegir otro producto por lo general significa una oportunidad mayor para que un cliente pueda seleccionar un bien de la competencia, lo que resulta en una venta pérdida para el proveedor.

Características de riesgo. Las características de riesgo del producto se refieren a aspectos como si son perecederos o no, si son inflamables o no, el valor, la tendencia a explotar y la facilidad de ser robados. Cuando un producto muestra alto riesgo en uno o más de estos aspectos, simplemente fuerza a ciertas restricciones en el sistema de distribución. Tanto los costos de transporte como los de almacenamiento son más altos en pesos absolutos y como porcentaje del precio de venta.

Tómese en cuenta productos como bolígrafos, relojes o cigarrillos, que tiene un alto riesgo de ser robados. Se debe tener cuidado especial en el manejo y transporte. Dentro de los almacenes, se fijan enrejados especiales y áreas cerradas con llave para manejar éstos y otros artículos similares. Los productos altamente perecederos requieren almacenamiento y transporte refrigerado, los bienes con tendencia a contaminar a otros, las llantas de automóviles, no pueden ser almacenados cerca de productos frescos comestibles. Ya sea en transporte, almacenamiento o embalaje, el tratamiento especial aumenta el costo de distribución. (*Ballou, 2004*)

Embalaje del producto

Con la excepción de un número limitado de artículos, como materias primas a granel, automóviles y muebles, la mayor parte de los productos se distribuyen en

algún tipo de embalaje. Hay un buen número de razones por las que se incurre en el gasto de empaque, las cuales pueden ser para:

- Facilitar el almacenamiento y el manejo.
- Promover una mejor utilización del equipo de transporte.
- Brindar protección al producto.
- Promover la venta del producto.
- Cambiar la densidad del producto.
- Facilitar el uso del producto.
- Proporcionar valor de reutilización para el cliente.

El embalaje es el que tiene la forma, volumen y peso. El producto puede no tener las mismas características. El punto es que si sacáramos un aparato de televisión de su empaque de cartón y lo reemplazáramos por un equipo para prueba de golpes (como se hace con frecuencia para probar el daño durante el manejo rudo), el gerente de logística no trataría el envío de manera diferente (suponiendo que no conociera que se hubiera efectuado el cambio). El empaque da un conjunto de características modificadas al producto.

Fijación del precio del producto

Además de la calidad y el servicio, el precio también representa el producto para el cliente. Aunque por lo general el área encargada de la logística no es directamente responsable de fijar la política de precios, tiene influencia en estas decisiones. Esto es porque el costo del producto con frecuencia tiene relación con la geografía y porque los precios a menudo están sujetos a estructuras de transporte.

La fijación del valor de los productos es un problema complejo de toma de decisiones que implica teoría de la economía, teoría del comportamiento y teoría de la competencia, entre otros. La discusión aquí está limitada a métodos de tarificación de montos relacionados geográficamente y que incluyan los gastos generados por la logística.

Métodos geográficos de fijación de precios

Los clientes no están concentrados en un único punto para la mayoría de los proveedores, sino que en general se hallan por amplias zonas. Esto significa que el costo total de distribuirles los productos varía con su ubicación.

Las grandes compañías pueden tener clientes por cientos de miles. Administrar precios separados llegaría ser excesivamente pesado así como costoso. La opción de un método de fijación de precios depende en parte de equilibrar la estructura de los costos con gastos administrativos. Hay un número limitado de categorías que definen la mayor parte de los métodos de fijación geográfica de precios.

CAPÍTULO II.
SISTEMA
DE
TRANSPORTE



La transportación de los productos terminados generalmente representa el elemento individual más importante en los gastos de logística para la mayoría de las empresas. El movimiento de carga absorbe entre uno y dos tercios de los costos totales de logística (*Ballou, 2004*).

En este capítulo se desarrollan los temas de los medios de transportación existentes, los métodos de tarificación, y se enfatiza el contexto del autotransporte en México subrayando la complejidad que existe en esta industria debido al papel que juegan las pequeñas empresas así como los denominados hombres-camión.

Un sistema eficiente y económico de transporte contribuye a una mayor competencia en el mercado, a mayores economías de escala en la producción y reducción de precios en bienes. Con un sistema de transporte poco desarrollado, la amplitud del mercado se limita a áreas cercanas del punto de producción.

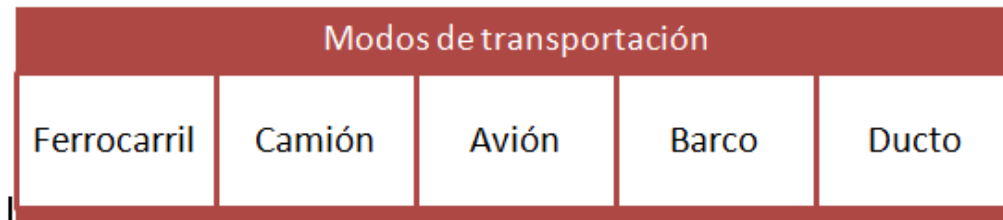
Además de impulsar la competencia directa, el transporte de bajo costo y de alta calidad también impulsa de manera indirecta de competencia al hacer que los bienes estén disponibles en un mercado que normalmente no podría solventar el costo de transportación.

En muchos mercados, las frutas y verduras frescas y otros productos perecederos están disponibles sólo en ciertas temporadas; no obstante, muchos de esos productos están todo el año en algún lugar del mundo.

La transportación de bajos costos también contribuye a que los gastos de producción se reduzcan. Esto ocurre no solo debido a la competencia creciente del mercado, sino también porque el transporte es un componente del costo junto con la producción, las ventas y otros importes de distribución que componen el costo agregado del producto. Al volverse más eficiente la transportación, igual que al ofrecer un buen desempeño, la sociedad se ve beneficiada con un mayor nivel de vida.

2.1 MODOS DE TRANSPORTACIÓN

El usuario de transporte tiene una amplia gama de servicios a su disposición que giran alrededor de cinco modalidades: marítimo, ferroviario, por camión, aéreo y por ductos. Un servicio de traslado es un conjunto de características de desempeño que se adquieren a un determinado precio. La variedad de servicios de transportación es casi ilimitada.



GRÁFICA 2.1. Modos de transporte (Fuente: elaboración propia, 2011)

Las cinco modalidades se pueden usar combinadas y se pueden utilizar agencias de transportación, asociaciones de expedidores y corredores para facilitar estos servicios; los transportistas de envíos pequeños pueden usarse por su eficiencia en el manejo de paquetes pequeños; utilizar de manera exclusiva un solo modo de transportación. La tarea de elección del servicio no es tan intimidante como parece en un principio, debido a que las circunstancias que rodean una situación particular de envío muchas veces reducen las opciones sólo a unas pocas posibilidades razonables.

Como auxilio en la resolución del problema de elección del servicio de transportación, éste debe ser visto en términos de características básicas para todos los servicios, como: precio, tiempo de tránsito promedio, variación del tiempo de tránsito, pérdidas y daños.

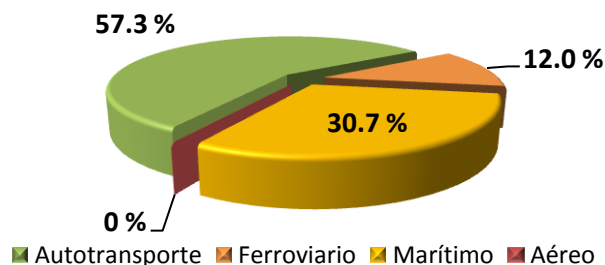
Estos factores parecen ser lo más importantes para los responsables de la toma de decisiones, como lo han revelado numerosos estudios al paso de los años.

El costo del servicio de transporte para un consignatario será simplemente la tarifa cargada por el desplazamiento de bienes y cualquier cargo accesorio o terminal se pagará por servicio adicional proporcionado. En el caso de servicio por contrato, la tarifa cargada será para el desplazamiento de bienes entre dos puntos más cualquier cargo adicional, como recoger la mercancía en el origen, la entrega en el destino, el seguro o la preparación de bienes por el envío, maniobras de carga y descarga, transbordos, estadías, constituirán el costo total de servicio.

Cuando el consignatario es dueño del servicio (por ejemplo, una flota de camiones), el costo del servicio será una asignación de los gastos relevantes a un envío particular. Este importe incluyen rubros como combustible, mano de obra, mantenimiento, depreciación del equipo y costos administrativos. El precio del servicio varía de manera importante de un tipo de servicio de transporte a otro.

Cada uno de los cinco modos básicos de transporte ofrece sus servicios en forma directa al usuario. Esto contrasta con el uso de un “Intermediario de Transportación”, quien vende servicios de transportación pero por lo general no posee capacidad de desplazamiento de transporte de línea.

La siguiente tabla presenta la movilización de carga por tipo de transporte en la República Mexicana.



GRÁFICA 2.2 Movilización de carga por tipo de transporte
(Fuente: SCT, 2011)

A continuación se describirá brevemente los modos de transportación.

Ferrocarril. El ferrocarril es una empresa de transporte de larga distancia y baja velocidad para materias primas (carbón, madera y químicos) y productos manufacturados de bajo valor (productos alimentarios, de papel y madera) que prefiere desplazar tamaños de envío de al menos un vagón completo.

El servicio ferroviario de transportista común de línea es principalmente de vagón; casi todos los transportes ferroviarios actualmente se desplazan en cantidades de vehículos llenos, reflejo de la tendencia hacia el movimiento de volumen. Se están utilizando mayores carros de carga con capacidad promedio de 83 toneladas, y trenes de una sola mercancía. Los trenes ofrecen servicios especiales al consignatario, que van desde el desplazamiento de mercancía al por mayor, como carbón, granos, hasta carros especiales para productos refrigerados y automóviles nuevos que requieren equipo especial.

Camión. El transporte por camión es un servicio para productos semi-terminados y terminados. Las ventajas inherentes del transporte por camión son su servicio puerta a puerta, que implica que no hay carga o descarga entre el origen y el destino, como sucede por lo general para la modalidades por ferrocarril y avión; su frecuencia y disponibilidad de servicio; su velocidad y conveniencia de puerta en puerta. Los servicios de camión y tren muestran algunas diferencias distintivas, aunque compiten por muchos de los mismos envíos de productos.

Los camiones pueden ser menos capaces de manejar todos los tipos de carga en comparación con el tren; principalmente, debido a las restricciones de seguridad de las autopistas, que limitan las dimensiones y peso de los envíos. La mayor parte de los envíos deben ser menores que el popular camión de carga de 40 a 53 pies; (a menos que tenga una base doble o triple), y menos de 8 pies (2.5 m) de amplitud y 8 pies de altura para asegurar visibilidad de carretera.

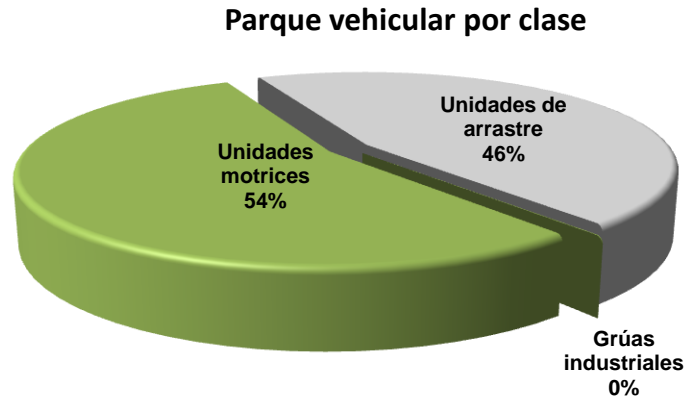
Los camiones de carga ofrecen entregas de rapidez razonable y entrega confiable para envíos. El camionero necesita llenar sólo un tráiler antes de desplazar el

envío, en tanto que el ferrocarril debe preocuparse de llenar un tren de 50 carros o más. El balance, el camión tiene la ventaja de servicio en el mercado de envíos pequeños.

En México de acuerdo a cifras del 2009 de la Estadística Básica del Autotransporte de Carga (SCT, 2009), se encuentra distribuido de la siguiente forma el autotransporte de carga:

Vehículo	Total nacional	%
Unidades motrices	331,686	54.3
Camión de dos ejes	64,463	
Camión de tres ejes	60,543	
Camión de cuatro ejes	10	
Tractocamión de dos ejes	1,867	
Tractocamión de tres ejes	204,403	
Otros	400	
Unidades de arrastre	278,133	45.6
Semirremolque de un eje	2,042	
Semirremolque de dos ejes	210,190	
Semirremolque de tres ejes	62,563	
Semirremolque de cuatro ejes	206	
Semirremolque de cinco ejes	21	
Semirremolque de seis ejes	49	
Remolque de dos ejes	2,337	
Remolque de tres ejes	621	
Remolque de cuatro ejes	91	
Remolque de cinco ejes	2	
Remolque de seis ejes	11	
Grúas industriales	329	0.1
Total	610,148	100.0

TABLA 2.1 Parque vehicular por clase de vehículo (Fuente: SCT, 2009)



GRÁFICA 2.3 Distribución del parque vehicular (Fuente:SCT, 2009)

Avión. El transporte aéreo ha sido considerado por un mayor número de consignatarios para servicio regular, aunque sus tarifas exceden las del traslado por camión en más de doble, y las del ferrocarril por más de 16 veces. El atractivo en este medio es su rapidez origen-destino sin igual, en especial a través de largas distancias. La magnitud promedio de un transporte de carga es de 1, 611 km. Los aviones comerciales tienen velocidades de crucero.

La confiabilidad y disponibilidad del servicio aéreo puede ser clasificada como buena bajo condiciones de operación normales. La variabilidad del tiempo de entrega es baja en magnitud absoluta, aunque éste servicio es muy sensible a desperfectos mecánicos, condiciones atmosféricas, y congestión de tráfico. La variabilidad, cuando se compara con los tiempos promedio de entrega puede clasificar al transporte aéreo como uno de los modos menos confiables.

La capacidad de los servicios aéreos se ve limitada de manera importante por las dimensiones físicas del espacio de carga en la aeronave y por su capacidad de carga. Sin embargo, este problema se está solventando debido a que se están poniendo en servicio aeronaves más grandes.

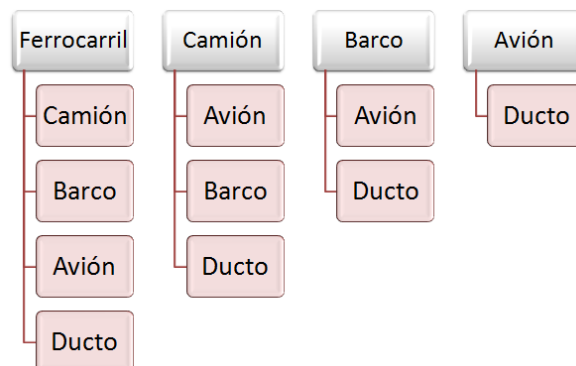
La transportación aérea tiene una ventaja clara en términos de pérdida y daños. La proporción de los costos de reclamaciones a los ingresos de carga fue sólo de 60% de aquellas por tren o camión. Se necesitan empaques menos

protectores para las cargas aéreas si el manejo por tierra no genera mayor exposición de daños que el de la fase de ruta del movimiento y si el robo aeroportuario no es excesivo

Barco. El servicio de transportación marítima está limitado en su alcance por muchas razones. El servicio de aguas nacionales se confina al sistema de caminos acuíferos en tierra, el cual requiere que los consignatarios estén ubicados sobre los caminos acuíferos o utilicen otro modo de transporte en combinación con éste. Además, el servicio marítimo es en promedio más lento que el ferrocarril.

Los costos por pérdidas y daños que resultan de la transportación por aguas se consideran bajos en relación con otras modalidades, debido a que el daño no preocupa tanto para cargas de productos de bajo valor y de granel, y las pérdidas debido a retrasos no son graves.

Servicios intermodales. En años más recientes ha incrementado en el envío de productos utilizando más de una modalidad de transportación en el proceso. La característica más importante del servicio intermodal es el intercambio libre de equipo entre las modalidades. Un avión, o un vagón de tren puede transportarse en un transbordador marítimo. Hay diez combinaciones posibles de servicio intermodal:



GRÁFICA 2.4 Combinaciones posibles de servicios intermodal
(Fuente: Elaboración propia, 2011)

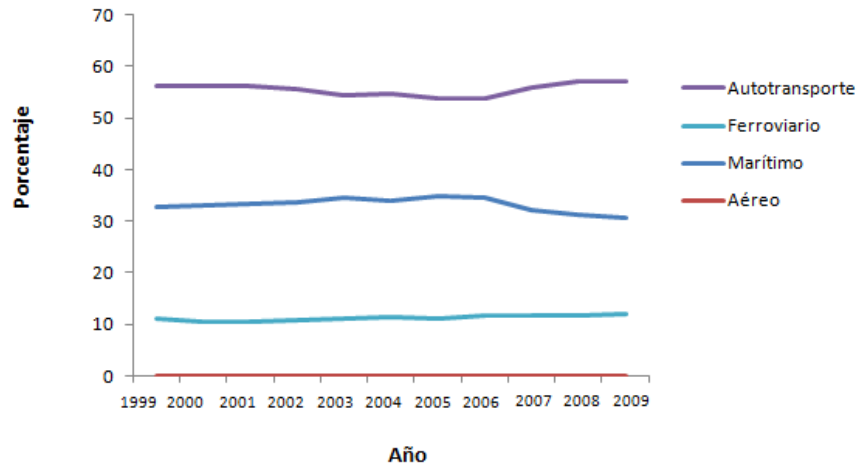
No todas estas combinaciones son prácticas, las combinaciones de camión-barco, denominadas fishback, ganan aceptación, en especial en el movimiento internacional de bienes de alto valor.

La siguiente gráfica muestra la serie historia de 1999 al 2009 en millones de toneladas de la movilización de carga por modo de transporte en México.

	Modos de transporte				Total
	Autotransporte	Ferrovionario	Marítimo	Aéreo	
1999	395	77	231	0	703
%	56.1	11	32.9	0	100.0
2000	413	77	244	0	734
%	56.3	10.5	33.2	0	100.0
2001	409	76	244	0	729
%	56.1	10.4	33.5	0	100.0
2002	411	80	249	0	740
%	55.5	10.8	33.6	0	100.0
2003	416	85	265	0	766
%	54.3	11.1	34.6	0	100.0
2004	426	88	266	0	780
%	54.6	11.3	34.1	0	100.0
2005	436	90	283	0	809
%	53.9	11.1	35	0	100.0
2006	445	96	287	0	828
%	53.7	11.6	34.7	0	100.0
2007	474	100	273	0	847
%	56	11.8	32.2	0	100.0
2008	484	100	265	0	849
%	57.0	11.8	31.2	0	100.0
2009	450	95	241	0	786
%	57.3	12.0	30.7	0	100.0

TABLA 2.2 Parque vehicular por clase de vehículo (Fuente: SCT, 2009)

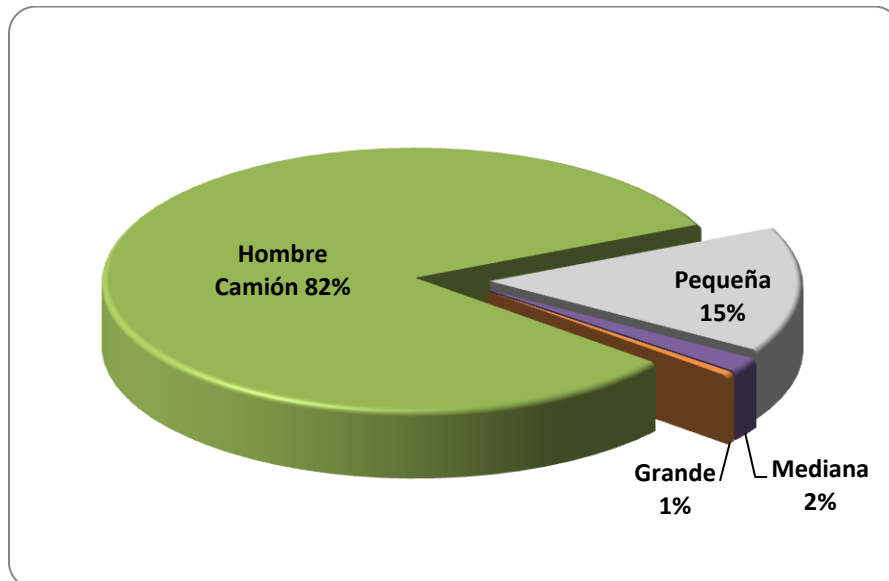
Movilización de carga por modo de transporte en México



GRÁFICA 2.5 Parque vehicular por clase de vehículo (Fuente: SCT, 2009)

2.2 AUTOTRANSPORTE DE CARGA EN MÉXICO

El modo de transporte más usado en México es el camión, la gráfica 2.3 nos muestra la estructura empresarial de las compañías del autotransporte de carga.



