



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS PARA LA
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LOGÍSTICO
DE LAS REDES DE TRANSPORTE

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA
TRANSPORTE

P R E S E N T A :

JORGE GIL AVELAR

DIRECTOR DE TESIS: DR. LAURENT YVES GEORGES DARTOIS GIRARD



2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Acosta Flores José De Jesús.

Secretario: Dr. Aceves García Ricardo.

Vocal: Dr. Dartois Girard Laurent Yves Georges.

1er. Suplente: M.I. Rivera Colmenero José Antonio.

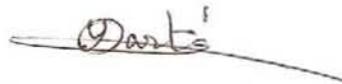
2do. Suplente: M.en D. Montero Montoya Rosa María.

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Ciudad Universitaria.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Laurent Yves Georges Dartois Girard

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dartois', is written over a horizontal line.

FIRMA

ÍNDICE	PÁGINA
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Introducción.....	7
Objetivos.....	10
Justificación.....	10
1. Antecedentes del comercio y del transporte.....	11
1.1 Retrospectiva del comercio internacional.....	11
1.2 Retrospectiva del transporte.....	15
1.3 El comercio internacional y los modos de transporte.....	21
1.3.1 El comercio internacional mexicano: vía marítima, vía ferroviaria y vía carretera.....	22
1.3.2 El comercio doméstico: vía marítima, vía ferroviaria y vía carretera.....	28
1.3.3 El comercio internacional mexicano de carga contenerizada: vía marítima y vía ferroviaria.....	30
2. Indicadores de desempeño logístico.....	35
2.1 Algunas definiciones de indicadores.....	35
2.2 Características de los indicadores.....	36
2.3 Tipos de indicadores.....	37
2.4 Procedimiento para la determinación del grupo de expertos.....	40
2.5 Métodos para la jerarquización de los factores clave.....	43
2.5.1 Método de análisis jerárquico (AHP).....	43

2.5.2	Método DELPHI.....	48
2.6	Resumen.....	50
3.	Metodología para la evaluación del desempeño logístico de las redes de transporte.....	51
3.1	Primer paso: caracterización de la entidad objeto de estudio.....	51
3.2	Segundo paso: diagnóstico del estado de las áreas y factores que integran la entidad.....	53
3.3	Tercer paso: clasificación de los factores en internos y externos.....	56
3.4	Cuarto paso: jerarquización de los factores.....	58
3.5	Quinto paso: construcción de los indicadores de desempeño.....	66
3.6	Sexto paso: implementación y monitoreo de los indicadores.....	80
	Conclusiones.....	81
	Anexo A: Evaluación de la confiabilidad cualitativamente.....	83
	Anexo B: Glosario de términos.....	86
	Bibliografía.....	91

Figuras y Tablas

Figuras

- Figura 1.2.1** Buque portacontenedores post panamax, 16
Figura 1.2.2 Buque portacontenedores post panamax plus, 16
Figura 1.2.3 Vagón cisterna, 17
Figura 1.2.4 Contenedor de doble estiba, 18
Figura 1.25 Semirremolque, 19
Figura 2.5.1.1 Matriz A, 44
Figura 2.5.1.2 Matriz normalizada N, 45
Figura 2.5.1.3 Vector de prioridades V, 46
Figura 2.5.1.4 Vector de sumas ponderadas K, 46
Figura 2.5.2.1 Procedimiento DELPHI, 49
Figura 2.5.2.2 Cuadro comparativo de los métodos DELPHI y AHP, 50
Figura 3.4.1 Matriz normalizada (N), 61
Figura 3.4.2 Vector de prioridades (V), 62
Figura 3.4.3 Vector de sumas ponderadas (K), 63
Figura 3.5.1 Buque portacontenedores fondeo-salida, 77

Tablas

- Tabla 1.1.1** Crecimiento del PIB, 12
Tabla 1.1.2 Crecimiento del volumen del comercio mundial de mercancías, por determinadas regiones y economías, 2000-2007, 14
Tabla 1.2.1 Participación intermodal en el transporte total de mercancías, 21
Tabla 1.3.1.1 Principales exportadores e importadores mundiales de mercancías, 2007, 22
Tabla 1.3.1.2 Intercambio comercial vía marítima considerando los principales productos (toneladas), 24
Tabla 1.3.1.3 Comercio interior vía marítima considerando los principales productos por países (toneladas), 24
Tabla 1.3.1.4 Mercancías movilizadas por ferrocarril (millones de toneladas), 25
Tabla 1.3.1.5 Mercancías movilizadas por ferrocarril vía frontera terrestre (porcentaje), 26
Tabla 1.3.1.6 Mercancías movilizadas por ferrocarril vía frontera marítima (porcentaje), 27
Tabla 1.3.2.1 Movimiento marítimo de cabotaje (toneladas), 28
Tabla 1.3.2.2 Promedio de carga manejada por compañía anualmente (miles de toneladas), 30
Tabla 1.3.3.1 Volumen mundial de contenedores, 31
Tabla 2.3.1 Indicadores logísticos más utilizados, 38
Tabla 2.4.1 Valoración del grado de conocimiento o información del experto, 41
Tabla 2.4.2 Valoración de aspectos que influyen en el nivel de argumentación, 41

Tabla	2.4.3	Determinación de los expertos de mayor influencia, 42
Tabla	3.2.1	Área y factores clave en los nodos, 54
Tabla	3.2.2	Factores clave en la cadena de transporte terrestre, 55
Tabla	3.3.1	Clasificación por área y sus factores internos respectivos, 56
Tabla	3.3.2	Clasificación por área y sus factores externos respectivos, 57
Tabla	3.3.3	Clasificación por área de la cadena de transporte terrestre y sus factores internos y externos respectivos, 57
Tabla	3.4.1	Escala para la comparación por parejas, 60
Tabla	3.4.2	Matriz de prioridades (A) para servicios logísticos: opinión de un experto, 61
Tabla	3.4.3	Jerarquización de los factores en los nodos por área, 65
Tabla	3.4.4	Jerarquización de los factores en la cadena de transporte terrestre por área, 66
Tabla	3.5.1	Escala métrica, 69
Tabla	3.5.2	Costos máximos de las rutas origen/destino (carretera), 70
Tabla	3.5.3	Tiempos máximos de las rutas origen/destino (carretera), 70
Tabla	3.5.4	Costos máximos de las rutas origen/destino (ferrocarril), 71
Tabla	3.5.5	Tiempos máximos de las rutas origen/destino (ferrocarril), 71
Tabla	3.5.6	Costos máximos Llegada/salida (puertos marítimos), 72
Tabla	3.5.7	Tiempos máximos Llegada/salida (puertos marítimos), 73
Tabla	3.5.8	Costos máximos Llegada/salida (puertos interiores), 73
Tabla	3.5.9	Tiempos máximos Llegada/salida (puertos interiores), 74
Tabla	3.5.10	Costos máximos Llegada/salida (puertos fronterizos), 74
Tabla	3.5.11	Tiempos máximos Llegada/salida (puertos fronterizos), 75
Tabla	3.5.12	Confiabilidad basada en tiempos (puertos marítimos), 75
Tabla	3.5.13	Confiabilidad basada en tiempos (puertos interiores), 76
Tabla	3.5.14	Confiabilidad basada en tiempos (puertos fronterizos), 76
Tabla	4.5.15	Despacho de buque portacontenedores, 77
Tabla	4.5.16	Ejemplo de la confiabilidad basada en tiempos (puertos marítimos), 79

Resumen

México carece de una cultura en el uso de indicadores que valoren el estado y desempeño de las redes de transporte. Una metodología detallada es presentada en este trabajo para la construcción de indicadores que evalúen el desempeño en los nodos y rutas de transporte, con especial énfasis en los primeros. El Proceso de Análisis Jerárquico desarrollado por Saaty, fue usado para seleccionar y jerarquizar los factores clave en los nodos como: puertos marítimos, interiores y fronterizos, además de las rutas de transporte. Costos, tiempos y confiabilidad son los criterios importantes que fueron seleccionados para la construcción de los indicadores, muy importante en el contexto actual de las redes de transporte. Los costos y tiempos fueron medidos cuantitativamente, mientras que, la confiabilidad fue medida en ambos aspectos cuantitativo y cualitativo. Un sistema de indicadores fue obtenido para cada uno de los criterios. Construir los indicadores que valoraran el desempeño no fue fácil, pero el proceso es de mucha ayuda y beneficioso.

Abstract

México lacks culture about the use of indicators that assess the state and performance transportation network. A detail methodology is presented in this work to make indicators that value the performance at the nodes and transportation routes, with special emphasis in the firsts. The Analytical Hierarchical Process developed by Saaty, was used to select and hierarchy the key factors at the nodes like: ports maritime, interiors and borders, further transportation routes. Costs, times and availability are the important criteria were selected to make the indicators, very important up-to-date context of transportation routes. The costs and times were measured quantitative, whereas, the availability was measured both quantitative and qualitative aspects. A system of indicators for each criterion was gotten. Making the indicators that assess the performance was not easy, but the process is very help and profitable.

Introducción

En esta primera década del siglo XXI, el comercio mundial ha crecido en proporciones nunca antes vistas, las razones son varias entre ellas podemos mencionar el avance tecnológico, la liberación de la inversión, la apertura comercial, etc. Sin embargo, otro aspecto a destacar muy importante, es el papel de la logística, la cual pone un toque extra a la efectividad en la colocación de las mercancías en cualquier parte del mundo de una manera más rápida, barata y confiable.

Si bien, por un largo tiempo, los países en desarrollo no podrán competir en la producción de mercancías con los países desarrollados, una buena oportunidad para estos países, es el aprovechamiento de los flujos comerciales alrededor del mundo, donde pueden actuar como plataformas logísticas para la entrega eficiente de esos productos a su lugar de destino.

En este contexto, no es suficiente la infraestructura y los servicios ofrecidos para posicionarse competitivamente, además, se debe de contar con herramientas que permitan evaluar el desempeño de las organizaciones en sus diferentes áreas.