GRÁFICA 2.6 Estructura empresarial del autotransporte de carga (Fuente: SCT, 2009)

La clasificación anterior depende de la cantidad de unidades con las que cuenta la compañía transportista, el 82% son empresas conocidas hombre-camión que cuentan como máximo con 5 unidades, esto trae como consecuencia una compleja relación con las compañías que requieren estos servicios, debido a que requieren de varios proveedores para cubrir su programa de embarque. (SCT, 2009)

Respecto al sector industrial de transportistas, debe apuntarse que se trata de una de las sociedades mercantiles, que en mayor medida, demandan de una eficaz y organizada dirección y planeación, ya que en ellas intervienen un sinnúmero de aspectos, tales como los operativos, administrativos, jurídicos, fiscales, contables, de logística, etc., y de una auténtica labor empresarial, ya que de lo contrario fácilmente se producirá un negocio quebrantado.

La tabla 2.3 nos muestra la clasificación de las empresas transportistas de acuerdo a su capacidad instalada.

Estructura por tipo de empresa y estrato en unidades a nivel nacional

Tipo de empresa	Estrato en unidades	Número de empresas	%	Número de unidades	%
Hombre Camión	1 a 5	90,775	82.21	170,543	27.95
Pequeña	6 a 30	17,056	15.45	193,269	31.68
Mediana	31 a 100	2,012	1.82	103,774	17.01
Grande	más de 100	582	0.53	142,562	23.37
Total		110,425	100.0	610,148	100.0

TABLA 2.3 Estructura por tipo de empresa y estrato en unidades a nivel nacional
(Fuente: SCT, 2009)

Además de las previsiones comunes a las sociedades mercantiles, derivadas de la Ley General de Sociedades Mercantiles, tales como la emisión y registro de

acciones, administración y asambleas anuales, y las disposiciones fiscales y laborales, como son las contabilidades y enteros de impuestos, así como jornadas laborales, seguro social y prestaciones, este tipo de empresas deben observar para su funcionamiento toda una serie de normas jurídicas relativas al desempeño de sus operadores, sus unidades vehiculares y su empresa como prestadores de un servicio de Autotransporte Federal, relativas, entre otras, a reglas de conducción, aptitud psicofísica, las condiciones físico-mecánicas de los vehículos e informes estadísticos que la sociedad debe rendir, y por otro, observar normas económicas sobre el comportamiento del mercado de bienes y servicios, costos de operación, depreciación, mantenimiento y sustitución de sus equipos, competencia, precios de los insumos, etc. (*Juran, 1989*).

Esto implica para los empresarios del Autotransporte , una visión y estrategia especial para administrar un negocio que requiere de bases sólidas de organización, planeación, logística y finanzas. La entrega de mercancías dentro de los tiempos acordados con un cliente en un punto geográfico determinado, es resultado de una serie de previsiones, que van desde la adecuada provisión de fondos para combustible, peajes, reparaciones imprevistas, alimentos del operador; aspectos documentales como la vigencia de autorizaciones y los seguros de responsabilidad civil, así como respecto a la recepción, transbordo y sujeción de la carga, el itinerario con sus horarios y ruta. Además, debe señalarse que el mantenimiento preventivo y la constante capacitación de sus conductores, son aspectos de vital importancia en la planeación y administración de estas empresas, debido a la importancia que para ellas representa, la disminución de pérdidas económicas ocasionadas por accidentes de tránsito y descomposturas graves.

Los empresarios del transporte han contribuido históricamente a la formación de organizaciones societarias de trabajo e inversión, que han extendido, en la mayoría de los casos, su eficacia financiera a otros negocios mercantiles vinculados, directa o indirectamente, al giro transportista. Es por ello que de este tipo de empresas se desprendan otras vinculadas al ramo como las de

mantenimiento y reparación de unidades, llanteras, etc., e inclusive en otros diversos como las arrendadoras, servicios logísticos para transportación, almacenaje, etc. Por tanto, puede afirmarse que los hombres y mujeres involucrados en estas sociedades desarrollan una perspectiva competitiva y en consecuencia, eficiente y productiva, dentro del ámbito comercial.

No obstante su composición orgánica es muy diversa, como en cualquier otro tipo de sociedad, normalmente se encuentran constituidas por familias que se han dedicado por generaciones al transporte; y éstas regularmente se organizan internamente de forma piramidal, de ascendientes a descendientes; desde el Consejo de Administración hasta las gerencias de tráfico, talleres o de capacitación. También debe destacarse, que los integrantes de las sociedades transportistas son en general empresarios participativos en cámaras y asociaciones de su gremio.

El hombre- camión. Paralelamente a los empresarios del transporte carretero, encontramos a personas que de forma individual participan en el ámbito de los servicios del autotransporte, y que son denominados como hombre-camión. Lo anterior, debido a que dichas personas son al mismo tiempo gerentes, administradores, conductores, representantes, e inclusive, mecánicos y cargadores, de sus propios vehículos. En su gran mayoría, se trata de personas con muchos años en el negocio del transporte; involucran a sus familias en dicha actividad, y en muchos casos, también se convierten en negocios que van pasando de generación en generación.

Las posibilidades de crecimiento del hombre-camión se ven disminuidas por la falta de una organización societaria adecuada. En muchos casos, su crecimiento económico trae como consecuencia la constitución de una sociedad transportista, o en su defecto, la unión con otro hombre-camión con sociedades regulares, para formar lo que se denomina comúnmente como grupos de permisionarios

El fortalecimiento del autotransporte nacional, requiere de una tendencia que disminuya el negocio mercantil individual y aumente el societario, sin embargo, no

debe dejar de destacarse la aportación que a esta actividad hacen los hombres, ya que su necesaria participación en todos los aspectos que involucra la operación de los servicios de Autotransporte, los convierte en verdaderos expertos en esta materia.

2.3 OTROS ASPECTOS DEL TRANSPORTE

Una alternativa disponible a la subcontratación del transporte de bienes es contar con servicios mediante la propiedad del equipo por contratación de servicios de transporte. Idealmente, el usuario espera obtener un mejor desempeño operativo, mayor disponibilidad y capacidad de trabajos de traslado un menor costo.

Transportación internacional

El éxito de la industria de la transportación al desarrollar sistemas rápidos, confiables y eficientes ha contribuido en gran medida al creciente nivel de comercio internacional que se ha presentado en los últimos 30 años (sólo un incremento de cerca del triple del ingreso para movimientos internacionales aéreos y marítimos de 1980 a 1996). La transportación económica ha permitido que las compañías locales tomen ventaja de las diferencias de tarifas de mano de obra en el mundo, para conseguir materias primas que se encuentran geográficamente dispersas para hacer llegar bienes en forma competitiva a mercados distantes de sus fronteras locales. De esta forma, el responsable de logística debe conocer los requerimientos especiales para desplazar bienes a nivel internacional.

Los transportistas marítimos dominan los traslados internacionales, con más de 50% del volumen de intercambio en dólares y el resto es desplazado por camión, ferrocarril y ductos entre los países colindantes.

El dominio de un modo de transporte particular se ve fuertemente afectado por la geografía del país y la proximidad con sus principales socios comerciales. Los países ubicados en islas, como Japón y Australia, deben utilizar modos aéreos y marítimos en gran medida. Sin embargo, muchos de los países miembros de la

Unión Europea pueden hacer uso de modalidades de ferrocarril, camión o ductos.

Características del costo de transporte

El precio que el responsable de la logística deberá pagar por los servicios de transportación va aunado a las características de costos de cada tipo de servicio. Debido a que cada servicio tiene distintas características de gastos, bajo un conjunto dado de circunstancias existirán ventajas potenciales de tarifas de un modo que no podrán ser efectivamente igualadas por otros servicios.

Un trabajo de transportación incurre en varios costos, como mano de obra, combustible, mantenimiento, terminales, carreteras, administración y otros. La mezcla de costos puede dividirse arbitrariamente en aquéllos que no varían con los servicios o el volumen y los que no lo hacen. Los costos son variables si se considera un tiempo suficiente largo y un volumen suficiente grande.

Los costos fijos son aquellos para adquisición y mantenimiento de carreteras, instalaciones de terminales, equipo de transporte y la administración del transportista. Los costos variables por lo regular incluyen los gastos de transporte de línea, como combustible y mano de obra, mantenimiento del equipo, manejo, y recolección y entrega. Esta no es una asignación precisa entre los costos fijos y variables, ya que existen importantes diferencias de costos entre los modos de transportación y existirán diferentes asignaciones dependiendo de la dimensión que se analice. Las tarifas de transportación de línea están basadas en dos dimensiones: distancia y volumen de envío.

La transportación de regreso que todos los transportistas experimentan, con excepción del transporte por ducto rara vez pueden balancear perfectamente el tráfico entre el desplazamiento de ida y el desplazamiento de vuelta. El recorrido de ida es la dirección del tráfico pesado y el regreso es la dirección del tráfico ligero. A los envíos en el retorno se les puede asignar su proporción adecuada de los costos totales de producir el transporte de regreso. La transportación de

regreso puede considerarse como un derivado de la transportación de ida porque se origina a partir de la generación. La mayor parte de los costos se asignarán a los envíos de ida. Los costos de la transportación de regreso se considerarán cero, o se asignarán sólo los costos directos de desplazar un envío en la dirección del transporte de regreso.

2.4. TARIFAS

Las tarifas de transporte son los precios que los transportistas por contacto cobran por sus servicios. Se utilizan distintos criterios para desarrollar las tarifas bajo una variedad de situaciones de precios. Las estructuras más comunes de tarifas se relacionan con el volumen, la distancia y la demanda. Gráfica 2.3



GRÁFICA 2.7. Variables que definen la estructura de las tarifas
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

La estructura de tarifas en general reflejan estas variables económicas, que tienen la relación con volúmenes consistentemente altos son transportados a menores tarifas que envíos más pequeños; las tarifas pueden cotizarse directo sobre la cantidad enviada.

Se pueden presentar los siguientes tipos de tarifa basándose en su estructura:

1. Uniformes. Es aquella en la que existe una tarifa de transporte para todas las distancias de origen a destino.
2. Proporcionales. Para transportistas con importantes componentes de costos de transporte de línea, la estructura de tarifa proporcional ofrece un acuerdo entre la simplicidad de la estructura de tarifa y los costos del servicio. Las tarifas de transporte por camión pueden tener esta característica, ya que los costos de manejo son mínimos.
3. Graduales. Presentan una estructura que sigue a los costos mostrará tarifas que se incrementan con la distancia pero a un ritmo decreciente. El principal motivo para esta forma es que con mayor distancia del envío, los costos terminales y otros cobros fijos se distribuyen sobre más kilómetros.
4. Generales. Simplemente son tarifas sencillas que cubren una amplia área en el destino, origen o ambos.

La demanda o el valor del servicio también pueden dictar los niveles de tarifas manteniendo poca relación con los costos de producir el servicio de transportación. Para establecer la especificación de categoría de un producto, los factores son:

- Peso por pie cúbico
- Valor por libra
- Responsabilidad ante pérdida, daño.
- Probabilidad de daño a otra carga
- Riesgos debidos a peligros de transporte
- Tipo de contenedor
- Gasto de manejo y cuidado en el mismo
- Especificaciones de tarifas sobre artículos análogos
- Relación justa de tarifas entre todos los artículos
- Condiciones comerciales y unidad de ventas
- Condiciones de intercambio
- Valor del servicio
- Volumen de movimiento para todo el país

Cuando los transportistas cotizan tarifas para un envío sin importar la clasificación de los artículos que forman el envío, se conocen como una tarifa de carga de todo tipo o tarifa de todo artículo. Los agentes transportistas son usuarios frecuentes de este tipo de tarifa porque ellos principalmente tratan con envíos mixtos. Las tarifas siguen a los costos de proporcionar el servicio de transporte en vez de seguir al valor del servicio.

Cuando los envíos implican desplazamientos de cargas completas de vehículo, los transportistas utilizan un cobro por kilometro para calcular los gastos totales de envío. Cuando un vehículo recibe carga destinada a más de una parada, se podrá añadir a un cargo de parada a la factura. La tarifa por kilometro es determinada por la ubicación del último punto en la ruta. Muchas tarifas no se ajustan a las clasificaciones anteriores y se agrupan simplemente bajo el encabezado de “diversas”.

En ocasiones, el consignatario está dispuesto a aceptar la posibilidad de mayor retraso en la entrega en comparación con el servicio regular a cambio de menores tarifas. Se le promete al remitente que la entrega se realizará no más tarde de una fecha determinada. Los transportistas utilizan tales cargas para completar el espacio disponible. Los servicios diferidos se utilizan con mayor frecuencia en la transportación aérea y la marítima.

Cargos por servicio especial.

Los transportistas ferroviarios y, en menor grado, los transportistas camioneros establecieron un servicio especial que permite que los envíos se almacenen antes de desplazarlos a su destino final.

Un servicio con privilegio de parada, funciona para completar la carga o para descargar parcialmente. Para completar la carga, un consignatario puede solicitar que el transportista se detenga en un punto intermedio entre los puntos de origen y de destino, aunque el punto intermedio no requiere necesariamente encontrarse entre una línea directa entre los dos puntos. La ventaja de este

privilegio es que el remitente puede obtener una tarifa sobre el envío como si se originara completamente desde el punto de inicio más un cargo por la parada. Esto por lo general es menos que la suma de las tarifas individuales.

Muchos artículos, debido a sus características físicas particulares, requieren cierto tipo de protección en tránsito además del que normalmente se proporciona. Los artículos perecederos pueden requerir refrigeración, congelación, ventilación no calefacción; los artículos frágiles tal vez necesiten empaque adicional o material de estiba. En estos casos, los transportistas pueden proveer equipo especial, como carros para evitar daños, carros refrigerados y con calefacción, así como la mano de obra y los materiales necesarios para proporcionar el servicio de protección. Aunque el servicio adicional para algunos artículos se ve reflejado en la clasificación por categoría para los artículos, los transportistas por lo regular añaden cargos a la factura de transporte para reflejar sus mayores costos.

No todos los transportistas atienden a todas las regiones. Cuando esté es el caso, un transportista puede recoger un envío y luego cederlo a otro transportista que atienda la región de destino. En este caso, el primer transportista paga al segundo, pero el primero factura al consignatario. El cargo total del envío debe reflejar la utilidad hecha por ambos transportistas, y la tarifa puede ser mayor que si sólo un transportista hubiera manejado el envío de origen al destino.

Muchos transportistas proporcionan el servicio de recolección y entrega como parte de su oferta de servicio regular e incluyen los cargos de esto como parte de las tarifas del transporte de línea.

El “transporte de línea” para un ferrocarril implica el desplazamiento entre terminales o estaciones. El desplazamiento de los carros de ferrocarril desde los paraderos y cruces privados a las terminales o estaciones de ferrocarril, o viceversa, se denomina intercambio. El intercambio es similar a la recolección y entrega, excepto que sólo están implicados carros de ferrocarril.

La demora y detención son términos equivalentes que se refieren a cargos de personalización impuestos sobre el remitente o consignatario por detener el equipo de transportista más allá del tiempo ,libre permitido que el transportista pueda detener un envío.

En el caso de carros de ferrocarril, el tiempo libre estándar permitido son 48 horas para carga o descarga. Si la detección del equipo se debe a motivos bajo el control del remitente o consignatario, el ferrocarril puede imponer un cargo diario. Los domingos y días festivos por lo general se consideran parte del tiempo libre, pero pueden comenzar a cobrarse una vez que inicien los cargos por demora.

La detención del equipo de transporte terrestre sigue un plan similar, excepto que el tiempo libre es mucho más corto. Por lo general se utiliza una escala de tarifa graduada creciente para periodistas mayores de retención de equipo, tanto para camiones como para ferrocarriles.

CAPÍTULO III.
MODELACIÓN:
PROCESO DE
TRANSPORTE



Del sin número de decisiones que se deben tomar en el proceso de transportación de mercancías que son clave de la logística, sin lugar a dudas destaca:

1. La estructura de la Red
2. Modo de Transportación
3. Diseño de rutas y programación de vehículos
4. Consolidación del envío
5. Prorrato del gasto de Transportación

En este capítulo desarrollaremos un ejemplo práctico real de cómo solucionar las cinco anteriores problemáticas; se mencionaran las variables que influyen, se propone una metodología para analizar las bases de datos a través de Estadística Descriptiva para llegar a una propuesta de la estructura de una red, considerando también la cartografía de México, se hace un planteamiento del prorrato del costo de viajes consolidados.

El desarrollo de este apartado nos proporcionará una visión real del funcionamiento de transportación de mercancías en nuestro país.

3.1 ESTRUCTURA DE LA RED

Es común en México que existan compañías conocidas como “terceristas” que son aquellas que proporcionan bienes y servicios logísticos a compañías que producen bienes electrónicos, de consumo, perecederos, tecnológicos, industriales, automovilísticos, etc. Como ejemplo de este tipo de empresas tenemos entre las que destacan en México: UPS, Seglo Group, DHL Exel Supply Chain, Zimag Logistics, etc.

Los servicios que ofrecen son diversos y pueden ser, recibo de producto terminado, mantenimiento de inventario, almacenaje, maquila, recibo de pedidos, planeación de rutas, transportación de pedidos a cliente final, servicios a clientes, y en caso de rechazo de producto se hace la logística inversa.

Estado o Zona	Destinos	Pedidos	Cajas
Aguascalientes	2	394	68,956
Área Metropolitana	38	26,330	6,556,322
Baja California Norte	4	12,000	803,835
Baja California Sur	3	587	57,997
Campeche	5	718	30,539
Chiapas	16	2,304	163,919
Chihuahua	12	4,142	403,719
Coahuila	16	4,398	299,527
Colima	5	291	7,770
Durango	7	1,570	126,904
Estado de México	15	1,400	216,886
Guanajuato	14	2,416	481,197
Guerrero	13	915	52,817
Hidalgo	16	1,066	83,956
Jalisco	23	7,653	1,768,399
Michoacán	17	1,543	125,668
Morelos	13	1,245	170,215
Nayarit	7	359	13,328
uevo León	22	11,592	1,835,500
Oaxaca	17	620	124,403
Puebla	17	2,264	418,906
Querétaro	7	1,772	466,248
Quintana Roo	3	501	22,171
Sinaloa	6	3,304	727,353
San Luis Potosí	7	1,472	190,544
Sonora	17	3,603	410,701
Tabasco	12	2,913	441,723
Tamaulipas	11	2,400	253,237
Tlaxcala	4	22	967
Veracruz	31	2,947	301,582
Yucatán	12	5,506	381,484
Zacatecas	9	403	31,384
Total general	401	108,650	17,038,157

En este apartado se propone un algoritmo para solucionar el problema del establecimiento de la estructura de la red.

Es muy importante contar con una base de datos histórica de por lo menos tres meses recientes que contenga los campos de población de entrega, fecha de entrega, cantidad de cajas vendidas, cantidad de pedidos, peso, volumen, etc.

La tabla 3.1 muestra la demanda de destinos, pedidos y cajas por entidad federativa de las operaciones que tiene una compañía tercerista, que ocuparemos como ejemplo a lo largo de este trabajo.

En el caso de una parte del Estado de México y Distrito Federal lo nombraremos Área Metropolitana.

Los pedidos son generados por el área de ventas de todos los clientes de esta compañía, las cajas son la unidad de medida muy común utilizada para dimensionar la operación. Estos datos representan a 35 empresas clientes de la compañía que proporciona sus servicios de logística.

TABLA 3.1 Demanda de producto, agrupada por entidad federativa
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Los puntos de origen obligatorios son los ubicados en: Cuautitlán Izcalli Estado de México (Lechería), Guadalajara Jalisco, Monterrey Nuevo León, y Tijuana Baja California Norte.

Como ya mencionamos el objetivo es estructurar la red por la que van a fluir los productos desde sus puntos de origen hacia los puntos de demanda, debe analizarse la determinación de las instalaciones que se utilizarán, el número de ubicación de ellas; las actividades entre instalaciones y la distribución entre los flujos de productos de los clientes.