En México, es de llamar la atención, que las organizaciones que integran las redes de transporte logístico no hagan una práctica generalizada de la medición del comportamiento de sus áreas. Así, muchas organizaciones no tienen idea de su propio desempeño, y mucho menos con respecto a la competencia, entre otras cosas, por carecer de herramientas de evaluación que les indiquen su estado.

Las investigaciones de instituciones, principalmente de carácter internacional, están influyendo fuertemente en los países en desarrollo para que aprecien las ventajas y adopten este tipo de medidas para la evaluación del desempeño en sus áreas clave, tal es el caso del Banco Mundial (2007).

Partiendo del postulado “**lo que no se puede medir no se puede controlar**”, este trabajo se enfoca en el diseño de una metodología que expone una serie de pasos ordenados y coordinados para la construcción de indicadores que evalúan el desempeño logístico en los nodos (puertos marítimos, interiores y fronterizos) y rutas de transporte.

Este trabajo se compone de tres capítulos: **Capítulo 1:** Antecedentes del comercio y del transporte; **Capítulo 2:** Indicadores de desempeño logístico; **Capítulo 3:** Metodología para la evaluación del desempeño logístico de las redes de transporte.

Capítulo 1: Antecedentes del comercio y del transporte

El capítulo 1, empieza con una retrospectiva del comercio internacional y del transporte. El primer aspecto, presenta una evolución, muy breve, del comercio internacional desde la Revolución Industrial hasta nuestro días, mientras, que el segundo, muestra el desarrollo del transporte, también, desde el último tercio del siglo XVIII hasta la actualidad en sus diferentes modalidades, conforme fueron apareciendo: marítimo, ferrocarril, carretero e intermodal. Además, se muestra la actividad comercial internacional de carga general del país con cada una de las modalidades de transporte (marítimo, ferroviario y carretero), de la misma forma para el comercio doméstico, y se cierra este capítulo, con la actividad de la carga doméstica transportada en contenedores en las modalidades marítima y ferroviaria.

Capítulo 2: Indicadores de desempeño logístico

El capítulo 2, presenta algunos aspectos importantes acerca de los indicadores, empezando con algunas definiciones. Luego se resaltan las características importantes que se deben considerar para elegirlos, así como los indicadores logísticos más utilizados. También, se detalla un proceso para la elección de los expertos y para terminar, se presentan dos métodos populares: AHP (Analytic Hierarchy Process) y DELPHI, para la selección y jerarquización de los factores clave dentro de una organización.

Capítulo 3: Metodología para la evaluación del desempeño logístico de las redes de transporte

Este capítulo, es el más importante en esta investigación. Se muestra detalladamente paso a paso la metodología para determinar las áreas y factores clave de una organización dentro de las redes de transporte, para la construcción eficaz y eficiente de los indicadores de desempeño y su seguimiento. El apartado, se refiere a tres tipos de indicadores: indicador de costos, indicador de tiempo e indicador de confiabilidad.

En este capítulo se pone especial énfasis en el indicador de confiabilidad. Él cual se mide bajo los aspectos cuantitativo y cualitativo. La confiabilidad es un factor importante y conocido en el ambiente de la logística para la reducción de costos. En México, sin embargo, no se le ha sacado provecho como una herramienta útil para el abatimiento de los costos en las redes de transporte. De la revisión de la literatura que hice, encontré algunos trabajos que tocan el punto, pero no hay ninguno donde se mencione como se mide.

La importancia de la propuesta metodológica para la evaluación del desempeño de la redes de transporte, en este documento, se basa en la relevancia del indicador de confiabilidad. En el contexto actual de las redes de transporte y la logística, no se puede ni debe ignorarse más este aspecto ya que representa grandes ventajas, si se le sabe explotar. La efectividad de la medición dependerá de la capacidad de la organización para la recolección de la información relevante y significativa.

A continuación se muestran los seis pasos que integran el proceso:

- Primer paso: Caracterización de la entidad objeto de estudio.
- Segundo paso: Diagnóstico del estado de las áreas y factores que integran la entidad.
- Tercer paso: Clasificación de los factores en externos e internos.
- Cuarto paso: Jerarquización de los factores.
- Quinto paso: Construcción de los indicadores de desempeño.
- Sexto paso: Implementación y monitoreo de los indicadores.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una metodología de análisis considerando las variables de costos, tiempos y confiabilidad para medir el desempeño logístico de las redes de transporte y muestre su posición competitiva.

Objetivos específicos

Describir los métodos y criterios necesarios para la selección de los factores relevantes que integren los sistemas de indicadores.

Describir detalladamente el proceso para la construcción de indicadores que evalúen eficientemente el desempeño de las redes de transporte.