Debemos determinar los almacenes de campo mejor conocidos como cruces de andén (X-Dock), estos a su vez son atendidos por almacenes regionales o directos desde el punto de origen.

El problema de diseño de red tiene aspectos espaciales así como temporales:

1. El aspecto espacial, se refiere a la ubicación de las instalaciones sobre un plano geográfico, como los cruces de andén. El número que se instalaran de estos, el tamaño y la ubicación de las instalaciones que se determinará mediante el balance de los siguientes aspectos contra los requerimientos de servicio al cliente expresados geográficamente: costos de producción y de compras; costos de manejo de inventario, costos de la instalación (costos de almacenamiento, manejo y fijos), y costos de transportación.
2. El problema temporal, dentro de la planeación de red consiste en mantener la disponibilidad del producto para cumplir los objetivos de servicio al cliente. El tiempo del cliente para adquirir el producto es la principal preocupación aquí. El balance de los gastos de capital, costos de procesamiento de pedidos y los costos de transportación al cumplir con los objetivos de servicio al cliente dictarán la forma en que los productos fluyan a través de la red. Las decisiones con base temporal también afectan la ubicación de las instalaciones.

Consideraciones especiales: La configuración de red no puede estar limitada a los movimientos hacia adelante de los bienes desde los proveedores hacia los clientes, ya que en todos los casos las empresas deben retirar, desde ubicaciones en etapas inferiores, artículos como materiales de empaque, productos arrendados (como máquinas copiadoras), productos que serán re-trabajados y revendidos, muebles de promocionales. Esta red de reversa con frecuencia es un complemento de los servicios logísticos que se venden. La planeación de la red es complicada cuando los canales hacia adelante y en reversa no pueden separarse debido a instalaciones compartidas. El problema de la configuración de la red es de gran importancia para la alta dirección. Resulta común que el rediseño de la red logística pueda generar ahorros anuales desde el 5 hasta 15% de los costos logísticos totales.

Datos para la planeación de la red. La planeación de red puede requerir una base de datos sustancial que se derive de muchas fuentes. Buena parte de la base de datos generalmente incluye:

- Ubicaciones de los clientes, puntos de almacenamiento y puntos de suministro
- Demanda de producto por ubicación de clientes
- Tarifas o costos de transportación
- Tiempos de tránsito, tiempos de transmisión de pedidos, y ritmos de surtido de pedidos
- Tarifas o costos del almacenamiento
- Tamaños de envío por producto
- Patrones de pedidos por frecuencia, tamaño, temporada y contenido
- Costos de procesamiento de pedidos
- Metas de servicio al cliente
- Equipo e instalaciones disponibles con limitaciones de capacidad
- Patrones de distribución sobre la forma como se cumplen las ventas
- Cartografía de México

Las principales fuentes de información para obtener los datos antes mencionados suelen ser: documentos operativos del negocio, reportes de contabilidad, investigación logística, información publicada y criterio personal.

Unidades de análisis. Para comenzar con la configuración de la red, es importante establecer las dimensiones que serán utilizadas en el análisis. Las elecciones comunes son alguna forma de medida de peso (toneladas o kg), una medida monetaria (dólar, peso, o libra), conteo físico (cajas, piezas) o una unidad de volumen (galón, unidades cúbicas o litro). Para éste caso de estudio ocuparemos el conteo de los pedidos que representa la demanda por cliente final de los productos, cajas a entregar y destinos finales que son los puntos de entrega de los productos.

La medida que generalmente incluyen los directivos debe ser una consideración preponderante, ya que la base de los datos de la compañía y el entendimiento de las operaciones están en términos de esta dimensión. Por ejemplo, las empresas involucradas principalmente en distribución ven su negocio en términos de unidades movidas (cajas o piezas) y costo de distribución, en tanto que las empresas fabricantes por lo general utilizan una medida de peso. Una vez que se han decidido las unidades de análisis necesitan alinearse los involucrados con esta dimensión.

Tarifa de transportación. En la planeación de red, las tarifas de transportación se convierten en un problema principal debido al posible número de ellas. Para una red pequeña de solo dos grupos de productos, cinco intervalos de peso de envío, 200 clientes, 5 almacenes y 2 plantas, existen $2 \times 5 \times 200 \times 5 \times 2 = 20,000$ tarifas necesarias para representar todas las combinaciones de flujo de producto. Alguna forma de estimación de tarifas agilizaría el cálculo y liberaría al personal de la compañía del agobio de buscar o adquirir tantas tarifas. Tal estimulación debe reconocer el tipo de transportación utilizada, ya sea propia o contratada. En México el importe de la tarifa que representa el costo de transportación lleva una relación directa con el kilometraje que debe desplazarse el tipo de vehículo.

Paso 1. Ubicación Geográfica Obligatoria.

El siguiente mapa muestra las instalaciones obligatorias de la compañía del caso de estudio, esto se debe a que sus clientes se concentran en estas zonas. Podemos afirmar que cerca del 70% del producto se genera en la zona centro de la República que son las ciudades de: Ciudad de México, Querétaro, Toluca, Guadalajara, y la mercancía de importación llega de los Puertos de Manzanillo (Colima), Veracruz (Veracruz), y Tampico, y vía terrestre entra por Laredo y Tijuana, de ahí la justificación de estas instalaciones.



★ Almacenes Obligatorios
★ Regiones de producción o Importación de productos

GRÁFICA 3.1. Almacenes obligatorios y regiones de entrada de producto. (Fuente: *Elaboración propia*, 2011)

Paso 2. Análisis de Destinos Principales.

En este apartado se realizará el análisis de los destinos principales en base a la cantidad de pedidos y volumen de cajas, esta exploración debe arrojar datos de los posibles lugares idóneos para la ubicación de los cruces de andén. La siguiente tabla nos muestra el Top 20 de ciudades o puntos de entrega principales.

Lugar	Punto de Entrega de Pedidos	Estado	Pedidos	Cajas	% Sobre el Total
1	ÁREA METROPOLITANA	DF y Edo. México	15,667	4,359,064	14%
2	TIJUANA	BCN	7,483	491,359	7%
3	MONTERREY	Nuevo León	4,575	394,328	4%
4	CULIACAN	Sinaloa	2,873	692,204	3%
5	MERIDA	Yucatán	2,641	147,416	2%
6	MEXICALI	BCN	2,559	176,596	2%
7	GUADALAJARA	Jalisco	2,420	370,124	2%
8	ENSENADA	BCN	1,710	47,340	2%
9	BENITO JUAREZ	Yucatán	1,464	74,936	1%
10	PUEBLA	Puebla	1,365	333,672	1%
11	LEON	Guanajuato	1,252	290,683	1%
12	VILLAHERMOSA	Tabasco	1,221	137,554	1%
13	SALTILLO	Coahuila	1,206	27,445	1%
14	VERACRUZ	Veracruz	1,171	155,854	1%
15	TORREON	Coahuila	1,145	59,550	1%
16	TUXTLA GUTIERRE	Chiapas	1,042	67,541	1%
17	ZAPOPAN	Jalisco	1,022	69,259	1%
18	SAN NICOLAS DEL	Nuevo León	955	80,593	1%
19	TOLUCA	Estado de México	940	87,709	1%
20	HERMOSILLO	Sonora	911	63,366	1%

Tabla 3.2 Top 20 de destinos con mayor demanda
(Fuente: Elaboración propia, 2011)

Nótese que como destinos principales, se encuentran los cuatro almacenes obligatorios, lo cual crea una ventaja en la transportación, ya que no existe gasto de transportación foránea, es decir hay distribución local (viajes cortos).

Paso 3. Determinar los destinos de influencia de los almacenes obligatorios.

De acuerdo a la tabla anterior podemos sugerir 4 almacenes obligatorios: Tijuana, Monterrey, Guadalajara, y Área Metropolitana ya que agrupan el 28% de la demanda a nivel nacional y haciendo la cobertura a 67 poblaciones principales.

Se considera destino de influencia aquellos que se encuentran a menos de 400 kilómetros o que únicamente pueden ser distribuidos desde ese lugar, como puede ser el caso de La Paz BCS donde sería costoso hacer el viaje de Tijuana, sin embargo a través del ferri se puede llegar por Topolobambo o Mazatlán.

Los 400 kilómetros lo determina el costo de transportación, ya que el precio por kilometro de las tarifas de transportación a partir de ese kilometros son iguales ya sea que se utilice una unidad tipo tráiler que soporta 20 toneladas o una unidad de 3.5 toneladas.

Esta determinación se debe realizar para eliminar dentro de la red como un posible cruce de andén algún destino que pudiera ser distribuido desde un origen obligatorio. En el siguiente mapa podemos observar los destinos principales que son área de influencia de los orígenes obligatorios.



GRÁFICA 3.2. Área de influencia de los puntos obligatorios
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Las siguientes tablas nos muestran los destinos principales que son zona de influencia de cada origen obligatorio (o en su caso el Top 20 por origen).

MONTERREY	Destino
MONTERREY	Local
SALTILLO	Foráneo
SAN NICOLAS DE	Local
GUADALUPE	Local
CHIHUAHUA	Foráneo
GENERAL ESCOBED	Local
REYNOSA	Foráneo
NUEVO LAREDO	Foráneo
TORREON	Foráneo
CIENEGA DE FLOR	Local
APODACA	Local
SANTA CATARINA	Local
VICTORIA	Foráneo
SALINAS VICTORI	Local
JUAREZ	Foráneo
JUAREZ	Local
VALLE HERMOSO	Foráneo
TAMPICO	Foráneo
DURANGO	Foráneo
RIO BRAVO	Foráneo

TABLA 3.3 Zona de influencia de Monterrey: top 20
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Destino	Destino
ENSENADA	Foráneo
MEXICALI	Foráneo
TECATE	Foráneo
TIJUANA	Local
MULEGE	Foráneo
SAN LUIS RIO CO	Foráneo
PLAYAS DE ROSAR	Foráneo

TABLA 3.4 Zona de influencia de Tijuana: top 20
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Destino	Tipo de Viaje
GUADALAJARA	Local
CULIACAN	Foráneo
ZAPOPAN	Local
TLAQUEPAQUE	Local
HERMOSILLO	Foráneo
TLAJOMULCO DE Z	Local
LOS CABOS	Foráneo
MAZATLAN	Foráneo
PUERTO VALLARTA	Foráneo
SAN FRANCISCO D	Foráneo
TEPIC	Foráneo
AHOME	Foráneo
MORELIA	Foráneo
CIUDAD GUZMAN	Foráneo
AGUASCALIENTES	Foráneo
TONALA	Local
CAJEME	Foráneo
LEON	Foráneo
ZAMORA	Foráneo
URUAPAN	Foráneo

TABLA 3.5 Zona de influencia de Guadalajara:
top 20
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Destino	Tipo de Viaje
ÁREA METROPOLITANA	Local
CULIACAN	Foráneo
PUEBLA	Foráneo
LEON	Foráneo
VERACRUZ	Foráneo
TOLUCA	Foráneo
TLAJOMULCO DE Z	Foráneo
PEDRO ESCOBEDO	Foráneo
CUERNAVACA	Foráneo
SALINAS VICTORI	Foráneo
CIENEGA DE FLOR	Foráneo
Villahermosa	Foráneo
TLAQUEPAQUE	Foráneo
SAN LUIS POTOSI	Foráneo
ATITALAQUIA	Foráneo
TEPEJI DEL RIO	Foráneo
MORELIA	Foráneo
SANTIAGO DE QUE	Foráneo
ZAPOPAN	Foráneo
MONTERREY	Foráneo

TABLA 3.6 Zona de influencia del Área
metropolitana: top 20
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Paso 4. Propuesta de Cruces de Anden

La Tabla 3.2 nos muestra las 20 ciudades con mayor demanda, y podemos observar que algunos destinos como León, Puebla, Ensenada no podemos considerarlos para que sean cruces de anden ya que son destinos que se puede llegar utilizando los puntos obligatorios. Lo que recomendamos es retomar la tabla eliminando las ciudades que son área de influencia de algún origen obligatorio; con la finalidad de que sean consideradas para crean un cruce de anden. La tabla 3.7. nos muestra estas ciudades.

Punto de Entrega de Pedidos	Estado	Pedidos	Cajas	% Sobre el Total
CULIACAN	Sinaloa	2,873	692,204	3%
MERIDA	Yucatán	2,641	147,416	2%
CANCÚN	Yucatán	1,464	74,936	1%
Villahermosa	Tabasco	1,221	137,554	1%
VERACRUZ	Veracruz	1,171	155,854	1%
TORREON	Coahuila	1,145	59,550	1%
TUXTLA GUTIERRE	Chiapas	1,042	67,541	1%
HERMOSILLO	Sonora	911	63,366	1%

TABLA 3.7 Destinos con mayor demanda
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Culiacán puede ser distribuido desde Guadalajara donde hay una distancia de 720 km; sin embargo resulta conveniente un cruce de anden en Ciudad Obregón por las poblaciones que puede agrupar en su área de influencia, adicional que hay una localidad clave que es Topolobambo de donde se pueden llegar a La Paz Baja California Sur a través del ferri, esto implicaría menor costo de transportación.

Por otro lado podemos agrupar la demanda de Cancún en un cruce de anden situado en Mérida y otro en Villahermosa para cubrir el sureste de la República Mexicana.

Finalmente Obregón, Hermosillo y Torreón pueden ser otros puntos de distribución que cubran la zona norte.

De tal forma que la red estaría constituida en las siguientes localidades:

1. Cuautitlán Izcalli cobertura en la Zona Metropolitana y centro.
2. Tijuana, Ciudad Obregón, Hermosillo, Torreón y Monterrey cubren el norte
3. Guadalajara la zona conocida como el Bajío
4. Mérida y Villahermosa el sureste.

La tabla 3.8 nos muestra la distribución de la demanda de pedidos clasificados por origen (almacén regional o cruce de anden).

Origen	Demanda de Cajas	Demanda de pedidos	Puntos de Entrega	%
Guadalajara	1,476,672	11,429	63	11%
Hermosillo	116,025	1,551	8	1%
Mérida	318,480	6,057	14	6%
México	11,999,876	48,432	186	45%
Monterrey	1,642,921	18,003	57	17%
Obregón	43,072	348	6	0.3%
Tijuana	760,377	12,966	7	12%
Torreón	269,332	4,098	11	4%
Villahermosa	411,402	5,766	49	5%
Total general	17,038,157	108,650	401	100%

TABLA 3.8 Demanda agrupada por origen
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

El gráfico 3.3 muestra la propuesta de la red con sus respectivas áreas de influencia de cada punto de origen.



GRÁFICA 3.3. Estructura de la red
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Cruce de Anden

Origen Obligatorio

3.2 MODO DE TRANSPORTACIÓN

El modo de transportación más utilizado para la distribución nacional de mercancías en México es a través del autotransporte de carga. Para el caso de estudio la compañía contrata proveedores de transporte, que podemos clasificar de la siguiente forma:

Compañías grandes. Son aquellas compañías que están constituidas conforme a las leyes de nuestro país y que cuentan con más de 100 unidades vehiculares y sedes en puntos clave del país.

Compañías medianas. Son aquellas compañías que están constituidas conforme a las leyes de nuestro país y que cuentan con un rango de unidades de 31 a 100 unidades vehiculares y operan por región únicamente.

Compañías pequeñas. Son aquellas compañías que están constituidas conforme a las leyes de nuestro país y que cuentan con un rango de unidades de 6 a 30 unidades vehiculares y operan por región únicamente.

Hombre camión. Personas que de forma individual participan en el ámbito de los servicios de autotransporte y se denominan así debido a que son al mismo tiempo gerentes, administradores, conductores, representantes, e inclusive, mecánicos y cargadores, de sus propios vehículos. En su gran mayoría, se trata de personas con muchos años en el negocio del transporte; involucran a sus familias en dicha actividad, y en muchos casos, también se convierten en negocios que van pasando de generación en generación; por lo general cuentan con menos de 5 unidades vehiculares.

Proveedores de transporte que distribuyen por unidades ya sean cajas o piezas, conocidos como “consolidadores”. Este tipo de compañías de transportistas generalmente cuentan con un almacén pequeño donde consolidan los pedidos de todos sus clientes y operan ofreciendo sus servicios en puntos clave como puede ser La Paz Baja California Sur, la zona metropolitana, donde la

frecuencia de los pedidos es alta pero el volumen de cajas es pequeño por pedido, para este efecto es muy común que se utilice el termino de “pedidos pulverizados”.

Los tipos de vehículos que pueden circular por las carreteras de México están citados en la Norma de Pesos y Dimensiones que publica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Anexo 1). Los viajes se clasifican en los siguientes tipos:

Local. Aquella ruta que recorre menos de 25 km del punto de origen al punto de destino.

Foráneo. Aquella ruta que recorre menos de 400 km del punto de origen al punto de destino.

Directo. Ruta que no tiene repartos o paradas entre origen y destino.

Viaje con repartos. Ruta que tiene más de una parada en su recorrido.

Transferencia. Es aquel viaje que transporta mercancía entre los almacenes obligatorios y cruces de andén.

3.3. DISEÑO DE RUTAS Y PROGRAMACIÓN DE VEHÍCULOS

Toda compañía de logística debe tener como objetivo primordial minimizar los costos de transportación, esto se lleva a cabo mejorando la eficiencia mediante la máxima utilización del equipo de transportación y de su personal.

Para el ejemplo que estamos analizando es importante considerar las siguientes restricciones o consideraciones operativas.

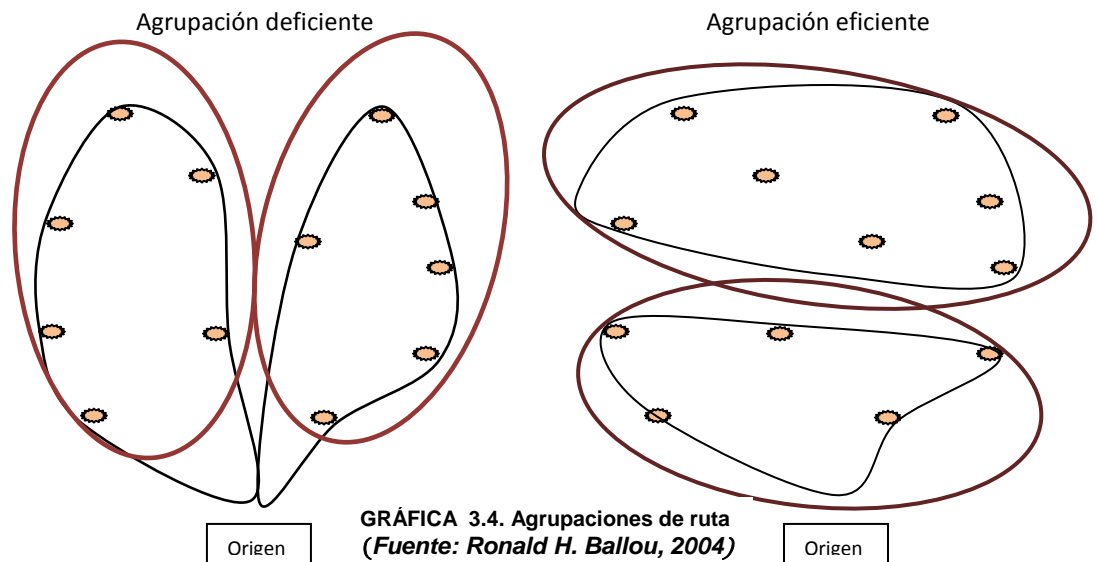
1. Se debe negociar con todos los clientes el mismo horario para recibir los pedidos en el área de planeación de rutas.
2. Los viajes de rutas locales pueden llevar hasta 7 repartos, y las foráneas 4 repartos, de lo contrario tendrá un costo adicional a la tarifa del flete. En el caso de Thorton o Tráiler no se podrá tener más de dos repartos.
3. Los viajes que son tipo transferencia deben realizarse en unidades de tipo Tráiler.

4. El objetivo de eficiencia vehicular debe ser de al menos 70% en la variable que ocurra primero ya sea peso o volumen.
5. Las emergencias de entrega de pedidos se puede recibir a cualquier hora pero no será obligatorio que se envíe la ruta con la regla de eficiencia convenida.

Aunque hay muchas variaciones dentro de los problemas de diseño de rutas, y varios métodos para resolverlos comenzaremos este apartado citando los principios que sugiere Ballou ya que considera son básicos y sencillos de aprender por los analistas de planeación de rutas que son quienes toman las decisiones:

Principios para una buena programación y diseños de rutas

1. **Cargar los camiones con volúmenes de paradas que estén lo más cercanos unos de otros.** Las rutas de los camiones deberían formarse alrededor de agrupaciones de paradas que estén cerca unas de otras para reducir al máximo el tiempo del viaje entre ellas. Esto también minimiza el tiempo total del viaje en la ruta. La gráfica 3.4 muestra el tipo de agrupación que debe evitarse y la óptima agrupación.



GRÁFICA 3.4. Agrupaciones de ruta
(Fuente: Ronald H. Ballou, 2004)

2. **La paradas en diferentes días se deberán ordenar de tal manera que formen agrupaciones más estrechas.** Cuando las paradas deben efectuarse durante diferentes días de la semana, deberían segmentarse en problemas de programación y diseño de rutas separados para cada uno de los días de la semana. Esto ayudará a minimizar el número de camiones necesarios para atender todas las paradas, así como a minimizar en tiempo del viaje del camión y la distancia recorrida durante la semana.
3. **Construir rutas comenzando con la parada más lejana del depósito.** Pueden desarrollarse rutas eficientes mediante la construcción de agrupaciones de paradas alrededor de la parada más lejana del depósito y luego trabajando de regreso hacia el punto de origen y trabajando de regreso hacia el depósito.
4. **La secuencia de paradas en una ruta por carretera debería formar una Gráfica de lágrima.** Las paradas deberían de continuarse de tal manera que ningún camino de la ruta se cruce, y la ruta parezca tener la forma de una lágrima. Las restricciones de momentos oportunos y la obligación de recoger después de las entregas pueden provocar que los caminos de las rutas se crucen.
5. **Las rutas más eficientes se construyen usando los vehículos más grandes disponibles.** Idealmente, usar un vehículo lo suficientemente grande como para manejar todas las paradas en una ruta minimizará la distancia total, o el tiempo, utilizado para atender las paradas.
6. **Las recolecciones deberían mezclarse dentro de las rutas de reparto, en vez de ser asignadas al final de las rutas.** Las recolecciones deberían hacerse, dentro de lo posible, durante el curso de los repartos,

para minimizar la cantidad de caminos que se cruzan, lo que puede ocurrir cuando se atienden dichas paradas después de hacer todos los repartos.

7. **Una parada que se halla a gran distancia de una agrupación de ruta es buena candidata para un medio alternativo de reparto.** Usar pequeños camiones para manejar tales paradas puede ser más económico, dependiendo del aislamiento de cada parada en particular y de sus volúmenes.

8. **Deberían limitarse las paradas restringidas por momentos oportunos.** Las restricciones de momentos oportunos en las paradas, cuando son limitadas, pueden forzar a que la secuencia de las paradas se aleje de los patrones ideales.

Principios como estos pueden enseñarse fácilmente al personal de operaciones con el fin de obtener soluciones satisfactorias, aunque no necesariamente óptimas, para resolver problemas reales de programación y diseño de rutas. Ellos suministrarán las líneas directrices para un buen diseño de rutas, aunque el personal de operaciones todavía tiene la libertad para tratar las limitaciones no consideradas directamente en la metodología o las excepciones (pedidos urgentes, desviaciones de carreteras, eficiencia vehicular, etc.) que pueden ocurrir en cualquier operación por carretera. Los diseños de rutas desarrollados de esta manera pueden ofrecer mejoras sustanciales sobre otros métodos de programación y diseño de viajes no habituales.

El problema de hallar buenas soluciones para el problema de la programación y el diseño de rutas para los vehículos llega a ser más difícil cuando se colocan limitaciones adicionales al problema. Unas pocas consideraciones prácticas que se necesitan dar para el diseño de la ruta son el momento oportuno, múltiples camiones con diferentes capacidades de peso y volumen, tiempo máximo de

conducción permitido en una ruta, diferentes velocidades dentro de distintas zonas, barreras para viajar (lagos, desviaciones, montañas) y tiempo de descansos para el conductor.

El Método de Barrido

Para el diseño de rutas de vehículos este método es lo suficientemente sencillo como para realizar cálculos en un software de desarrollo interno e incluso manual, y facilita la planeación de gran tamaño de pedidos. Cuando se programa en el software de la computadora, el proceso resuelve los problemas rápido, sin requerir enormes cantidades de memoria en la computadora. Para cierto tipo de problemas, la precisión de proyecta para reducir una tasa de error promedio de aproximadamente 10%.

La desventaja del procedimiento tiene que ver con la manera en la que se forman las rutas. El proceso tiene dos etapas: primero, las paradas se asignan a los vehículos, y luego determina la secuencia de las paradas dentro de las rutas. Dado que este método tiene dos etapas, el tema de sincronización, como el tiempo total empleado en una ruta y el permiso de momento oportuno, no están bien manejados; sin embargo puede generar buenos resultados.

El Método de Barrido se describe como sigue:

1. Localizar todas las paradas, incluyendo el origen.
2. Trazar una línea recta desde el origen en cualquier dirección. Girar la línea en el sentido de las manecillas del reloj, o en sentido contrario, hasta que se intercepte una parada. Hacer la pregunta: Si la parada interceptada está incluida en la ruta, ¿se excederá la capacidad del vehículo? Si la respuesta es no, procede con la rotación de la línea hasta interceptar la siguiente parada. Hacer la pregunta: ¿Excederá la capacidad del vehículo el volumen acumulado? Si la respuesta es sí, se excluye el último punto y se define la ruta. Continuando el barrido de la línea, se empieza una

nueva ruta con el último punto que fue excluido de la ruta previa. Se continúa con el barrido hasta que todos los puntos se hayan asignado a las rutas.

3. Dentro de cada ruta se efectúa una secuencia de las paradas para minimizar la distancia. La secuencia se logra usando el método de la gota de lágrima o cualquier algoritmo que resuelva el problema del “agente viajero”.


La tabla 3.8 nos muestra el listado de pedidos que la compañía debe entregar entre el 28 de enero y 2 de febrero. Contiene los siguientes campos:

- **Empresa.** Compañía productora que forma parte de su cartera de clientes.
- **Fecha Límite de entrega.** Conocida regularmente como “ventana de entrega” que inicia con el día en que colocan el pedido la fuerza de ventas de las empresas a la compañía proveedora de servicios logísticos y finaliza con la fecha límite de entrega.
- **Unidades.** Pueden ser cajas o piezas que se deben entregar
- **Kilos.** Peso total del pedido
- **Metros.** Metros cúbicos totales del pedido
- **Destino.** Ciudad de entrega de mercancía
- **Cliente Final.** Nombre de la tienda o establecimiento que son clientes de las empresas.

Empresa	Fecha límite de entrega	Unidades	Kg	Metros	Destino	Cliente Final
KAZ	28-ene-11	7	68.51	0.66	LEON	CASA SABA SA DE CV
KAZ	28-ene-11	1	12.39	0.00	LEON	NADRO SA DE CV
NOVARTIS	28-ene-11	9338	704.85	2.82	LEON	FARMACOS NACIONALES SA
UHU	28-ene-11	40	113.22	2.43	LEON	LA MARIPOSA DE LEON SA
APPLICA	28-ene-11	153	252.88	0.26	IRAPUATO	RYSE SA DE CV
GENERAL MILLS	29-ene-11	79	332.62	0.56	JILOTEPEC	SUPER DON NICO
NOVARTIS	29-ene-11	875	526.46	0.75	PEDRO ESCOBEDO	SERVICIOS EN PTOS.Y TER
CORONA	29-ene-11	4	56.24	0.32	QUERETARO	MUESTRAS CLIENTE S&L
KAZ	29-ene-11	4	17.65	0.01	QUERETARO	FARMACIA DERMATOLOGICA
KAZ	01-feb-11	22	637.08	0.08	MORELIA	MACOUZET BECERRA JUAN M
JANSSEN	01-feb-11	85	831.86	7.97	ZAMORA	ANGUIANO MONDRAGON SAMU
JANSSEN	02-feb-01	35	224.22	2.85	ACAPULCO	DIOSDADO DELGADO JAIME
KAZ	02-feb-01	15	17.62	0.02	ACAPULCO	CALVO SOBERANIS MA. CRI
UHU	02-feb-01	4	9.60	0.04	ACAPULCO	COMERCIALIZADORA EL PAR
CAMPBELLS	02-feb-01	26	194.28	0.16	CHILPANCINGO	ISSSTE
APPLICA	02-feb-01	78	151.69	0.71	ZIHUATANEJO	GRUPO FAMSA SA DE CV
APPLICA	02-feb-01	1	7.47	0.01	HUAJUAPAN	NUEVA WAL MART DE MEXIC
JANSSEN	02-feb-01	54	669.20	0.25	OAXACA	ALEJANDRO ALVAREZ CARLO
KAZ	02-feb-01	10	0.75	0.00	OAXACA	MARTINEZ GOMEZ RAMIRO
UHU	02-feb-01	2	9.64	0.01	OAXACA	TONY TIENDAS SA DE CV
EFFEM	28-ene-11	45	302.88	2.05	CUAUTLA	GARDUÑO PROCUNA ERNESTO
EFFEM	28-ene-11	71	108.44	1.88	CUERNAVACA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
TAJIN	28-ene-11	16	75.2	0.17	CUERNAVACA	NUEVA WAL MART DE MEXIC
EFFEM	28-ene-11	19	32.52	0.88	PUEBLA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
TAJIN	28-ene-11	220	1,034.00	2.42	PUEBLA	PRODUCTOS DE CONSUMO Z
EFFEM	28-ene-11	59	487.12	2.8	TEHUACAN	CADENA COMERCIAL OXO S
EFFEM	29-ene-11	527	2,690.65	13.4	VERACRUZ	CASTILLO VAZQUEZ ROBERT
EFFEM	29-ene-11	15	134.1	0.66	XALAPA	DICORSA
EFFEM	02-feb-01	37	69.2	1.32	PUEBLA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
TAJIN	02-feb-01	60	282	0.66	TEHUACAN	NUEVA WAL MART DE MEXIC
TAJIN	02-feb-01	13	61.1	0.14	BOCA DEL RIO	ISSSTE
EFFEM	02-feb-01	23	25.25	0.63	VERACRUZ	HOME DEPOT MEXICO SA DE
EFFEM	02-feb-01	70	476.16	4.15	CUAUTLANCINGO	CADENA COMERCIAL OXO S
TAJIN	02-feb-01	18	84.6	0.2	TLAXCALA	IMSS
EFFEM	01-feb-11	32	322.85	1.11	ACAPULCO	DISTRIBUIDORA PELIKANOS
TAJIN	01-feb-11	375	1,762.00	4.13	ACAPULCO	COMERCIALIZADORA VERA
EFFEM	01-feb-11	150	1,001.76	9.99	CUERNAVACA	CASA ALONSO DE CUERNAVA
EFFEM	01-feb-11	241	1,797.18	4.15	CUERNAVACA	CHINELOS DISTRIBUIDORES

TABLA 3.9 Relación de pedidos
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Una vez que contamos con el listado de pedidos, se procede a generar las rutas o viajes.

El siguiente mapa representa geográficamente la ubicación de los puntos  y la ilustración de la aplicación del método de barrido, se dividen las rutas con líneas punteadas de color rojo.



GRÁFICA 3.5. Ruteo aplicando método de barrido,
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Generalmente este proceso de recibo, ordenamiento de pedidos, planeación de rutas se manejan a través del TMS de la compañía; sin embargo es muy común que las personas que lo ejecutan desconocen el método empleado de ruteo y generan las rutas según su lógica. También existe la opción para las pequeñas empresas de ejecutarlo de manera “manual” usando software especializado, que muestra a detalle los kilómetros, tiempo aproximado de viaje, como lo son el PC Miller, PC Map de Guía Rojí; otra opción es usar el portal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en el modulo “Rutas punto a punto”. Para el desarrollo de ésta parte del proceso se utilizará éste último. La tabla 3.9 nos muestra el armado de las 7 rutas con los pedidos de nuestro caso de estudio.

3Programa de Rutas	Empresa	Fecha límite de entrega	Cajas	Kg	Metros	Destino	Cliente Final
Ruta 1 Embarque 31-ene-2011 22:00 hrs	JANSSEN	02-feb-01	35	224.22	2.85	ACAPULCO	DIOSDADO DELGADO JAIME
	KAZ	02-feb-01	15	17.62	0.02	ACAPULCO	CALVO SOBERANIS MA. CRI
	UHU	02-feb-01	4	9.60	0.04	ACAPULCO	COMERCIALIZADORA EL PAR
	EFFEM	01-feb-11	32	322.85	1.11	ACAPULCO	DISTRIBUIDORA PELIKANOS
	TAJIN	01-feb-11	375	1,762.00	4.13	ACAPULCO	COMERCIALIZADORA VERA
	CAMPBELLS	02-feb-01	26	194.28	0.16	CHILPANCINGO	ISSSTE
	APPLICA	02-feb-01	78	151.69	0.71	ZIHUATANEJO	GRUPO FAMSA SA DE CV
Ruta 2 Embarque 26-ene-2011 07:00 hrs	EFFEM	28-ene-11	45	302.88	2.05	CUAUTLA	GARDUÑO PROCUNA ERNESTO
	EFFEM	28-ene-11	71	108.44	1.88	CUERNAVACA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
	TAJIN	28-ene-11	16	75.2	0.17	CUERNAVACA	NUEVA WAL MART DE MEXIC
	EFFEM	01-feb-11	150	1,001.76	9.99	CUERNAVACA	CASA ALONSO DE CUERNAVA
	EFFEM	01-feb-11	241	1,797.18	4.15	CUERNAVACA	CHINELOS DISTRIBUIDORES
Ruta 3 Embarque 28-ene-2011 22:00 hrs	TAJIN	02-feb-01	13	61.1	0.14	BOCA DEL RIO	ISSSTE
	EFFEM	29-ene-11	527	2,690.65	13.4	VERACRUZ	CASTILLO VAZQUEZ ROBERT
	EFFEM	02-feb-01	23	25.25	0.63	VERACRUZ	HOME DEPOT MEXICO SA DE
	EFFEM	29-ene-11	15	134.1	0.66	XALAPA	DICORSA
Ruta 4 Embarque 28-ene-2011 06:00 hrs	EFFEM GENERAL	02-feb-01	70	476.16	4.15	CUAUTLANCINGO	CADENA COMERCIAL OXXO S
	MILLS	29-ene-11	79	332.62	0.56	JILOTEPEC	SUPER DON NICO
	EFFEM	28-ene-11	19	32.52	0.88	PUEBLA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
	TAJIN	28-ene-11	220	1,034.00	2.42	PUEBLA	PRODUCTOS DE CONSUMO Z
	EFFEM	02-feb-01	37	69.2	1.32	PUEBLA	HOME DEPOT MEXICO SA DE
	EFFEM	28-ene-11	59	487.12	2.8	TEHUACAN	CADENA COMERCIAL OXXO S
	TAJIN TAJIN	02-feb-01 02-feb-01	60 18	282 84.6	0.66 0.2	TEHUACAN TLAXCALA	NUEVA WAL MART DE MEXIC IMSS
Ruta 5 Embarque 01-feb-2011 20:00 hrs	APPLICA	02-feb-01	1	7.47	0.01	HUAJUAPAN DE LEÓN	NUEVA WAL MART DE MEXIC
	JANSSEN	02-feb-01	54	669.20	0.25	OAXACA	ALEJANDRO ALVAREZ CARLO
	KAZ	02-feb-01	10	0.75	0.00	OAXACA	MARTINEZ GOMEZ RAMIRO
	UHU	02-feb-01	2	9.64	0.01	OAXACA	TONY TIENDAS SA DE CV
Ruta 6 Embarque 27-ene-2011 20:00 hrs	APPLICA	28-ene-11	153	252.88	0.26	IRAPUATO	RYSE SA DE CV
	KAZ	28-ene-11	7	68.51	0.66	LEON	CASA SABA SA DE CV
	KAZ	28-ene-11	1	12.39	0.00	LEON	NADRO SA DE CV
	NOVARTIS	28-ene-11	9338	704.85	2.82	LEON	FARMACOS NACIONALES SA
	UHU	28-ene-11	40	113.22	2.43	LEON	LA MARIPOSA DE LEON SA
	NOVARTIS	29-ene-11	875	526.46	0.75	PEDRO ESCOBEDO	SERVICIOS EN PTOS.Y TER
	CORONA	29-ene-11	4	56.24	0.32	QUERETARO	MUESTRAS CLIENTE S&L
	KAZ	29-ene-11	4	17.65	0.01	QUERETARO	FARMACIA DERMATOLOGICA
Ruta 7 Embarque 31-ene-2011 20:00 hrs	KAZ	01-feb-11	22	637.08	0.08	MORELIA	MACOUZET BECERRA JUAN
	JANSSEN	01-feb-11	85	831.86	7.97	ZAMORA	ANGUIANO MONDRAGON SAMU

TABLA 3.10 Reporte de programación de embarque, (Fuente: elaboración propia, 2011)

Usando el modulo de la Secretaría observemos la trayectoria de la Ruta 1 y 6.

Ruta 1.

Kilómetros: 880
Tiempo: 11 horas
Tipo de Unidad: Camioneta de 3.5 toneladas, capacidad en volumen 9.5 metros cúbicos
Peso Total Transportado: 2682.26 kg.
Volumen: 9.02 m³



Ruta 2.

Kilómetros: 880
Tiempo: 11 horas
Tipo de Unidad: Camioneta de 3.5 toneladas, capacidad en volumen 9.5 metros cúbicos
Peso Total Transportado: 1752.21 kg.
Volumen: 7.25 m³



GRÁFICA 3.6. Ejemplos de las rutas,
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

La programación y los diseños de rutas incluyen las siguientes limitaciones reales, como:

1. La capacidad que tienen los almacenes en cuanto a la cantidad de andenes disponibles de carga;
2. La disponibilidad del inventario para que se surta la totalidad de los pedidos;
3. En caso de que el valor del producto transportado sea tan alto que deba procurarse una escolta para la transportación, se tiene entonces que coordinar con el área de seguridad;
4. Cada parada puede tener un volumen que tiene que ser recogido además de entregado;
5. Pueden usarse múltiples vehículos con diferentes limitaciones de capacidad, tanto en peso como en volumen;
6. Se permiten un máximo de tiempo de conducción en ruta antes de tomar un periodo de descanso de al menos 10 horas (restricciones de seguridad del Departamento de Transportes);
7. Las palabras pueden permitir recolección y entregas sólo a ciertas horas del día (llamadas momentos oportunos);
8. Se puede permitir recolección en una ruta sólo después de haber efectuado las entregas,
9. Se puede permitir a los conductores tomarse breves descansos, o pausas, para comer a ciertas horas del día.

Estas limitaciones añaden gran complejidad al problema y pueden llegar a frustrar los esfuerzos para hallar una solución óptima.

3.4. CONSOLIDACIÓN DEL FLETE

Una función muy valiosa del equipo de planeación de rutas o del TMS consiste en sugerir los patrones para consolidar pequeños envíos dentro de otros más grandes. Dado que una de las características principales de las tarifas de flete es que los costos unitarios de envío descienden en forma desproporcionada a como aumenta el tamaño del envío, la consolidación del envío puede suponer ahorros sustanciales en los costos de transporte, especialmente cuando los tamaños de los envío son pequeños. El TMS puede seguir con atención y en tiempo real los tamaños del envío, destinos y fechas prometidas de entrega. A partir de esta información y cuando las reglas de decisión interna, puedan formarse viajes económicos a la vez que consideran los objetivos de servicio de entrega.

La consolidación del envío se logra normalmente de cuatro maneras.

1. Debe haber consolidación del inventario.
2. Consolidación del vehículo. La recolección y el reparto son menores que la capacidad de carga del vehículo, se coloca en el mismo camión más de una carga de recibo o de entrega para un transporte eficiente.
3. Consolidación del almacén. La razón fundamental para el almacenamiento es permitir la transportación de grandes volúmenes o tamaños de envío a través de grandes distancias, y la transportación de volúmenes o tamaños pequeños de rutas a cortas distancias.
4. Consolidación temporal. Los pedidos de los clientes se retienen, de manera que pueden hacerse de una vez pocos envíos más grandes, en vez de hacer muchos envíos pequeños en varios tiempos. Las economías de transportación se logran mediante mejores diseños de ruta para los envíos más grandes, así como mediante tarifas más bajas por unidad. Son por lo general, una compensación por los efectos de deterioro del servicio que resulta de no enviar los pedidos en pronto como se reciben y se llenan. Los ahorros de costos son obvios, pero los efectos en el servicio pueden ser difíciles de estimar.