Justificación

México carece de una cultura en el uso de indicadores que valoren el estado actual y desempeño logístico de las redes de transporte. Tradicionalmente, en las redes se mide el desempeño considerando aspectos tales como: costos, tiempos, inventarios, etc., y aún se sigue haciendo, sólo que en el contexto actual se ha abierto un nuevo camino. Hoy en día, se está poniendo atención a aspectos que no se consideraban o no se les daba importancia, tales como la confiabilidad, la predictibilidad, entre otros, por depender básicamente del juicio de las personas, sin embargo, se pueden medir de dos maneras cuantitativamente y cualitativamente.

Contar con una metodología para el diseño, implementación y control de estas variables es relevante en el contexto actual de las redes de transporte para la reducción de los costos y los tiempos, factores primordiales para el cliente.

1. Antecedentes del comercio y del transporte

En el siglo XVIII la asociación de la tecnología y la ciencia revolucionó completamente la producción. Esta combinación fue un catalizador de la producción industrial, esto se percibe claramente en el último cuarto del siglo XVIII, durante la Revolución Industrial, donde la producción se incremento considerablemente, sin ninguna comparación previa.

En este contexto, se hizo imprescindible el transporte que permitió el traslado de las mercancías a las comunidades locales, luego a las aldeñas y posteriormente a las más lejanas, hasta trascender fronteras. Así, dio impulso al desarrollo de los diferentes modos de transporte y la construcción de corredores. Con el tiempo fueron apareciendo técnicas y tecnologías como herramientas inherentes en este escenario para el desempeño adecuado de las redes de transporte.

1.1 Retrospectiva del comercio internacional

En el último cuarto del siglo XVIII, la Revolución Industrial desata al comercio del yugo artesanal. La producción se incrementa como nunca antes, principalmente en la industria textil y minera. Así, Inglaterra domina el comercio en los siglos XVIII y XIX.

A principios del siglo XX, aparecen otros países en la economía mundial como los Estados Unidos de América, Alemania y Francia, además de los Países Bajos y Bélgica que rivalizan con Inglaterra. La aparición de las grandes potencias como Japón, Rusia e Italia ocurre años más tarde.

Los avances tecnológicos y las comunicaciones impulsan a la industrialización diversificando su producción, que se interrumpe con la crisis de 1929. Durante la siguiente década, el objetivo de los países desarrollados no fue el crecimiento económico sino sobrevivir. La Segunda Guerra Mundial fue el suceso que, irónicamente, resolvió el problema del comercio mundial en esta etapa.

En la década de los años cincuentas, la industria se aceleró demasiado, debido entre otras cosas, a la industrialización de los países de las zonas templadas, de América Latina, del Japón, etc. Entre los años cincuentas y los setentas del siglo pasado la economía mundial mantuvo una expansión sostenida que fue interrumpida por la crisis del petróleo.

En la década de los años ochentas, el contexto mundial experimenta grandes cambios. Japón encabeza el este asiático, la Comunidad Económica Europea se expande, China emerge, los Nics (New Industrial Countries) hacen su aparición,

los Estados Unidos consolidan su área de influencia al negociar acuerdos comerciales con Canadá y México, y la globalización se va cimentando.

En el continente asiático, Japón esta a la cabeza y supera a los Estados Unidos en la producción de automóviles. Entonces se aplican las cuotas a las importaciones, y esto estimula al país asiático a invertir en el extranjero, primero lo hace en los Estados Unidos y luego en Europa. A finales de esta década, se empiezan a exportar automóviles japoneses de Estados Unidos a Japón. La globalización se manifiesta claramente en esta rama.

Es el período de las inversiones cruzadas, las alianzas, las fusiones, el papel de las bolsas de valores, la influencia de los países industrializados en el extranjero ponen los ingredientes necesarios para detonar la globalización.

Japón es un caso sorprendente, después de la Segunda Guerra Mundial hasta principios de los noventas del siglo pasado es el país con mayor crecimiento de su Producto Interno Bruto. Ver la tabla 1.1.1.

Tabla 1.1.1 Crecimiento del PIB

Países	1949-1973	1973-1986	1986-1989	1990-1991
Japón	10.8	3.7	5.0	4.4
RFA	5.6	1.8	3.2	3.4
Francia	5.3	2.1	3.2	3.0
E.U.	4.0	2.2	3.7	2.4
R. Unido	2.6	1.3	3.7	1.4

Fuente: OCDE

En el año 1978, China empieza a manifestar su gran impacto en el comercio internacional. El gigante asiático va influir decisivamente en la reestructuración del nuevo orden en la economía mundial. Durante los últimos treinta años, este país ha tenido un crecimiento sostenido y en la actualidad crece a un ritmo anual de 9.5 por ciento, que le valió en el 2007 ser la segunda economía exportadora del mundo superando a los Estados Unidos y la número uno en proveer textiles y prendas de vestir, sin embargo, esto se vio interrumpido en el 2008, donde tuvo una tasa de crecimiento de 8.1%, debido a la crisis de los Estados Unidos del último trimestre del 2008, y el impacto en todo el mundo no se hizo esperar. Pero aún con todo ello, las expectativas son que el mayor volumen de flujo comercial siga siendo con los países de la Cuenca del Pacífico (India, Corea del Sur, Malasia, Taiwán, Japón y China). En este sentido los países de ultramar están

haciendo grandes esfuerzos por mejorar su infraestructura para aprovechar este movimiento de mercancías.