3.5. PRORRATEO DEL COSTO DE TRANSPORTE DE VIAJES CONSOLIDADOS

Cuando existe consolidación de pedidos es importante conocer el costo de la transportación a nivel de pedido, o si se elige alguna unidad de medida como el costo por caja, costo por metro cúbico o por kilogramo ya sea de la distribución local o foránea de las mercancías. El algoritmo de prorrateo de costo que se utilice debe incluirse en el TMS que utilice la compañía para que tenga control sobre la información.

El siguiente algoritmo es una propuesta sobre cómo podrían prorratearse los costo cuando se consolida producto de varios clientes o se requiere conocer el costo por pedido transportado. Al mismo tiempo se hará la operación de cálculo con los datos de la ruta 1 del plan de viaje del caso de estudio.

Algoritmo de prorrateo.

Variables a considerar:

- a) Peso del pedido (expresado en kilogramos)
- b) Volumen del pedido (expresado en metros cúbicos)
- c) Distancia por destino parada (expresado el kilómetros)
- d) Costo total de la tarifa del viaje.
- e) Peso total del viaje.
- f) Volumen total del viaje
- g) Factor de prorrateo de peso
- h) Factor de prorrateo de volumen
- i) Factor de prorrateo de distancia

Paso 1. Dividir el total del costo del flete entre 3.

Esta operación la hacemos porque se le da la misma importancia a las variables de peso, volumen y distancia.

Ejemplo:

Para el caso del viaje Lechería – Chilpancingo –Guerreo - Zihuatanejo el costo de la tarifa para esa ruta en una camioneta de 3.5 toneladas es de \$3405.

$$\text{Tercera parte de la tarifa} = \frac{\text{Tarifa del Flete}}{3} = \frac{3405}{3} = 1135$$

Paso 2. Obtener el factor de prorrato de distancia que en lo sucesivo se denominará FPD.

El resultado de este factor ayudará a calcular el prorrato de cada pedido de acuerdo a su destino.

Primero se computa el importe proporcional del flete a prorratar en cada tramo, este resulta de dividir la distancia de la primera parada entre la distancia total del flete, multiplicándolo por la tercera parte que pondera esta variable, este proceso se repite tantas veces como paradas exista en la ruta.

Para nuestro ejemplo tenemos los siguientes datos:

Distancia Lechería – Acapulco: 306 km

Distancia Acapulco – Chilpancingo: 340 km

Distancia Chilpancingo –Zihuatanejo : 234 km

Total de distancia: 880 km

Total de Pedios: 7

Ejemplo:

$$\text{Parte 1} = \left(\frac{306}{880}\right) 1135 = 394.67$$

$$\text{Parte 2} = \left(\frac{340}{880}\right) 1135 = 438.52$$

$$\text{Parte 3} = \left(\frac{234}{880}\right) 1135 = 301.80$$

Paso 3. El siguiente paso es calcular el prorrateo de la variable distancia de cada pedido, en lo sucesivo se denominará PPD. Este se obtiene dividiendo la parte

Ejemplo: Solo haremos el primer cálculo a través de la fórmula, y el resto se muestra en la tabla.

$$FPD = \left(\frac{394.67}{7} \right) = 56.38$$

proporcional calculada en el paso 2 entre el número de pedidos que se dejan en ese destino o parada.

La siguiente tabla nos muestra el cálculo del PPD para toda la ruta:

Empresa	Destino	Kg	Metros	PPD Parada 1	FPD Parada 2	FPD Parada 3	Costo de transportación por pedido en base a la variable distancia
JANSSEN	ACAPULCO	224.22	2.85	56.38			\$ 56.4
KAZ	ACAPULCO	17.62	0.02	56.38			\$ 56.4
UHU	ACAPULCO	9.60	0.04	56.38			\$ 56.4
EFFEM	ACAPULCO	322.85	1.11	56.38			\$ 56.4
TAJIN	ACAPULCO	1,762.00	4.13	56.38			\$ 56.4
CAMPBELLS	CHILPANCINGO	194.28	0.16	56.38	219.26		\$ 276.0
APPLICA	ZIHUATANEJO	151.69	0.71	56.38	219.26	301.10	\$ 577.0
		2,682.26	9.02	394.67	438.52	301.10	\$ 1,135.0

TABLA 3.11 Cálculo del FPD para la ruta 1,
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Con el cálculo de este factor se prorrateó la parte proporcional de la tarifa que corresponde a la variable distancia.

Paso 4. Cálculo del Factor de Prorrateo de Peso, que en lo sucesivo denominaremos FPP. Éste se calcula con la siguiente fórmula:

$$FPP = \frac{\text{Peso del pedido}}{\text{Peso Total del embarque}} \text{ Tercera parte de la tarifa total}$$

Ejemplo: Solo haremos el primer cálculo a través de la fórmula, y el resto se muestra en la tabla 3.10.

$$FPP = \left(\frac{224.22}{2682.26} \right) (1135) = 94.9$$

Empresa	Destino	Kg	FPP	Costo de transportación por pedido en base a la variable peso
JANSSEN	ACAPULCO	224.22	0.08	\$ 94.9
KAZ	ACAPULCO	17.62	0.01	\$ 7.5
UHU	ACAPULCO	9.60	0.00	\$ 4.1
EFFEM	ACAPULCO	322.85	0.12	\$ 136.6
TAJIN	ACAPULCO	1,762.00	0.66	\$ 745.6
CAMPBELLS	CHILPANCINGO	194.28	0.07	\$ 82.2
APPLICA	ZIHUATANEJO	151.69	0.06	\$ 64.2
		2,682.26	1.00	\$ 1,135.0

TABLA 3.12 Cálculo del FPP para la ruta 1,
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Con el cálculo de este factor se prorrateó la parte proporcional de la tarifa que corresponde a la variable peso.

Paso 5. Cálculo del Factor de prorrateo para la variable volumen, que en lo sucesivo denominaremos FPV. Este cálculo se realiza de manera análoga que el FPP. Su formula esta dado por la siguiente expresión:

$$FPV = \frac{\text{Volúmen del pedido}}{\text{Volúmen Total del embarque}} \text{ Tercera parte de la tarifa total}$$

Ejemplo: Solo haremos el primer cálculo a través de la fórmula, y el resto se muestra en la tabla 3.11.

$$FPV = \left(\frac{2.85}{9.02}\right) (1135) = 358.66$$

Empresa	Destino	Metros	FPV	Costo de transportación por pedido en base a la variable volumen
JANSSEN	ACAPULCO	2.85	0.32	\$ 358.7
KAZ	ACAPULCO	0.02	0.00	\$ 2.3
UHU	ACAPULCO	0.04	0.00	\$ 4.6
EFFEM	ACAPULCO	1.11	0.12	\$ 139.7
TAJIN	ACAPULCO	4.13	0.46	\$ 519.6
CAMPBELLS	CHILPANCINGO	0.16	0.02	\$ 20.5
APPLICA	ZIHUATANEJO	0.71	0.08	\$ 89.6
		9.02	1.00	\$ 1,135.0

TABLA 3.13 Cálculo del FPP para la ruta 1, (Fuente: Elaboración propia, 2011)

Como resultado de ejecutar el algoritmo propuesto nos lleva a conocer a nivel pedido el costo de transportación como lo muestra la siguiente tabla:

Empresa	Destino	Costo de transportación por pedido en base a la variable distancia	Costo de transportación por pedido en base a la variable volumen	Costo de transportación por pedido en base a la variable volumen	Costo de transportación por pedido en base a la variable volumen
JANSSEN	ACAPULCO	\$ 56.4	\$ 358.7	\$ 358.7	\$ 773.7
KAZ	ACAPULCO	\$ 56.4	\$ 2.3	\$ 2.3	\$ 61.1
UHU	ACAPULCO	\$ 56.4	\$ 4.6	\$ 4.6	\$ 65.5
EFFEM	ACAPULCO	\$ 56.4	\$ 139.7	\$ 139.7	\$ 335.7
TAJIN	ACAPULCO	\$ 56.4	\$ 519.6	\$ 519.6	\$ 1,095.7
CAMPBELLS	CHILPANCINGO	\$ 276.0	\$ 20.5	\$ 20.5	\$ 317.1
APPLICA	ZIHUATANEJO	\$ 577.0	\$ 89.6	\$ 89.6	\$ 756.2
		\$ 1,135.0	\$ 1,135.0	\$ 1,135.0	\$ 3,405.0

TABLA 3.14 Ejemplo de cálculo de prorateo (Fuente: Elaboración propia, 2011)

Sería imposible ejecutar este algoritmo de manera manual en cada viaje; sin embargo puede incluirse en un desarrollo interno de software que elabore las empresas. La ventaja de tener un proceso como este es controlar de manera contable el costo de transportación a nivel pedido, población, cliente, costo unitario por caja, metro cúbico o kilogramo.

CAPÍTULO IV.

*MODELO DE
PRONÓSTICO
PARA
EL
PROGRAMA DE
EMBARQUE*



La planeación y el control de las actividades de logística y de la cadena de suministros requieren estimados precisos de los volúmenes de producto y de servicio. Estas estimaciones se presentan en la forma de pronósticos y predicciones. En particular en la planeación de corto plazo, como el control de inventarios, la magnitud de los pedidos o la programación del transporte, el responsable de la logística con frecuencia enfrenta la necesidad de asumir la labor de generar esta información.

El pronóstico de los niveles de demanda es vital para la empresa como un todo, proporciona los datos de la entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio. Cada área funcional tiene sus propios problemas especiales de pronóstico. Los pronósticos en logística se relacionan con la naturaleza espacial así como temporal de la demanda, el grado de variabilidad y su aleatoriedad.

El responsable de la logística deberá saber donde tendrá lugar el volumen de demanda y cuándo lo hará. Se necesita localización espacial de la demanda para planear la ubicación de almacén, equilibrar los niveles de inventario a través de la red de logística y asignar geográficamente recursos de transportación.

4.1 MÉTODOS DE PRONÓSTICO

Los *métodos cualitativos* utilizan en juicio, la intuición; la encuesta o técnica comparativa. La información relacionada con los factores que afectan el pronóstico por lo general es no cuantitativa, intangible y subjetiva. La información histórica tal vez se encuentra disponible o quizá no sea muy relevante para el pronóstico. La naturaleza no científica de los métodos hacen difícil estandarizar y validar su precisión. Estos métodos pueden ser los únicos disponibles cuando se intenta predecir el éxito de nuevos productos, cambios en la política gubernamental o el impacto de una nueva tecnología. Son procesos adecuados para pronósticos de mediano a largo plazo.

Cuando se dispone de una cantidad razonable de información histórica y las variaciones de tendencia y estacionales en las series de tiempo son estables y bien definidas, se pueden usar *métodos de proyección histórica* que pueden ser una forma efectiva de pronóstico para el corto plazo. La premisa básica es que el patrón del tiempo futuro será una réplica del pasado, al menos en gran parte. La naturaleza cuantitativa de las series de tiempo estimula el uso de modelos matemáticos y estadísticos como las principales herramientas de pronóstico. La precisión que puede lograrse para periodos de pronósticos menores a seis meses por lo general es buena. Estos modelos trabajan en forma adecuada simplemente debido a la estabilidad inherente de las series de tiempo en el corto plazo.

La premisa básica sobre la que se construyen los *métodos causales* para pronósticos es que el nivel de la variable pronosticada se deriva del nivel de otras variables relacionadas. En medida que puedan describirse adecuadas relaciones de causa y efecto, los modelos causales pueden ser bastantes buenos para anticipar cambios mayores en las series de tiempo y para pronosticar de manera precisa sobre un período de mediano a largo.

Los modelos causales viene en una variedad de formas: estadísticos, en el caso de los modelos de regresión y econométricos; descriptivos, de entrada-salida, ciclo de vida y simulación por computadora. Cada modelo deriva su validez a partir de los patrones de información histórica que establecen la asociación entre las variables para predicción y la variable que se pronosticará.

Un problema principal con esta categoría de modelos de pronóstico es que con frecuencia resulta difícil encontrar verdaderas variables causales.

Los pronósticos para periodos medianos y largos por lo regular se le proporcionan al responsable de la logística. A menos que exista la necesidad de desarrollar pronósticos específicos de largo plazo, la labor del responsable de la logística estará limitada a los pronósticos de corto plazo que ayudan en el control

de inventarios, programación de envíos, planeación de la carga de almacén y similares. (Ballou, 2004)

4.2 MODELO DE PROMEDIOS MÓVILES

El responsable de logística necesita utilizar una herramienta de pronóstico rápido, barato, sencillo y de corto plazo. Hay técnicas que utilizan una forma de promedio ponderado de observaciones anteriores para atenuar fluctuaciones de corto plazo. La suposición fundamental de estas técnicas es que las fluctuaciones en los valores anteriores representan puntos de partida aleatorios de alguna curva atenuada. Una vez que se identifica esta curva, se puede proyectar hacia el futuro para producir un pronóstico.

El método de **promedio móvil** usa, para pronosticar, la media de todos los datos. Para determinar la demanda diaria de embarque el encargado de logística puede estar más interesado en las observaciones recientes; estos pueden ser un conjunto de datos, o un número de puntos de datos y proceder a calcular la media para las observaciones más recientes. Para describir este enfoque, se emplea el término promedio móvil. Al estar disponible cada nueva observación, se puede calcular una nueva media eliminando el valor más antiguo e incluyendo el más reciente. Entonces, se usa este promedio móvil para pronosticar el siguiente periodo. La ecuación establece el modelo simple de promedio móvil.

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{(Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1})}{n}$$

En donde:

M_t = Promedio móvil en el periodo t

\hat{Y}_{t+1} = Valor de pronóstico para el siguiente periodo

Y_t = Valor real en el periodo t

n = número de términos en el periodo móvil

El promedio móvil para el período t es la media aritmética de las n observaciones más recientes. Nótese que se asignan ponderaciones iguales a cada observación. Al hacerse disponible, cada nuevo punto de datos se incluye en el promedio y se descarta el más antiguo. La proporción de respuesta a los cambios en el patrón subyacente de los datos depende del número de periodos n , que se incluye en el promedio móvil.

Nótese que la técnica de promedio móvil se refiere al último periodo conocido; el número de puntos en cada periodo no cambia al correr del tiempo. El modelo de promedio móvil funciona mejor con datos estacionarios. No maneja muy bien la tendencia o la estacionalidad.

En un promedio móvil, el analista debe escoger el número de periodos n , un promedio móvil de orden 1 tomaría la última observación Y_t y la usaría para pronosticar el siguiente periodo. Esto es simplemente el enfoque del pronóstico no formal de la ecuación. Para datos trimestrales, los datos en un promedio móvil de 4 trimestres arrojan un promedio de los 4 trimestres; y para datos mensuales, un promedio móvil de 12 meses elimina o promedia los efectos estacionales. Es frecuente que se utilicen los promedios móviles con datos trimestrales o mensuales para auxiliar en el examen de los componentes en una serie de tiempo. Entre mayor sea el orden de promedio móvil, mayor será el efecto de atenuación. Empleando como un pronóstico, un promedio móvil grande presta poca atención a las fluctuaciones en la serie de datos.

Un promedio móvil se obtiene encontrando la media de un conjunto específico de valores y empleándolo después para pronosticar el siguiente periodo.

El analista debe emplear su juicio para determinar el número de semanas, meses o trimestres en los que se basará en promedio móvil. Entre menor sea el número, se dará más peso a los periodos recientes. Inversamente, entre más grande sea el número, se dará menor peso a los periodos más recientes. Es más deseable un número pequeño cuando hay cambios súbitos en el nivel de la serie. Un número pequeño asigna mayor peso a la historia reciente, lo que permite que el

pronóstico se ajuste con más rapidez al nivel actual. Cuando existan fluctuaciones amplias no frecuentes en la serie, es deseable un número mayor (*Hanke, 2004*).

4.3 APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO

Para el caso de estudio de la compañía proveedora de servicios logísticos tiene como entrada de información al inicio de cada mes el volumen de cajas que deberá entregar a clientes finales, este dato le es proporcionado por el área de ventas de cada uno de sus 35 clientes; de tal forma que la variable clave son las cajas.

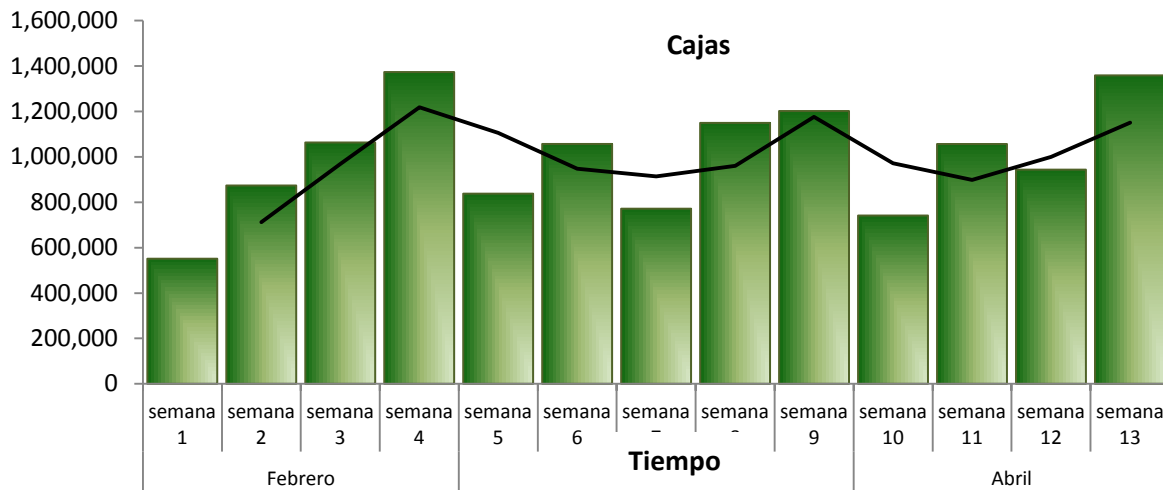
El reto de la compañía logística se convierte en conocer dónde tendrá lugar el volumen de la demanda; es decir cómo está distribuida por punto de origen, cuanto es distribución local y foráneo, en cuantos viajes o rutas se convierte la distribución de cajas, y cuando son las fechas de entrega a lo largo del ciclo, el ciclo generalmente es mensual.

Es importante conocer la cantidad de rutas y el tiempo de embarque de las mismas ya que teniendo certidumbre sobre esta información se puede realizar una mejor planeación de su gente en el área de almacén, ruteo, despacho de pedidos, y podrá pedir transporte con sus proveedores. También adquiere la oportunidad de mejorar los costos de transportación porque teniendo un pronóstico de rutas puede hacer convenios comerciales los proveedores para manejar incluso en algunos casos renta de equipo, o asignación de viajes al mes por zona geográfica, que le puede ser atractivo a sus proveedores y así conseguir mejores precios en las tarifas. Por supuesto que las tarifas de transportación son menores cuando se tiene este tipo de convenios, en lugar de las tarifas conocidas como “spot” que son aquellas que se manejan por evento. La ventaja que obtienen los empresarios de autotransporte de carga es la planeación de la utilización de su equipo, ya que incluso ellos pueden ofertar una mejor tarifa si ya tienen viaje de regreso de alguna zona que le asigne su cliente, o tener su equipo en esquema de renta le asegura la utilización eficiente y no generar pérdidas económicas.

En este tipo de negocios es importante buscar relaciones comerciales entre empresas que establezcan relaciones “ganar-ganar” ya que garantiza para ambas compañías reducción de costos y mejora continua en sus operaciones.

En la siguiente parte se definirá el algoritmo para realizar el pronóstico de cada una de las variables del modelo que se propone para determinar la demanda de embarque.

La siguiente tabla muestra la demanda de cajas de la empresa del período.



GRÁFICA 4.1 Demanda trimestral,
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Como podemos observar la demanda muestra el comportamiento creciente de embarque conforme se acerca el final de cada mes, esto muestra la vida del ciclo (mensual). Existen las particiones por semana dentro del ciclo ya que nos dará mejor resultado para efectos de tener mayor certidumbre de cuando se necesita el equipo vehicular a lo largo del mes. Se comenzará el análisis estableciendo un histórico de tres meses, y se harán los pronósticos en base semanal, de tal forma que cuando se realicen los cálculos del pronóstico para la semana uno, tomaremos de los últimos tres meses la semana uno, y así sucesivamente.

4.4 PROPUESTA DEL ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DEL PRONÓSTICO

A lo largo de este apartado se enunciará el algoritmo propuesto para el modelo, y se desarrollará un ejemplo del cálculo de las variables tomando la información del almacén de origen: Zona Metropolitana.

Paso 1. Cálculo de la Proporción de Cajas por Semana

El primer cálculo que realizaremos es la Proporción de Cajas por Semana que en lo sucesivo denominaremos PCS. La siguiente tabla nos muestra la demanda de cajas por semana del origen de la zona metropolitana, del período de febrero a abril.

	Semana	Cajas Embarcadas
Febrero	Semana 1	317,951
	Semana 2	619,329
	Semana 3	747,736
	Semana 4	1,006,107
	Total	2,691,123
Marzo	Semana 5	592,156
	Semana 6	752,420
	Semana 7	502,903
	Semana 8	840,026
	Semana 9	943,978
	Total	3,631,483
Abril	Semana 10	504,480
	Semana 11	773,338
	Semana 12	616,455
	Semana 13	908,506
	Total	2,802,779
		9,125,385

TABLA 4.1 Demanda de embarque semanal
(Fuente: Elaboración propia, 2011)

$$PCS_i = \frac{\sum_{i=0}^n \text{Cajas de la semana } i \text{ de cada mes}}{\text{Total de Cajas}}$$

Para cada semana del mes (i), en caso de que exista la semana 5 en un mes, de tomará solo ese dato, para sacar la proporción

Ejemplo:

$$PCS_1 = \frac{317951+592156+504480}{9125385} = .16 = 16\%$$

$$PCS_2 = \frac{619329+752420+773338}{9125385} = .24 = 24\%$$

$$PCS_3 = \frac{747736+502903+616455}{9125385} = .20 = 20\%$$

$$PCS_4 = \frac{1006107+840026+908506}{9125385} = .30 = 30\%$$

$$PCS_5 = \frac{943978}{9125385} = .10 = 10\%$$

Se calculará el P₅ siempre y cuando el próximo mes sea de 5 semanas, como en éste caso se generará el pronóstico para el mes de mayo.

La suma de PCS_i debe ser igual al 100%

Paso 2. Calculo del Factor por Tipo de Viaje Semanal

En esta etapa se calcula utilizando promedio móviles el Factor por Tipo de Viaje Semanal que en lo sucesivo denotaremos $FTVS_i$, donde $i = 1, 2, 3, 4, 5$ dependiendo el número de semanas que tenga el mes que se desea pronosticar, este factor nos proporcionara un estimado de la cantidad de cajas que por semana se embarcan con destino local y foráneo de cada punto de origen.

	Tipo de Viaje	Febrero	Marzo	Abril
semana 1	Foráneo	178,777	319,694	277,338
	Local	127,999	609,301	225,369
	Totales	306,776	928,995	502,707
semana 2	Foráneo	302,796	267,334	378,715
	Local	264,980	299,513	370,657
	Totales	567,776	566,847	749,372
semana 3	Foráneo	264,585	388,462	244,849
	Local	417,875	331,218	315,852
	Totales	682,460	719,680	560,701
semana 4	Foráneo	386,423	245,238	390,047
	Local	597,925	212,153	458,151
	Totales	984,348	457,391	848,198
semana 5	Foráneo		335,979	
	Local		485,830	
	Totales		821,809	

Primero se calcula el FTVS de los datos reales, la fórmula es:

$$FTVS_i = \frac{\text{Cajas Embarcadas Foraneas}_i}{\text{Total de cajas embarcadas de la semana}_i}$$

Para toda $i = 1, 2, 3, 4, 5$ que son las semanas que puede tener un mes.

Realizaremos el ejemplo con los primeros datos del mes de Febrero de la semana 1.

$$FTVS_1 = \frac{178,777}{306,776} = .5827 = 58.27\%$$

$$FTVS_1 = \frac{127,999}{306,776} = .4772 = 47.72\%$$

Nótese que la suma de ambos debe ser 100%

TABLA 4.2 Demanda de embarque por tipo de viaje
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Una vez calculado FTVS de los tres meses, se procederá a generar el pronóstico el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Pronóstico de } FTVS_i = \frac{FTVS_1 + FTVS_2 + FTVS_3}{3}$$

La formula aplica tanto para el cálculo del factor para viaje locales, como viajes foráneos. El siguiente cuadro nos muestra el cálculo de los factores y el pronóstico.

	Tipo de Viaje	Cálculo del FTVS del histórico			Pronóstico para mayo del FTVS
		Febrero	Marzo	Abril	
semana 1	Foráneo	58.28%	34.41%	55.17%	49.29%
	Local	41.72%	65.59%	44.83%	50.71%
	Totales	100%	100%	100%	100%
semana 2	Foráneo	53.33%	47.16%	50.54%	50.34%
	Local	46.67%	52.84%	49.46%	49.66%
	Totales	100%	100%	100%	100%
semana 3	Foráneo	38.77%	53.98%	43.67%	45.47%
	Local	61.23%	46.02%	56.33%	54.53%
	Totales	100%	100%	100%	100%
semana 4	Foráneo	39.26%	53.62%	45.99%	46.29%
	Local	60.74%	46.38%	54.01%	53.71%
	Totales	100%	100%	100%	100%
semana 5	Foráneo		40.88%		40.88%
	Local		59.12%		59.12%
	Totales		100%		100%

TABLA 4.3 Computo del pronóstico de FTVS
(Fuente: *Elaboración propia, 2011*)

Paso 3. Cálculo del Factor por Tipo de Vehículo Semanal

Este factor se expresa como un porcentaje y nos indica la proporción de cajas que se embarcan en cada tipo de unidad vehicular. Este cálculo se realiza para viajes foráneos y para viajes locales de manera separada y se obtendrán sus respectivos factores. En lo sucesivo denominaremos a este factor como FTVehS.

Recuérdese que las unidades que se utilizan son camioneta de una tonelada (Cam 1 tons), camioneta de 1.5 toneladas (Cam 1.5 tons), camioneta de 3.5 toneladas (Cam 3.5 tons), Mudanza, Rabón, Thorton y Tráiler.

		Distribución Foránea (Cajas)			
		Mes	Febrero	Marzo	Abril
semana 1	Cam 1 ton		835	552	359
	Cam 1. 5 ton		13,805	58,179	22,920
	Cam 3. 5 ton		42,201	67,667	29,060
	Mudanza		0	2,868	3,336
	Rabón		1,996	5,304	4,697
	Thorton		20,749	84,403	42,058
	Trailer		54,661	404,885	123,952
	Total		134,247	623,858	226,382
semana 2	Cam 1 ton		395	467	630
	Cam 1. 5 ton		46,046	31,498	47,412
	Cam 3. 5 ton		98,012	76,996	88,742
	Mudanza		250	47,932	470
	Rabón		3,647	4,476	5,860
	Thorton		40,017	50,994	35,378
	Trailer		111,286	103,888	203,343
	Total		299,653	316,251	381,835
semana 3	Cam 1 ton		575	735	1,680
	Cam 1. 5 ton		48,066	52,237	69,604
	Cam 3. 5 ton		279,451	53,727	72,485
	Mudanza		0	2,164	3,396
	Rabón		2,514	9,232	678
	Thorton		18,668	60,577	63,209
	Trailer		115,004	165,458	150,989
	Total		464,278	344,130	362,041
semana 4	Cam 1 ton		393	1,931	1,282
	Cam 1. 5 ton		298,703	26,033	59,998
	Cam 3. 5 ton		74,557	64,203	200,889
	Mudanza		6,646	5,387	2,688
	Rabón		30,942	3,298	1,323
	Thorton		68,479	53,945	79,389
	Trailer		127,029	97,664	167,096
	Total		606,749	252,461	512,665
semana 5	Cam 1 ton		0	1,766	0
	Cam 1. 5 ton		0	61,822	0
	Cam 3. 5 ton		0	206,852	0
	Mudanza		0	508	0
	Rabón		0	3,207	0
	Thorton		0	66,204	0
	Trailer		0	152,311	0
	Total		0	492,670	0

Fórmula para el cálculo $FTVehS_i$, para toda $i = 1, 2, 3, 4, 5$ que indica la semana

$x =$ Cam 1 tons, Cam 1.5 tons, Cam 3.5 tons, etc.

$$FTVehS_i = \frac{\text{Cajas embarcadas en el tipo de vehículo } x}{\text{Total de cajas embarcadas en la semana } i}$$

Ejemplo: Realizaremos el ejemplo con datos de la semana 1 del mes de febrero:

$$FTVehS_1 = \frac{835}{134,247} = .0063$$

$$FTVehS_1 = \frac{13,805}{134,247} = .1028 = 10.28\%$$

$$FTVehS_1 = \frac{42,201}{134,247} = .3143 = 31.43\%$$

$$FTVehS_1 = \frac{0}{134,247} = 0 = 0\%$$

$$FTVehS_1 = \frac{1,996}{134,247} = .0148 = 1.48\%$$

$$FTVehS_1 = \frac{20,749}{134,247} = .1545 = 15.45\%$$

$$FTVehS_1 = \frac{54,661}{134,247} = .4071 = 40.71\%$$

TABLA 4.4 Demanda de embarque por tipo de unidad vehicular (Fuente: Elaboración propia, 2011)

La siguiente tabla muestra el cálculo del $FTVehS_i$ tanto foráneo como local:

		Local				Foráneo			
Mes		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
semana 1	Cam 1 ton	0.62%	0.09%	0.16%	0.29%	0.05%	0.03%	0.06%	0.05%
	Cam 1. 5 ton	10.28%	9.33%	10.12%	9.91%	5.79%	7.44%	2.95%	5.39%
	Cam 3. 5 ton	31.44%	10.85%	12.84%	18.37%	16.65%	12.89%	5.73%	11.76%
	Mudanza	0.00%	0.46%	1.47%	0.64%	0.70%	0.45%	3.41%	1.52%
	Rabón	1.49%	0.85%	2.07%	1.47%	3.08%	1.25%	3.11%	2.48%
	Thorton	15.46%	13.53%	18.58%	15.85%	23.43%	25.18%	32.06%	26.89%
	Trailer	40.72%	64.90%	54.75%	53.46%	50.31%	52.76%	52.67%	51.91%
	Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
semana 2	Cam 1 ton	0.13%	0.15%	0.16%	0.15%	0.18%	0.16%	0.12%	0.15%
	Cam 1. 5 ton	15.37%	9.96%	12.42%	12.58%	8.17%	5.25%	9.03%	7.48%
	Cam 3. 5 ton	32.71%	24.35%	23.24%	26.77%	12.14%	16.92%	13.90%	14.32%
	Mudanza	0.08%	15.16%	0.12%	5.12%	0.73%	0.22%	1.01%	0.65%
	Rabón	1.22%	1.42%	1.53%	1.39%	3.43%	0.20%	2.58%	2.07%
	Thorton	13.35%	16.12%	9.27%	12.91%	13.32%	27.92%	16.71%	19.32%
	Trailer	37.14%	32.85%	53.25%	41.08%	62.03%	49.32%	56.65%	56.00%
	Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
semana 3	Cam 1 ton	0.12%	0.21%	0.46%	0.27%	0.16%	0.51%	0.12%	0.27%
	Cam 1. 5 ton	10.35%	15.18%	19.23%	14.92%	11.43%	10.96%	15.03%	12.47%
	Cam 3. 5 ton	60.19%	15.61%	20.02%	31.94%	14.69%	10.15%	6.23%	10.36%
	Mudanza	0.00%	0.63%	0.94%	0.52%	2.34%	3.53%	1.86%	2.58%
	Rabón	0.54%	2.68%	0.19%	1.14%	2.19%	1.98%	1.75%	1.97%
	Thorton	4.02%	17.60%	17.46%	13.03%	16.51%	25.54%	18.60%	20.21%
	Trailer	24.77%	48.08%	41.70%	38.19%	52.68%	47.32%	56.41%	52.14%
	Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
semana 4	Cam 1 ton	0.06%	0.76%	0.25%	0.36%	0.37%	0.10%	0.09%	0.19%
	Cam 1. 5 ton	49.23%	10.31%	11.70%	23.75%	11.72%	10.53%	14.23%	12.16%
	Cam 3. 5 ton	12.29%	25.43%	39.19%	25.63%	17.05%	8.06%	10.17%	11.76%
	Mudanza	1.10%	2.13%	0.52%	1.25%	2.51%	3.32%	1.36%	2.39%
	Rabón	5.10%	1.31%	0.26%	2.22%	1.58%	1.85%	2.11%	1.85%
	Thorton	11.29%	21.37%	15.49%	16.05%	13.31%	20.75%	17.10%	17.05%
	Trailer	20.94%	38.68%	32.59%	30.74%	53.48%	55.40%	54.94%	54.61%
	Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
semana 5	Cam 1 ton	0.00%	0.36%	0.00%	0.36%	0.00%	0.15%	0.00%	0.15%
	Cam 1. 5 ton	0.00%	12.55%	0.00%	12.55%	0.00%	15.60%	0.00%	15.60%
	Cam 3. 5 ton	0.00%	41.99%	0.00%	41.99%	0.00%	7.06%	0.00%	7.06%
	Mudanza	0.00%	0.10%	0.00%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	Rabón	0.00%	0.65%	0.00%	0.65%	0.00%	2.17%	0.00%	2.17%
	Thorton	0.00%	13.44%	0.00%	13.44%	0.00%	11.48%	0.00%	11.48%
	Trailer	0.00%	30.92%	0.00%	30.92%	0.00%	63.54%	0.00%	63.54%
	Total	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%

TABLA 4.5 Cálculo del pronóstico del $FVEHS_i$
(Fuente: Elaboración propia, 2011)

Paso 4. Promedio de Cajas por Tipo de Unidad Vehicular

Este indicador se realiza obteniendo el promedio de cajas por tipo de unidad vehicular de cada semana de los tres meses que se tienen como datos reales, posteriormente se agrupan estos resultados por semana, de cada mes y se computa el estimado; en lo sucesivo lo denotaremos como $PCTUVeh_i$ del período i . El pronóstico de este indicador se obtiene con la siguiente fórmula:

$$PCTUVeh_i = \frac{PCTUVeh_{i-3} + PCTUVeh_{i-2} + PCTUVeh_{i-1}}{3}$$

La siguiente tabla nos muestra el cálculo para el ejemplo que estamos mostrando:

		Promedio de cajas embarcadas por tipo de unidad de viajes foráneos				Promedio de cajas embarcadas por tipo de unidad de viajes locales			
		Febrero	Marzo	Abril	Pronóstico Mayo	Febrero	Marzo	Abril	Pronóstico Mayo
Semana 1	Cam 1 ton	29	97	30	52	60	110	40	85
	Cam 1. 5 ton	197	340	114	217	129	506	151	262
	Cam 3. 5 ton	577	938	307	607	343	752	251	448
	Mudanza	428	722	1,187	779		717	834	776
	Rabón	708	570	785	688	499	758	470	575
	Thorton	1,266	2,519	1,274	1,686	692	2,482	765	1,313
	Trailer	1,087	1,362	1,646	1,365	854	4,009	1,240	2,034
semana 2	Cam 1 ton	52	226	67	115	56	42	63	49
	Cam 1. 5 ton	319	152	416	296	279	196	339	271
	Cam 3. 5 ton	616	993	648	752	743	524	699	655
	Mudanza	585	609	562	585	125	47,932	235	16,097
	Rabón	1,371	280	842	831	304	746	533	528
	Thorton	946	1,401	991	1,113	817	1,308	753	959
	Trailer	1,652	1,237	1,760	1,550	1,147	880	1,442	1,157
semana 3	Cam 1 ton	65	175	79	106	82	82	105	82
	Cam 1. 5 ton	438	689	440	522	264	351	357	324
	Cam 3. 5 ton	905	638	352	632	2,329	471	609	1,136
	Mudanza	1,326	1,202	788	1,105		1,082	679	881
	Rabón	564	621	1,113	766	359	659	136	385
	Thorton	1,088	1,121	1,154	1,121	644	1,010	1,345	999
	Trailer	1,310	1,498	1,176	1,328	1,085	1,414	1,385	1,295
semana 4	Cam 1 ton	293	60	94	149	44	149	67	96
	Cam 1. 5 ton	633	318	663	538	1,978	181	301	820
	Cam 3. 5 ton	1,064	449	805	772	552	446	1,322	773
	Mudanza	1,251	2,769	897	1,639	1,662	5,387	896	2,648
	Rabón	700	662	1,046	803	1,934	471	265	890
	Thorton	1,131	1,019	1,829	1,326	1,522	1,383	1,443	1,449
	Trailer	1,873	1,273	1,726	1,624	1,323	1,149	1,519	1,330
semana 5	Cam 1 ton		88		88		110		110
	Cam 1. 5 ton		553		553		300		300
	Cam 3. 5 ton		438		438		1,277		1,277
	Mudanza				0		254		254
	Rabón		837		837		267		267
	Thorton		1,050		1,050		1,182		1,182
	Trailer		1,724		1,724		1,554		1,554

TABLA 4.6 Cálculo del pronóstico del $PCTUVeh_i$
(Fuente: Elaboración propia, 2011)

Una vez que calculado todos los indicadores, podemos proceder a generar el pronóstico de viajes que se realizaran en el siguiente mes, únicamente se necesita de entra el dato de cajas mensuales. Es muy importante que la presentación de esta información se realice de manera resumida y clara para la interpretación y manejo de la información, de hecho se recomienda que sea un reporte que se presente en no más de dos hojas.

La Gráfica 4.7 muestra una parte de la propuesta del reporte detallada, y también la ubicación de los indicadores. El reporte completo se anexa en el CD de este trabajo (ANEXO 2), se obtuvo usando una hoja de cálculo. Hemos denominado a este reporte “Pronostico del Programa de Embarque”

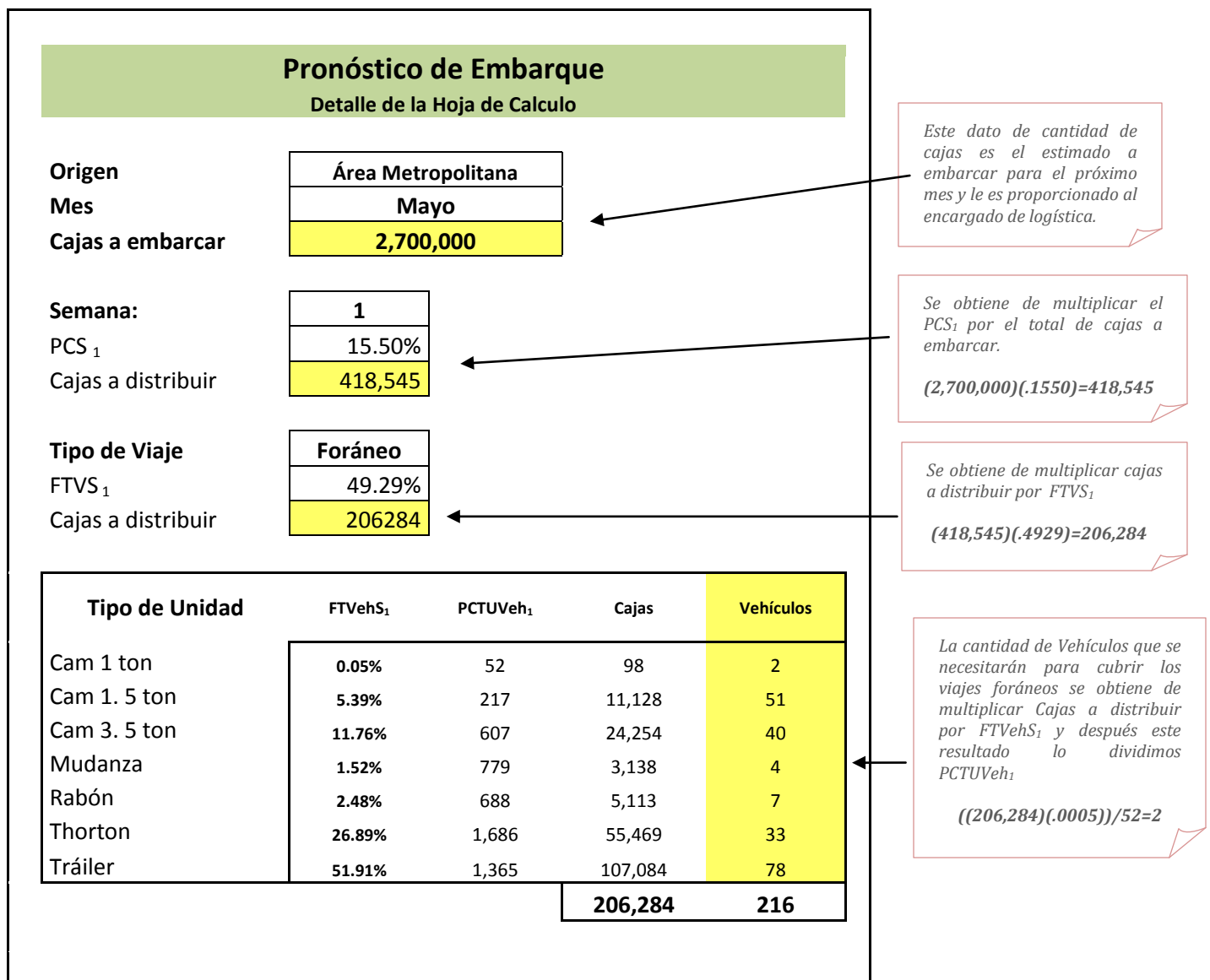


TABLA 4.7 Reporte del pronóstico de embarque
 (Fuente: Elaboración propia, 2011)

CAPÍTULO V.
EVALUACIÓN
DEL
TRABAJO
DE
INVESTIGACIÓN



5.1. VALORACIÓN DE OBJETIVOS

Una vez concluido el trabajo de investigación, se comprueba que se cumple con los objetivos establecidos en un principio.