En la década de los años noventas, la Comunidad Económica Europea (CEE) cambia de nombre a Unión Europea (UE). En 1995 los estados miembros llegan a 15. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), en el 2004 su Producto Interno Bruto fue de 12.1 billones de dólares superando a los 12.04 billones de dólares de los Estados Unidos. En la actualidad cuenta con 27 miembros y el mayor PIB del mundo.

También durante esta década, el crecimiento del comercio internacional, las inversiones y la caída de las barreras arancelarias estrechan la comunicación e interdependencia entre los distintos países de todo el mundo, y así la globalización, el moderno concepto en el orbe económico internacional, se manifiesta en su plenitud cuyo objetivo es construir un mercado común.

Sin embargo, en lo que ha derivado toda esta serie de sucesos de carácter económico ha sido en la formación de bloques, más que la creación de un mercado común. En la actualidad, hay una serie de acuerdos comerciales regionales, por ejemplo, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la Unión Europea (EU), la Comunidad de Estados Independientes (CEI) y la de los países asiáticos.

Esto, sin duda, ha repercutido en el crecimiento del volumen del comercio mundial de mercancías. Aunque, la tendencia general ha sido el crecimiento, en el 2007 hubo una disminución en términos reales con respecto al año anterior, tanto de las exportaciones como de las importaciones.

Según el informe del 2008 de la Organización Mundial del Comercio (OMC), en el 2007 el crecimiento del comercio mundial cayó en términos reales en un 6%, frente al 8.5% del 2006, entre otros factores, debido a una desaceleración de la demanda de importaciones de los Estados Unidos, pero también de las europeas y del Japón. Ver la tabla 1.1.2.

Tabla 1.1.2 Crecimiento del volumen del comercio mundial de mercancías, por determinadas regiones y economías, 2000-2007

(Variación porcentual anual)

Exportaciones				Importaciones		
2000-07	2006	2007		2000-07	2006	2007
5.5	8.5	6.0	Mundo	5.5	8.0	5.5
3.0	8.5	5.0	América del Norte	4.0	6.0	2.0
1.0	1.0	1.0	Canadá	4.0	5.5	6.5
3.0	11.0	1.5	México	3.5	10.5	4.5
3.5	10.5	7.0	Estados Unidos	4.0	5.5	1.0
6.5	3.5	3.5	América del Sur y Central	8.0	15.5	17.5
4.0	7.5	3.5	Europa	3.5	7.5	3.5
4.0	7.5	3.0	Unión Europea (27)	3.5	7.0	3.0
1.0	-2.0	1.5	Noruega	5.5	10.5	9.5
4.0	10.0	7.0	Suiza	2.0	7.0	5.0
8.0	5.5	7.5	Comunidad de Estados Independientes (CEI)	17.0	21.0	19.5
10.5	13.5	11.5	Asia	8.5	8.5	8.0
2.0	2.0	2.5	Australia	9.0	8.0	11.0
22.5	22.0	19.5	China	18.0	16.5	13.5
-3.0	9.5	6.5	Hong Kong, China	8.0	9.5	8.0
13.0	11.0	11.5	India	13.5	9.5	14.0
6.5	10.0	9.0	Japón	3.0	2.0	1.0
8.5	12.0	8.5	Seis países comerciantes del Asia Oriental*	5.5	7.5	5.0

* Hong Kong, China; República de Corea; Malasia; Singapur; Tailandia; y Taipei Chino.

Fuente: Informe estadísticas del comercio internacional 2008, OMC.

Como se observa, en el período de 2000 a 2007 el crecimiento promedio anual alcanzado fue de 5.5%. Sin embargo, en el 2007 las exportaciones fueron de un 6.0%, mientras que en el 2006 fueron de 8.5% con una clara disminución de un 2.5%. Del lado de las importaciones, se aprecia el mismo comportamiento, en el 2007 fueron 5.5%, mientras que en el 2006 se tuvo 8.0%.

En el año 2008, la crisis de los Estados Unidos ha repercutido en todo el mundo. En este sentido, es de esperar que en el 2009 la tendencia siga siendo la disminución del comercio mundial, por lo que muchas economías están racionalizando al máximo sus recursos, no para crecer sino para mantenerse.

1.2 Retrospectiva del transporte

En este apartado, sólo se consideran las modalidades marítima, ferroviaria y carretera, dejando a un lado la aérea, dado los objetivos que se persiguen en este estudio.

Transporte Marítimo

En el siglo XVIII, el transporte marítimo era el más barato y rápido de la época. El país que mejor explotó su posición geográfica, aprovechando todas las ventajas comparativas que ofrecía su territorio fue la Gran Bretaña, la cual poseía una red de canales y puertos que le permitía una conexión privilegiada a la costa, además de su marina mercante, la mejor del mundo en este siglo.