Objetivo General

Aplicar modelos matemáticos en el proceso de transportación de mercancías en la República Mexicana.

Con la información presentada en el trabajo de tesis, se comprueba el cumplimiento del objetivo general. Ya que para el logro de la propuesta del modelo de transporte, el algoritmo de prorrateo de costos de viajes, y el análisis para la estructura de la red se utilizaron herramientas como: Estadística Descriptiva, Prorrateo de Costos y Promedios Móviles.

Objetivos Específicos

1. Describir la evolución de la logística desde el principio de la humanidad hasta nuestros tiempos.
2. Mencionar los conceptos y variables importantes dentro del proceso logístico.
3. Indicar la importancia del proceso de transportación dentro de la Logística.

Estos tres objetivos se cumplieron con el desarrollo de los capítulos uno y dos, ya que nos va mostrando las actividades de apoyo y clave dentro del proceso logístico, y el estudio de toda la investigación se va a la variable que tiene mayor riesgo en el control y costos que es la transportación de mercancías.

4. Expresar la situación actual del autotransporte de carga en México.
5. Emplear un caso de estudio de la distribución de producto terminado en nuestro país.
6. Describir la Estructura de de Red de Distribución en la Republica Mexicana.
7. Aplicar el Método de Barrido para la planeación de rutas.

8. Proponer un algoritmo en el prorrateo de costos de transporte de viajes consolidados.
9. Aplicar Promedios Móviles para el Pronóstico del Plan de Embarque Semanal.

Se llegó a alcanzar estos cinco objetivos, con los ejemplos, planteamientos y propuestas que se hicieron en el capítulo tres y cuatro.

5.2 CONCLUSIONES

Los objetivos que se plantearon al inicio de este trabajo se cumplieron al 100%, ya que se logra hacer propuestas de solución a subsistemas que forman parte de todo el proceso que implica la transportación de productos terminados. Los logros obtenidos de este trabajo de investigación podemos contenerlo en los siguientes puntos:

1. Se logró desarrollar satisfactoriamente el presente trabajo de investigación siguiendo la “Guía Metodología con Enfoque Mixto”
2. Se aplicó la Teoría General de Sistemas para comprender y delimitar las problemáticas que se resolvieron considerando siempre su relación y consecuencias con todo el sistema y subsistemas con los que se relaciona.
3. Se describió una parte del Sistema de Transportación en México, mencionando las complejidades de las variables que intervienen, como lo son: El perfil del proveedor del autotransporte de carga, la pulverización de la demanda de pedidos en zonas complejas (centros de las ciudades, poblaciones apartadas, etc.), los métodos de ruteo que se emplean, la consolidación de los pedidos, definición de los costos de transportación, etc.
4. Se propusieron la aplicación de herramientas matemáticas sencillas y económicas para abordar problemas donde existen grandes áreas de oportunidad en los costos de transportación.

5.3 RECOMENDACIONES

Se hacen las siguientes recomendaciones:

1. El algoritmo que se sugiere para estructurar la Red de Distribución de Mercancías, se debe evaluar nuevamente para el caso de algún cambio considerable del volumen de cajas a distribuir.
2. Se recomienda el mantenimiento continuo apoyandose de la información que se puede extraer a través de entrevistas con expertos, experiencias vividas, conocimiento de las causas y efectos que tienen los procesos, relaciones entre las distintas áreas que intervienen.
3. Para la implementación del algoritmo de prorrateo de costos de viajes, es importante tener una fase de prueba antes de hacer cualquier inversión en el desarrollo de software.
4. La propuesta del Modelo de Pronóstico para el Reporte de Viajes Semanales, requiere su mantenimiento constante o por lo menos la actualización de una vez cada dos meses; de otra forma el resultado no contemplará ninguna tendencia. Para calcular el margen de error se recomienda utilizar la medida de desviación estándar de los datos.
5. Las propuesta realizadas en el proceso de ruteo, pronósticos, prorrateo de costos, pueden ser computadas en algún software comercial o en desarrollos internos de cualquier compañía.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ballou, Ronald H., Logística. Logística: Administración de la cadena de suministro (5^a Edición) (2004). México: Prentice Hall
2. Canavos, George C. (1988). Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos. España: McGraw Hill.
3. François Kolb. (1975). La logística: aprovisionamiento, producción, distribución. España: 1075
4. John P. Van Gigch. (1987). Teoría General de Sistemas, México:Trillas
5. John. E. Hanke. (2006). Pronósticos en los negocios. México: Pearson Educación
6. Joseph M. Juran. (1989). Juran on Leadership for Quality. New York: The Free Press.
7. M.C. Efraín Martínez Ortiz. (2005). Guía Metodológica para Elaborar con Calidad Tesis y Tesinas, 9º Congreso Nacional Electromecánico y de Sistemas, 2005.
8. Richard T. O' Connell & Ann B. Koehler. (2007). Pronóstico, series de tiempo y regresión: Un enfoque aplicado. México: Cengage Learning
9. Salvador Mercado H. (2001). Canales de Distribución y Logística, estrategias para vender más en mercados competitivos. Argentina: Macchi.
10. Smykay, Donald J. Bowersox & Frank H. Mossman. (1961). Physical Distribution Management: Logistics Problems of the firm. New York: Macmillan.
11. Stanton, W.J.; Etzel M.J.; & Walker, B.J.. (13^a Edición) (2004) Fundamentos de Marketing. México: Mc Graw-Hill
12. Tommy Carlsson & Anders Ljungberg. (1995). Measuring Service and Quality in the Order Process". San Diego, California: Council of Logistics Management.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS DE INTERÉS SOBRE EL SECTOR:

1. Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2011)
<http://www.sct.gob.mx/>
2. INEGI (2011)
<http://www.inegi.org.mx/>
3. Secretaria de Economía (2011)
<http://www.economia.gob.mx/swb/swb/>
4. Revista, Transporte Siglo XXI (2011)
<http://www.t21.com.mx/revista/61/6144.shtml>
5. CANACAR (2011)
<http://www.canacar.com.mx/>
6. Revista, Enfasis Logística On Line 2011
<http://www.logistica.enfasis.com/contenidos>

ANEXO I

Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal

(DOF del 01 de abril de 2008)

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.- Dirección General de Autotransporte Federal.

MANUEL RODRIGUEZ ARREGUI, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 3o., fracción XI, 38 fracción II; 40 fracciones III y XVI; 41, 43 y 47 fracciones I, II, III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o. y 5o. fracciones IV y VI, 39, 60, 70 y 70 Bis de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 41 del Reglamento de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; 1o., 3o., 4o., 5o. y 6o. del Reglamento sobre el Peso y Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, y

CONSIDERANDO

Que la fracción XVI del artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización dispone que las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer las características y especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios.

Que la fracción VI del artículo 5o. de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, faculta a la Secretaría a expedir las normas oficiales mexicanas de vehículos de autotransporte y sus servicios auxiliares.

Que el pasado 18 de marzo de 2003, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre aprobó el proyecto de norma oficial mexicana PROY-NOM-012-SCT-2-2003.

Que en cumplimiento del artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el pasado 28 de noviembre de 2006 dicho proyecto de norma oficial mexicana fue publicado en el Diario Oficial de la Federación a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presentaran sus comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre.

Que durante el plazo señalado, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron estudiados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre con la intervención de instituciones educativas y de investigación del país, representantes de la industria nacional, así como la intervención de las autoridades involucradas, integrándose a dicho proyecto de norma las modificaciones que el citado Comité consideró procedentes.

Que en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y conforme a los acuerdos adoptados por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, el 30 de marzo de 2007 fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación, las respuestas a los comentarios recibidos en relación al proyecto de norma oficial mexicana en cita.

Que conforme al inciso d) de la fracción II del artículo 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la clave de la norma debe hacer referencia al año en el que ésta es aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización correspondiente.

Que en sesión extraordinaria celebrada el pasado 25 de marzo de 2008, conforme a los acuerdos adoptados y en razón de que su contenido normativo inicial no varió substancialmente, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, aprobó la Norma Oficial Mexicana

NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, por lo que aprobó se procediera a su expedición.

Que el artículo 6o., fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes faculta al Subsecretario de Transporte a expedir normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, por lo que tengo a bien expedir la siguiente:

Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

México, D.F., a los veintisiete días del mes de marzo de dos mil ocho.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Manuel Rodríguez Arregui**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-012-SCT-2-2008, SOBRE EL PESO Y DIMENSIONES
MAXIMAS CON LOS QUE PUEDEN CIRCULAR LOS VEHICULOS DE AUTOTRANSPORTE
QUE TRANSITAN EN LAS VIAS GENERALES DE COMUNICACION DE JURISDICCION
FEDERAL**

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SUBSECRETARIA DE TRANSPORTE
SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
COORDINACION GENERAL DE PLANEACION Y CENTROS SCT
UNIDAD DE ASUNTOS JURIDICOS
DIRECCION GENERAL DE AUTOTRANSPORTE FEDERAL
DIRECCION GENERAL DE CONSERVACION DE CARRETERAS
DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

SECRETARIA DE GOBERNACION

COORDINACION GENERAL DE PROTECCION CIVIL
DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL

SECRETARIA DE ECONOMIA

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO

SERVICIO DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA
ADMINISTRACION GENERAL DE ADUANAS

SECRETARIA DE ENERGIA

COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDAS

SECRETARIA DE SALUD

COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS
COMISION DE EVIDENCIA Y MANEJO DE RIESGOS

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

DIRECCION GENERAL DEL REGISTRO FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y CONTROL DE EXPLOSIVOS

SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA

POLICIA FEDERAL

SECRETARIA DE TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

DIRECCION GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACION

DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DIRECCION GENERAL DE FOMENTO AMBIENTAL, URBANO Y TURISTICO

DIRECCION GENERAL DE GESTION INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS

SECRETARIA DE RELACIONES EXTERIORES

UNIDAD DE RELACIONES ECONOMICAS Y COOPERACION INTERNACIONAL

SECRETARIA DE TURISMO

DIRECCION GENERAL DE MEJORA REGULATORIA

PROCURADURIA FEDERAL AL CONSUMIDOR

PETROLEOS MEXICANOS

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

COMISION FEDERAL DE COMPETENCIA

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

SECRETARIA DE TRANSPORTE Y VIALIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

INSTITUTO DE INGENIERIA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO DE INVESTIGACION E INNOVACION TECNOLOGICA

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERIA Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

CONFEDERACION DE CAMARAS INDUSTRIALES

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA HULERA

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA

CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE PASAJE Y TURISMO

CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A.C.

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA MOLINERA DEL TRIGO

ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS AL SERVICIO DE PEMEX, CLIENTES Y EMPRESAS SUSTITUTAS, A.C.

ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS DE CARGA DE LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A. C.

ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA SALINERA, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE TRANSPORTISTAS, A.C.

ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A.C.

ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C.

ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO, A.C.

ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS FERROCARRILERAS, A.C.

ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS, A.C.
ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS, A.C.
ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE DOCUMENTOS OFICIALES, A.C.
INDUSTRIA NACIONAL DE AUTOPARTES, A.C.
CONSEJO NACIONAL PARA EL ABASTO DE GRANOS Y OLEAGINOSAS
GRUPO INTERMEX
LICONSA, S.A. DE C.V.
INDUSTRIAS ALTON
INDUSTRIAS MICHELIN, S.A. DE C.V.

INDICE

- 1.- Fundamentación y motivación
- 2.- Objetivo y campo de aplicación
- 3.- Referencias
- 4.- Definiciones
- 5.- Clasificación de vehículos
 - 5.1. Atendiendo a su clase.
 - 5.2. Atendiendo a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas.
- 6.- Especificaciones
 - 6.1. De peso.
 - 6.1.1. Peso máximo por eje.
 - 6.1.2. Peso bruto vehicular máximo autorizado.
 - 6.2. Dimensiones.
 - 6.2.1. Dimensiones máximas autorizadas.
 - 6.3. Tecnologías alternativas.
 - 6.4. Casos de conectividad.
 - 6.4.1. Vehículos de Carga
 - 6.4.2. Vehículos de Pasajeros
- 7.- Observancia obligatoria de esta Norma
 - 7.1. Vehículos de fabricación nacional y de importación.
- 8.- Sanciones
- 9.- Vigilancia
- 10.- Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC)
 - 10.1. Objetivo
 - 10.2. Unidades de Medida
 - 10.3. Disposiciones Generales del PEC
 - 10.4. Verificación
 - 10.5. Unidades de Verificación
 - 10.6. Dependencias y Organismos que intervienen en la verificación
- 11.- Métodos de Prueba
- 12.- Concordancia con normas internacionales

13.- Transitorios

14.- Bibliografía

15.- Apéndice Normativo “PESO Y DIMENSIONES MAXIMAS AUTORIZADAS POR TIPO DE VEHICULO Y CAMINO”:

Tabla A Peso máximo autorizado (t), por tipo de eje y camino.

Tabla B Peso bruto vehicular máximo autorizado (t), por tipo de vehículo y camino.

Tabla C Largo máximo autorizado (m), por tipo de vehículo y camino.

16.- Anexo 1, Tramos carreteros a que se refiere el numeral 6.4.1.1, inciso c) de casos de conectividad

1. Fundamentación y motivación

Con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3o., fracción XI, 38 fracción II; 40 fracciones III y XVI; 43 y 47 fracciones I, II, III y IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o. y 5o. fracciones IV y VI, 39, 60, 70 y 70 Bis de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 41 del Reglamento de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; 1o., 3o., 4o., 5o. y 6o. del Reglamento sobre el Peso y Dimensiones y Capacidad de los Vehículos de Autotransporte que transitan en los Caminos y Puentes de Jurisdicción Federal, y

CONSIDERANDO

Que para mejorar los niveles de seguridad tanto en la vida como en los bienes de las personas que utilizan los caminos y carreteras de jurisdicción federal, así como disminuir los daños a la infraestructura del país, es necesario establecer las características y especificaciones en cuanto al límite máximo de peso y dimensiones que deben observar los vehículos de autotransporte que circulan por los caminos y puentes que forman parte de las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, de acuerdo con las características físicas y especificaciones técnicas de la infraestructura carretera nacional.

Que la regulación del peso y dimensiones de los vehículos que transitan por las carreteras y puentes de jurisdicción federal comprende la atención de diversos temas como son: los riesgos a que son expuestas las personas que las utilizan; el daño a pavimentos y puentes; problemas de tránsito, así como el uso eficiente de la infraestructura y del transporte.

Que además se requieren esfuerzos importantes para incrementar la competitividad del autotransporte en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal mediante la adopción de medidas concertadas con los diferentes actores, destacando, entre otros, el desarrollo de la infraestructura, la seguridad, la modernización del parque vehicular, la capacitación a operadores, la inspección y vigilancia, tráfico seguro, condiciones físico mecánicas, corresponsabilidad de los usuarios y prestadores del servicio.

Que actualmente la red de carreteras federales presenta un ritmo de deterioro en pavimentos y puentes superior a los recursos que se destinan en el presupuesto para su mantenimiento. Además de que cada tipo de carretera está diseñada para diferentes volúmenes de tráfico.

En el pasado las prioridades presupuestales estuvieron dirigidas a privilegiar la construcción de nueva infraestructura más que a mejorar la existente.

Que a pesar de los esfuerzos para aumentar las medidas de seguridad en la operación del transporte en carreteras mediante la colaboración de las diversas autoridades involucradas y el sector privado, se requieren medidas adicionales que contribuyan a incrementar la seguridad en el tránsito de personas y mercancías, así como disminuir los riesgos a los que son expuestas con el tránsito de vehículos que, por la carga que transportan y sus dimensiones, implican en sí mismos un riesgo para la seguridad tanto de los usuarios como de la infraestructura.

Que la infraestructura carretera en el país presenta rezagos importantes frente a la de nuestros principales socios comerciales, y que dadas sus características físicas y de diseño que son coincidentes con los estándares internacionales, el recorrido de vehículos demasiado pesados

supone cargas y esfuerzos extraordinarios que acelera su deterioro y reduce su vida útil, por lo que resulta imperativo establecer una regulación adecuada.

Que la circulación de vehículos que exceden los límites de peso y dimensiones autorizados al generar un mayor consumo de combustible debido al mayor peso y congestión de tránsito que provocan, contribuyen a incrementar la problemática de contaminación ambiental y del cambio climático en el país.

Que es importante tomar las medidas necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios con el objeto de disminuir los índices de accidentes.

Que para atender lo anterior, es necesario que el parque vehicular del autotransporte incorpore vehículos con tecnologías más avanzadas que actualmente se encuentran disponibles en México, que además de mejorar la seguridad, permiten una oferta del servicio más competitiva.

Que el Gobierno Federal tiene el interés y la convicción de resolver la problemática descrita de manera integral para mejorar los niveles de seguridad de los usuarios de las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, así como promover la conservación de la infraestructura carretera del país y la productividad de la industria y el comercio.

Que actualmente la vida útil de los puentes existentes en la red carretera federal, se ha reducido en relación al periodo de uso para el que fueron diseñados, por lo que para mantener sus niveles de seguridad y operatividad, se requieren inversiones significativas.

Que adicionalmente el país requiere inversiones en obras puntuales que permitan mejorar la operatividad de la red carretera, tales como modificaciones de curvas, corrección de pendientes, recuperación de acotamientos, construcción de terceros carriles para rebase, ampliaciones de corona y mejoramiento del señalamiento; además, la circulación en tramos saturados afecta negativamente el tránsito de los vehículos, incrementa los tiempos de recorrido, genera costos adicionales en el transporte e impacta negativamente en la fatalidad y siniestralidad de los accidentes.

Que la Secretaría tiene encomendada la tarea de definir las políticas y promover la regulación que coadyuven al desarrollo seguro y eficiente del transporte y la infraestructura en el país, así como su sano crecimiento en el largo plazo, para lo cual se requiere establecer normas claras que definan las características y especificaciones que deben reunir los vehículos de autotransporte federal, así como los equipos y los servicios conexos que tiendan a proteger la seguridad de los usuarios y el uso eficiente de las vías generales de comunicación.

Que una rigurosa supervisión del peso y dimensiones de los vehículos de autotransporte federal permitirá reducir el daño a las carreteras y puentes e impactará favorablemente en los costos de operación de los camiones y autobuses al contar con mejores superficies de rodadura.

Que la adecuada determinación del peso y dimensiones de los vehículos que transitan por carreteras y puentes federales se ha venido posponiendo, lo que ha afectado considerablemente tanto a la infraestructura como a la inversión en equipo, principalmente en la renovación de los vehículos de arrastre.

Que la fracción XVI del artículo 40 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, dispone que las normas oficiales mexicanas tendrán como finalidad establecer las características y especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios.

Que la fracción VI del artículo 5o. de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, faculta a la Secretaría a expedir las normas oficiales mexicanas de vehículos de autotransporte y sus servicios auxiliares.

Que el Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su artículo 6o. fracción XIII, faculta al Subsecretario de Transporte a expedir normas oficiales mexicanas y difundir normas mexicanas en el ámbito de su competencia.

Que el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-SCT-2-2003 fue aprobado en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre en su sesión ordinaria celebrada el 18 de marzo de 2003.

Que el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-SCT-2-2003, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2006, para consulta pública durante el plazo de 60 días naturales, conforme al artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Que en el plazo antes señalado, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de la Norma, los cuales fueron estudiados y revisados en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre con la intervención de las principales instituciones educativas y de investigación en el país, así como los representantes más significativos de la industria y con la intervención de las autoridades involucradas, integrándose al proyecto definitivo las modificaciones que dicho Comité consideró procedentes.

Que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con fundamento en el artículo 47 fracción III de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización por conducto del Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, Lic. Manuel Rodríguez Arregui, ordenó la publicación en el Diario Oficial de la Federación de las respuestas a los comentarios recibidos en el proceso de consulta pública.

Que en cumplimiento de lo dispuesto en la fracción IV del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, en reunión extraordinaria celebrada el 25 de marzo de 2008, aprobó el texto definitivo de la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, para su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

2.- Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte federal, sus servicios auxiliares y transporte privado que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal, excepto los vehículos tipo grúa de arrastre y arrastre y salvamento.

3.- Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma, es necesario consultar:

- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida. Vigente.
- Norma Oficial Mexicana NOM-067-SCT-2/SECOFI-1999, Transporte terrestre-Servicio de autotransporte económico y mixto-midibús-características y especificaciones técnicas y de seguridad. Vigente.
- Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCFI-1994, Instrumentos de medición-Instrumentos para pesar de funcionamiento no automático-Requisitos técnicos y metrológicos. Vigente.

4.- Definiciones

Autobús.-	Vehículo automotor de seis o más llantas, de estructura integral o convencional con capacidad de más de 30 personas.
Autotanque.-	Vehículo cerrado, camión tanque, semirremolque o remolque tipo tanque, destinado al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión.
Bitácora de horas de servicio	Registro diario que contiene los datos necesarios para

del conductor.-	conocer el tiempo efectivo de conducción y determinar el de descanso.
Cadena de seguridad.-	Dispositivo de seguridad, cadena o cable de acero, para mantener la conexión entre los vehículos acoplados o enganchados, ya sean motrices o de arrastre y mantener el control de dirección de viaje del vehículo trasero en caso de falla de la argolla y/o gancho de arrastre.
Camión unitario.-	Vehículo automotor de seis o más llantas, destinado al transporte de carga con peso bruto vehicular mayor a 4 t.
Camión remolque.-	Vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un camión unitario con un remolque, acoplado mediante un convertidor.
Capacidad.-	Número máximo de personas, más peso del equipaje y paquetería, que un vehículo destinado al servicio de pasajeros puede transportar y para el cual fue diseñado por el fabricante o reconstructor.
Carga útil y peso útil.-	Peso máximo de la carga que un vehículo puede transportar en condiciones de seguridad y para el cual fue diseñado por el fabricante o reconstructor.
Carta de porte.-	Título legal del contrato entre el remitente y la empresa de autotransporte, y por su contenido se decidirán las cuestiones que se susciten con motivo del transporte de las cosas; contendrá las menciones que exige el código de la materia y surtirá los efectos que en él se determinan.
Condiciones de operación del vehículo.-	Cuando el vehículo se encuentra con combustible, lubricantes, sistemas de enfriamiento y accesorios a nivel.
Convertidor.-	Sistema de acoplamiento que se engancha a un semirremolque y que le agrega una articulación a los vehículos de tractocamión semirremolque-remolque y camión remolque.
Convertidor tipo "H".-	Sistema de acoplamiento de dos o más ojillos que se engancha a un camión o a un semirremolque y que le agrega una articulación a las configuraciones compuestas por un tractocamión, semirremolque y remolque o camión remolque.
Dimensiones.-	Alto, ancho y largo máximo expresado en metros de un vehículo en condiciones de operación incluyendo la carga.
Frenos Libres de Fricción (freno auxiliar).-	Sistema de frenos independientes al sistema de frenos de servicio y que actúan directamente en el tren motriz.
Norma.-	Norma Oficial Mexicana.
Peso.-	Fuerza que ejerce sobre el piso un vehículo debido a su masa y a la gravedad terrestre.
Peso bruto vehicular.-	Suma del peso vehicular y el peso de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el peso de los pasajeros, equipaje y paquetería, en el caso de los vehículos destinados al servicio de pasajeros.
Peso por eje.-	Concentración de peso que un eje transmite a través de todas sus llantas a la superficie de rodadura.

Peso vehicular.-	Peso de un vehículo o configuración vehicular con accesorios, en condiciones de operación, sin carga.
Remolque.-	Vehículo con eje delantero giratorio, o semirremolque con convertidor y eje trasero fijo, no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo automotor, o acoplado a un camión o tractocamión articulado.
Secretaría.-	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
Semirremolque.-	Vehículo sin eje delantero, destinado a ser acoplado a un tractocamión de manera que sea jalado y parte de su peso sea soportado por éste.
Sistema antibloqueo para frenos.-	Equipo electrónico de seguridad que mediante sensores de rotación instalados en los ejes, auxilian al sistema de frenos de servicio principal, evitando que éstos se bloqueen.
Subcontratista.-	Transportista contratado por una empresa de transporte privada para prestar el servicio de autotransporte federal.
Suspensión neumática.-	Sistema de seguridad de los vehículos conformado por elementos mecánicos y estructurales flexibles que unen a los ejes con el chasis o estructura autoportante, en la que el principal elemento es un sistema neumático, que amortigua las vibraciones.
Tractocamión.-	Vehículo automotor destinado a soportar y arrastrar semirremolques.
Tractocamión articulado.-	Vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un tractocamión y un semirremolque.
Tractocamión doblemente articulado.-	Vehículo destinado al transporte de carga, constituido por un tractocamión, un semirremolque y un remolque u otro semirremolque, acoplados mediante mecanismos de articulación.
Tren Motriz.-	Conjunto de elementos conformados por motor, transmisión, diferencial y ejes.
Unidad vehicular tipo góndola o madrina.-	Configuración vehicular integrada por un camión-remolque; tractocamión-semirremolque o tractocamión-semirremolque-remolque o tractocamión-semirremolque-semirremolque, destinada al transporte de vehículos sin rodar.

5. Clasificación de vehículos

Para los fines de esta Norma los vehículos se clasifican en:

5.1. Atendiendo a su clase.

CLASE	NOMENCLATURA
AUTOBUS	B
CAMION UNITARIO	C
CAMION REMOLQUE	C-R
TRACTOCAMION ARTICULADO	T-S

TRACTOCAMION DOBLEMENTE T-S-R y T-S-S
 ARTICULADO

5.2. Atendiendo a su clase, nomenclatura, número de ejes y llantas.

TABLA 5.2.1

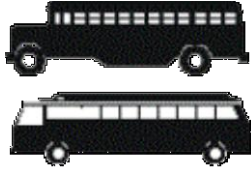





AUTOBUS (B)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONGRÁFICACION DEL VEHICULO
B2	2	6	
B3	3	8 o 10	
B4	4	10	

TABLA 5.2.2

CAMION UNITARIO (C)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONGRÁFICACION DEL VEHICULO
C2	2	6	
C3	3	8-10	
CAMION-REMOLQUE (C-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONGRÁFICACION DEL VEHICULO
C2-R2	4	14	




C3-R2	5	18	
C2-R3	5	18	
C3-R3	6	22	

TABLA 5.2.3


















TRACTOCAMION ARTICULADO			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONGRÁFICACION DEL VEHICULO
T2-S1	3	10	
T2-S2	4	14	
T2-S3	5	18	
T3-S1	4	14	
T3-S2	5	18	
T3-S3	6	22	

TABLA 5.2.4

TRACTOCAMION SEMIRREMOLQUE-REMOLQUE (T-S-R)			
NOMENCLATURA	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS	CONGRÁFICACION DEL VEHICULO
T2-S1-R2	5	18	
T2-S2-R2	6	22	
T2-S1-R3	6	22	
T3-S1-R2	6	22	
T3-S1-R3	7	26	
T3-S2-R2(1)	7	26	

T3-S2-R3	8	30	
T3-S2-R4(1)	9	34	
T2-S2-S2	6	22	
T3-S2-S2	7	26	
T3-S3-S2	8	30	

(1) Las con Gráficas T3-S2-R2 y T3-S2-R4 podrán comprender un semirremolque de tres ejes con eje retráctil, siempre y cuando no se exceda el número máximo de ejes autorizado ni el peso bruto vehicular máximo para el T3-S2-R2 y T3-S2-R4 respectivamente. En todo caso, dicho eje retráctil deberá estar levantado durante la circulación del vehículo.

5.2.5 Las Gráficas indicadas en las tablas de la 5.2.1 a la 5.2.4 son enunciativas no limitativas.

6. Especificaciones

6.1. De peso.

Estas especificaciones deben interpretarse como los pesos de las masas cuyos valores se indican.

6.1.1. Peso máximo por eje.

6.1.1.1 Las concentraciones máximas de carga por daño a pavimentos por eje de acuerdo al tipo de camino en que transitan, son las indicadas en la tabla "A" del apéndice normativo.

Con el propósito de que los vehículos de pasajeros que cuenten con suspensión neumática, circulen con mayor seguridad al permitir una mejor distribución del peso bruto vehicular en los ejes, la Secretaría podrá autorizar exclusivamente para el eje delantero una concentración máxima de carga de 7,5 t.

Asimismo la carga debe ser colocada para que cumpla con el peso bruto vehicular autorizado y la concentración de carga por eje o con Gráfica de ejes, no exceda lo establecido en la tabla "A" de cargas por eje.

6.1.2 Peso bruto vehicular máximo autorizado.

6.1.2.1 El peso bruto vehicular máximo autorizado para cada vehículo o con Gráfica vehicular, según el tipo de camino en que transitan, es el indicado en la tabla "B", considerando la suma de pesos por eje y la fórmula puente^{1/}.

6.1.2.2 El peso bruto vehicular máximo autorizado para los vehículos y con Gráficas vehiculares, se podrá incrementar en 1,5 t en cada eje motriz y 1,0 t en cada eje de carga exclusivamente cuando circulen por caminos tipo "ET" y "A", siempre y cuando cumplan con todas y cada una de las especificaciones técnicas, disposiciones de seguridad y de control siguientes:

^{1/} La fórmula puente considerada es la siguiente:

$$PBV = 870 \left[\frac{DE * N}{N - 1} + (3,66 * N) + 11 \right]$$

En donde:

PBV = Peso Bruto Vehicular en kilogramos.
 DE = Distancia entre ejes extremos (medida del centro del eje delantero, al centro del último eje del vehículo o configuración vehicular).
 N = Número de ejes.

6.1.2.2.1 Para vehículos o con Gráficas vehiculares nuevos o que se incorporen al servicio de autotransporte federal y transporte privado, a partir de la entrada en vigor de la presente Norma.

AUTOBUS

VEHICULO O CONGRÁFICACION VEHICULAR	CONTAR CON DICTAMEN DE CONDICIONES FISICO MECANICAS Y DE BAJA EMISION DE CONTAMINANTES VIGENTES	MOTOR ELECTRONICO	FRENO AUXILIAR DE ESCAPE, MOTOR O RETARDADOR O FRENO LIBRE DE FRICCION	SISTEMA ANTIBLOQUEO PARA FRENOS	SUSPENSION DE AIRE (EXCEPTO EJE DIRECCIONAL DELANTERO)
B2	✓	✓	✓	✓	✓
B3 (8)	✓	✓	✓	✓	✓
B3 (10)	✓	✓	✓	✓	✓
B4	✓	✓	✓	✓	✓

CAMION Y CAMION-REMOLQUE

VEHICULO O CONGRÁFICACION (1)	CONTAR CON DICTAMEN DE CONDICIONES FISICO MECANICAS Y DE BAJA EMISION DE CONTAMINANTES VIGENTES (C y R)	MOTOR ELECTRONICO CON HP MINIMO (C)	FRENO AUXILIAR DE ESCAPE, MOTOR O RETARDADOR O FRENO LIBRE DE FRICCION (C)	CONVERTIDOR EQUIPADO CON DOBLE CADENA DE SEGURIDAD	SISTEMA ANTIBLOQUEO PARA FRENOS (C y R)	SUSPENSION DE AIRE (EXCEPTO EJE DIRECCIONAL DELANTERO)
C2	✓	195	✓	-	✓	✓
C3	✓	215	✓	-	✓	✓
C2-R2	✓	250	✓	✓	✓	✓
C3-R2	✓	250	✓	✓	✓	✓
C3-R3	✓	260	✓	✓	✓	✓
C2-R3	✓	250	✓	✓	✓	✓

TRACTOCAMION-SEMI-REMOLQUE; TRACTOCAMION-SEMI-REMOLQUE-REMOLQUE Y TRACTOCAMION-SEMI-REMOLQUE-SEMI-REMOLQUE

VEHICULO O CONGRÁFICACION VEHICULAR	CONTAR CON DICTAMEN DE CONDICIONES FISICO MECANICAS Y DE BAJA EMISION DE CONTAMINANTES VICENTES	MOTOR ELECTRONICO HP MINIMO (T)	TORQUE MINIMO (T) (lb-pie)	CAPACIDAD MINIMA DE LOS EJES DE TRACCION (T)	FRENO AUXILIAR DE MOTOR O RETARDADOR O FRENO LIBRE DE FRICCION	CONVERTIDOR EQUIPADO CON DOBLE CADENA DE SEGURIDAD	SISTEMA ANTIBLOQUEO PARA FRENOS (T, S y R)	SUSPENSION DE AIRE (EXCEPTO EJE DIRECCIONAL- DELANTERO)
T2-S1	✓	260	660	-	✓	-	✓	✓
T2-S2	✓	300	800	-	✓	-	✓	✓
T3-S2	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T3-S3	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T2-S3	✓	350	1 050	-	✓	-	✓	✓
T3-S1	✓	300	800	-	✓	-	✓	✓
T2-S1-R2	✓	350	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T2-S2-R2	✓	350	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T2-S1-R3	✓	370	1 250	30 000	✓	✓	✓	✓
T3-S1-R2	✓	370	1 250	40 000	✓	✓	✓	✓
T3-S1-R3	✓	400	1 650	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R2	✓	400	1 650	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R4	✓	450	1 850	46 000	✓	✓	✓	✓
T3-S2-R3	✓	450	1 850	44 000	✓	✓	✓	✓
T3-S3-S2	✓	400	1 650	44 000	✓	•	✓	✓
T2-S2-S2	✓	370	1 250	30 000	✓	-	✓	✓
T3-S2-S2	✓	400	1 650	44 000	✓	-	✓	✓

(1) Los remolques y semirremolques que se utilizan en este tipo de con Gráficas vehiculares además deben estar equipados con cámaras de frenado de doble acción (estacionamiento y servicio), excepto en el eje auto-direccional.

Nota.- La potencia del motor, torque y capacidad de los ejes, se indican en unidades del sistema inglés, por ser éstas como comúnmente se les identifican y facilitar su cumplimiento. Las conversiones al sistema internacional son:
 1 HP = 0,7457 Kw; 1Lb-pie = 1,3558 Nw-m y 1 Lb = 0,454 kg.

"PESO Y DIMENSIONES MAXIMAS AUTORIZADAS POR TIPO DE VEHICULO Y CAMINO"

TABLA A PESO MAXIMO AUTORIZADO (t), POR TIPO DE EJE Y CAMINO.

TABLA B PESO BRUTO VEHICULAR MAXIMO AUTORIZADO (t), POR TIPO DE VEHICULO Y CAMINO.

TABLA C LARGO MAXIMO AUTORIZADO (m), POR TIPO DE VEHICULO Y CAMINO.

**TABLA A
PESOS MAXIMOS AUTORIZADOS POR TIPO DE EJE Y CAMINO
(t)**

CONGRÁFICACION DE EJES	TIPO DE CAMINO			
	ET4 Y ET2 A4 Y A2	B4 Y B2	C	D
 SENCILLO DOS LLANTAS	6,50	6,00	5,50	5,00
 SENCILLO CUATRO LLANTAS	10,00	9,50	8,00	7,00
 MOTRIZ SENCILLO CUATRO LLANTAS	11,00	10,50	9,00	8,00
 MOTRIZ DOBLE O TANDEM SEIS LLANTAS	15,00	13,00	11,50	11,00
 DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS	17,00	15,00	13,50	12,00
 MOTRIZ DOBLE O TANDEM OCHO LLANTAS	18,00	17,00	14,50	13,50
 TRIPLE O TRIDEM DOCE LLANTAS	23,50	22,50	20,00	NA

NA = NO AUTORIZADO

- (1) En el caso de los vehículos de pasajeros, la Secretaría, con el propósito de promover la seguridad, autoriza descargas en los vehículos que cuenten con suspensión neumática, con una concentración máxima de 7,5 t en el eje delantero.

**TABLA B
PESO BRUTO VEHICULAR MAXIMO AUTORIZADO POR CLASE DE VEHICULO Y CAMINO**

VEHICULO O CONGRÁFICACION VEHICULAR	NUM. EJES	NUM. LLANTAS	PESO BRUTO VEHICULAR (t)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0
B3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
B3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
B4	4	10	27,0	25,0	22,5	21,0
C2	2	6	17,5	16,5	14,5	13,0

C3	3	8	21,5	19,0	17,0	16,0
C3	3	10	24,5	23,0	20,0	18,5
C2-R2	4	14	37,5	35,5	NA	NA
C3-R2	5	18	44,5	42,0	NA	NA
C3-R3	6	22	51,5	47,5	NA	NA
C2-R3	5	18	44,5	41,0	NA	NA
T2-S1	3	10	27,5	26,0	22,5	NA
T2-S2	4	14	34,5	31,5	28,0	NA
T3-S2	5	18	41,5	38,0	33,5	NA
T3-S3	6	22	48,0	45,5	40,0	NA
T2-S3	5	18	41,0	39,0	34,5	NA
T3-S1	4	14	34,5	32,5	28,0	NA
T2-S1-R2	5	18	47,5	45,0	NA	NA
T2-S1-R3	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T2-S2-R2	6	22	54,5	50,5	NA	NA
T3-S1-R2	6	22	54,5	51,5	NA	NA
T3-S1-R3	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R2	7	26	60,5	57,5	NA	NA
T3-S2-R4	9	34	66,5	66,0	NA	NA
T3-S2-R3	8	30	63,0	62,5	NA	NA
T3-S3-S2	8	30	60,0	60,0	NA	NA
T2-S2-S2	6	22	51,5	46,5	NA	NA
T3-S2-S2	7	26	58,5	53,0	NA	NA

NA- No Autorizado

TABLA C
LARGO MAXIMO AUTORIZADO POR CLASE DE VEHICULO Y CAMINO

VEHICULO O CONGRÁFICACION VEHICULAR	NUM. EJES	NUM. LLANTAS	LARGO TOTAL (m)			
			ET y A	B	C	D
B2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
B3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
B4	4	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2	2	6	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	8	14,0	14,0	14,0	12,5
C3	3	10	14,0	14,0	14,0	12,5
C2-R2	4	14	31,0	28,5	NA	NA
C3-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA
C3-R3	6	22	31,0	28,5	NA	NA
C2-R3	5	18	31,0	28,5	NA	NA
T2-S1	3	10	23,0	20,8	18,5	NA

T2-S2	4	14	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S2	5	18	23,0	20,8	18,5	NA
T3-S3	6	22	23,0	20,8	18,5	NA
T2-S1-R2	5	18	31,0	28,5	NA	NA
T2-S1-R3	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T2-S2-R2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S1-R2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S1-R3	7	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R2	7	26	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R4	9	34	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-R3	8	30	31,0	28,5	NA	NA
T3-S3-S2	8	30	25,0	25,0	NA	NA
T2-S3	5	18	23,0	20,0	18,0	NA
T3-S1	4	14	23,0	20,0	18,0	NA
T2-S2-S2	6	22	31,0	28,5	NA	NA
T3-S2-S2	7	26	31,0	28,5	NA	NA

NA-No Autorizado