A principios del siglo XIX la potencia del vapor empieza a cambiar todo, hay una revolución en los mecanismos de carga. El vapor viene a facilitar el proceso de transporte y los medios de carga evolucionan. Esto último, se hacía con la fuerza bruta del hombre, a los cuales se les llamaba estibadores, en ellos recaía la responsabilidad del embarque y acomodo de carga de forma segura.

En el siglo XX se contó con el uso de grúas y equipo más sofisticado para los embarques, pero aún era importante la figura del estibador, sin embargo esto cambio con la aparición de los contenedores.

En el período que transcurre entre los años 1956 y 1970, el contenedor estaba en una fase experimental, se adaptan los primeros buques portacontenedores, a los cuales se les llama de primera generación, estos eran barcos petroleros o graneleros modificados, cuya capacidad era inferior a los 1,000 TEU's¹.

En los años setentas se generaliza el uso del contenedor y da inicio la construcción de los portacontenedores catalogados como de segunda generación con una capacidad entre los 1,000 y 2,500 TEU's.

En los años ochentas con el crecimiento de comercio internacional y de las economías mundiales aumenta la construcción de barcos portacontenedores de mayor porte o buques catalogados como de tercera generación o Panamax² con una capacidad entre 3,000 y 4,000 TEU's. Pero no fue hasta el año de 1988

¹ TEU es la unidad de medida de capacidad de transporte marítimo en contenedores, proveniente de la expresión inglesa "Twenty-Foot Equivalent Unit" que significa en español Unidad Equivalente a Veinte Pies.

² Son los buques con dimensión para pasar por el Canal de Panamá.

cuando se construyen los primeros contenedores Post Panamax³ o de cuarta generación con una capacidad de entre los 4,000 y los 5,000 TEU's. Como se muestra en la figura 1.2.1.



Figura 1.2.1 Buque portacontenedores post panamax

En el año 2000 se empiezan a construir la quinta generación o Post Panamax Plus con una increíble capacidad de 8,000 TEU's. Ver figura 1.2.2.



Figura 1.2.2 Buque portacontenedores post panamax plus

³ Son los buques que no pueden pasar por el Canal de Panamá debido a sus enormes proporciones.

En la actualidad, cerca del 95 por ciento de las mercancías se transporta por vía marítima, y de éstas el 75 por ciento se hace por medio de contenedores.

Transporte Ferroviario

La aparición del ferrocarril a principios del siglo XIX vino a transformar profundamente el modo de transporte terrestre, siendo primero de pasajeros y después de carga. Alrededor de 1830 se construyeron los primeros vagones de carga que derivó en la agilización del comercio. Sin embargo, la manipulación de la carga era muy difícil, no fue hasta 1845 que aparecen **las plataformas** y **las carretillas** que van ayudar al proceso de carga y descarga en las terminales.

La Guerra de Secesión de los Estados Unidos de América impulsa al desarrollo de equipo más sofisticado como las grúas, que permitían la carga y descarga de maquinaria utilizada en la industria bélica.

En el último cuarto del siglo XIX, el transporte ferroviario permitió la explotación cada vez mayor y en proporciones insospechadas de productos como: el carbón, el hierro, el grano y el algodón.

A principios del siglo XX aparece **el vagón cisterna**, que era un cilindro colocado sobre un vagón abierto, que le dio a este sistema de transporte un mayor dinamismo al poder transportar líquidos. Ver figura 1.2.3.



Figura 1.2.3 Vagón cisterna

Los siguientes cincuenta años destaca el transporte de carga y de pasajeros sobre todo en la Primera y Segunda Guerra Mundial al transportar la maquinaria al campo de batalla.

En los primeros treinta años del siglo XX, el transporte ferroviario empieza a perder terreno ante la aparición del autotransporte, y se acentúa, aún más, en la década de los años sesentas del siglo pasado, donde queda casi completamente relegado.

Pero, en los años setentas y ochentas del siglo XX, con el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y la aparición del **contenedor de doble estiba** mostrado en la figura 1.2.4, permite la aparición de la **modalidad intermodal**, que emplea dos o más modos de transporte explotando sus ventajas comparativas que ofrece cada modalidad. Así, el ferrocarril vuelve a cobrar popularidad.



Figura 1.2.4 Contenedor de doble estiba

En la actualidad, el ferrocarril es un eslabón imprescindible en la modalidad intermodal, la cual explota sus ventajas que ofrece de forma natural al transportar volúmenes considerables de mercancías a un menor costo y con mayor seguridad que su contraparte.

Transporte Carretero

El auge de la construcción de las vías férreas ocasionó el desarrollo de las carreteras que entroncaron con las líneas del ferrocarril. Después de la Primera Guerra Mundial, en particular durante la década de los años veintes, el auge de las carreteras y de los comercios al lado o cerca de ellas provoca un dinamismo en el comercio sin precedentes.

A partir del primer tercio del siglo XX, el autotransporte se va convirtiendo en la principal modalidad de transporte terrestre en el desplazamiento de mercancías. Su gran flexibilidad y el inferior costo en distancias cortas lo convierten en una opción muy atractiva para los usuarios.

El completo dominio del transporte terrestre abarca los años de 1930 a 1960 marginando completamente al ferrocarril. En este período con los avances

tecnológicos y posteriormente las comunicaciones le permiten ofrecer una mayor cantidad de servicios como los envíos de origen-destino sin transbordo intermedio, aún en distancias largas con la ampliación de los vehículos, la incorporación del **semirremolque** mostrado en la figura 1.2.5, y la reducción de los costos de operación le da una enorme dimensión, sin encontrar competencia alguna en el ámbito terrestre. Además, su flexibilidad va desde las expediciones de lotes pequeños que necesitan ser agrupados hasta el lote completo.



Figura 1.2.5 Semirremolque

En los años ochentas el ferrocarril empieza a resurgir entrando en competencia con el autotransporte, pero lejos de poderlo relegar, el transporte carretero sigue siendo el medio preferido por los usuarios. Sin embargo, en esta época utilizar únicamente la modalidad carretera ya no es rentable, se busca aprovechar sus ventajas competitivas, que al integrarlo con otros modos de transporte le permite ser más eficiente y rentable en un servicio completo de puerta a puerta, así surge una nueva modalidad llamada **transporte intermodal**.

En la actualidad se busca explotar al máximo sus ventajas competitivas en la modalidad intermodal, el transporte carretero tiene su principal papel en el desplazamiento de las mercancías en distancias cortas, aprovechando así, sus características naturales propias.

Transporte intermodal

En la década de los años setentas del siglo pasado, los problemas que tenían Panamá y los Estados Unidos de América, por el Canal de Panamá, se agudizó. Así, los transportistas marítimos al buscar alternativas de traslado de mercancías desde la costa este a la costa oeste de los Estados Unidos subcontratan los servicios del ferrocarril, actuando como agentes multimodales, con lo que da origen a **los puentes terrestres**.

En la década de los años ochentas, el concepto **multimodal** fue reconocido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) como una modalidad en la cual los diferentes modos de transporte se complementaban en un solo contrato y un sólo responsable legal llamado agente multimodal para ofrecer un servicio íntegro de puerta a puerta entre países de la manera más rápida, más segura y más barata.

Sin embargo, a nivel internacional no operó, entre otras cosas, por el rechazo de la comunidad de negocios y de la aceptación de un seguro compartido. En lugar de ello, cada modo de transporte optó por una responsabilidad diferenciada, y así dio origen a la modalidad intermodal.

En el transporte intermodal, un transportista organiza un transporte desde el origen hasta su destino, pero sin aceptar la responsabilidad por toda la cadena y hay varios contratos de transporte, uno por cada modo.

La modalidad intermodal empieza a ser la nueva ciencia de la distribución, es parte integral de los nuevos principios empresariales que emergen de la globalización de la economía mundial y de las sofisticadas tecnologías de la computación, la informática y las telecomunicaciones.

En las últimas tres décadas, el intermodalismo se ha ido consolidando en los países desarrollados como la forma más eficiente de racionalizar el transporte. En los Estados Unidos y en el viejo mundo es donde más se ha desarrollado, teniendo una participación considerable en el traslado de sus mercancías. Como se muestra en la tabla 1.2.1.

Tabla 1.2.1 Participación intermodal en el transporte total de mercancías

Estados Unidos	47%	53%
Inglaterra	46%	54%
Alemania	51%	49%
Unión Europea	49%	51%

Fuente: Asociación Mexicana de Transporte Intermodal, Presente y Futuro del transporte Intermodal, diapositiva 15.

Se observa claramente que en general la participación intermodal en el transporte de carga es de alrededor del 50%. Alemania esta a la cabeza con un 51%, y la Unión Europea con un 49%, este último dato es un claro indicador de la tendencia en Europa en materia de transporte.

Por otro lado, la implementación de esta moderna modalidad de transporte ha sido muy difícil y lenta en los países subdesarrollados, por varias razones como: falta de infraestructura, carencia de la tecnología de vanguardia, mecanismos modernos de administración, falta de una cultura de colaboración, entre otras cosas. Sin embargo, su implementación es necesaria, y así lo podemos ver en varios países en vías de desarrollo, entre ellos México, quien recientemente ha construido nueva infraestructura especializada como terminales intermodales portuarias, terminales interiores y terminales fronterizas. Además, se tiene contemplado la modernización de los corredores intermodales actuales. El Programa Nacional de Desarrollo 2007-2012 contiene un plan bastante ambicioso en la construcción de terminales intermodales con los adelantos más modernos y de la calidad de las mejores del mundo, así como la modernización, ampliación y construcción de corredores intermodales dotados de toda la infraestructura necesaria para hilvanar cadenas logísticas de transporte.

1.3 El comercio internacional y los modos de transporte

El transporte se encuentra íntimamente ligado con el comercio y este con la industria. El comercio necesita de una mayor producción de la industria para poder crecer y la industria requiere de grandes mercados para su siempre creciente producción, por lo tanto, a la industria le es indispensable el transporte barato y eficiente para abastecerse de materias primas y productos manufacturados, y así colocar sus productos en cualquier parte del mundo.

1.3.1 El comercio internacional mexicano: vía marítima, vía ferroviaria y vía carretera

El comercio internacional mexicano ha tenido un crecimiento sostenido desde mediados de la década de los años noventas en la importación y exportación de mercancías. La constante en este periodo ha sido la tendencia creciente de las importaciones, lo que ha derivado que nuestra balanza comercial siga siendo negativa.

El comercio y el transporte han sido de las principales actividades generadoras de Valor Agregado Bruto de 1993 a 2004. En este período, el comercio registró un crecimiento promedio anual de 3.6%, siendo la principal actividad económica, mientras, que el transporte registró un crecimiento de 3.2% ubicándose como la tercera actividad económica.

Dentro de la rama del transporte, el autotransporte de carga fue el que registró mayor tasa de crecimiento promedio anual de 4.6% en el mismo período referido.

Durante la década de los años noventas del siglo pasado, México firmó varios acuerdos comerciales con diferentes bloques en diferentes regiones del mundo, destacando sobre todos, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), seguido, de la Unión Europea (UE), luego, de los países asiáticos y en menor medida con Oceanía, África, Latinoamérica y Centroamérica. Esto ha permitido que nuestro país haya expandido considerablemente sus importaciones y exportaciones, y a la vez demandado mecanismos de transporte más eficientes, sin lo cual sería imposible la inmersión en el comercio mundial.

Según la Organización Mundial de Comercio (OMC), En el año 2007, México era uno de los principales comerciantes a nivel mundial. El organismo colocó a nuestro país en el décimo quinto lugar en exportaciones y décimo cuarto en importaciones en el mundo, y el número uno, en ambos rubros en Latinoamérica. Como se muestra en la tabla 1.3.1.1.

Tabla 1.3.1.1 Principales exportadores e importadores mundiales de mercancías, 2007

Lugar	Exportadores	Variación porcentual	Importadores	Variación porcentual
1	Alemania	9.5	E.U.A	14.2
2	China	8.7	Alemania	7.4
3	E.U.A	8.3	China	6.7

4	Japón	5.1	Japón	4.4
5	Francia	4.0	Reino Unido	4.4
6	Holanda	4.0	Francia	4.3
7	Italia	3.5	Italia	3.5
8	Reino Unido	3.1	Holanda	3.5
9	Bélgica	3.1	Bélgica	2.9
10	Canadá	3.0	Canadá	2.7
11	Rep. Corea	2.7	España	2.6
12	Fed. Rusia	2.5	Hong Kong	2.6
13	Hong Kong	2.5	Rep. Corea	2.5
14	Singapur	2.1	México	2.1
15	México	2.0	Singapur	1.8
16	Taipei Chino	1.8	Fed. Rusia	1.6

Nota: La lista es mucho más amplia, aquí solo se muestra algunos países.

Fuente: Elaboración propia con datos del informe estadísticas del comercio internacional de la OMC, 2008.

Intercambio comercial vía marítima

En los últimos diez años, el modo marítimo ha tenido el crecimiento promedio anual más grande. Según el Manual de Estadística del Sector Transporte 2007 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT), entre los años de 1998 a 2005 el comercio marítimo creció anualmente 14.2%, esto implicó que aumentara el valor movido 2.5 veces en este lapso.

En el año 2005, las mercancías importadas por vía marítima fue la segunda modalidad, al registrar un valor de alrededor de 45 mil millones de dólares, equivalente al 20% del total. Los principales productos importados por este medio fueron equipos y manufacturas. Por el lado de las exportaciones, se mantuvo la misma posición con una participación del total alrededor de 47 mil millones de dólares, equivalente al 22% del total. Los principales productos exportados fueron petróleo, manufacturas y material de fundición.

En el año 2007, aumentó el intercambio comercial por esta vía. En la actualidad, además de comerciar con las regiones tradicionales como América, Europa y Asia, también se hace con Oceanía y África. Como se muestra en la tabla 1.3.1.2.

Tabla 1.3.1.2 Intercambio comercial vía marítima considerando los principales productos (toneladas)

Continente	Importación	Exportación	Total	%
América	40, 080, 965	105, 856, 795	145, 937, 760	72.7
Asia	10, 038, 476	11, 793, 415	21, 839, 891	10.9
Europa	9, 120, 275	15, 635, 758	24, 710, 222	12.3
Oceanía	4, 922, 726	27, 805	4, 950, 531	2.5
África	2, 646, 723	609, 573	3, 256, 296	1.6
Total	67,936,157	134, 946, 428	202, 432, 585	100%

Fuente: Anuario Estadístico de los Puertos de México 2007 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Vemos claramente que nuestra principal región comercial tanto en importaciones como en exportaciones es el continente americano con 72.7%, seguido por el europeo con 12.3%, luego por los asiáticos con un 10.9% y en menor proporción con Oceanía y África con 2.5% y 1.6%, respectivamente.

Si vemos detalladamente la posición comercial de México con respecto a los demás país se observan cosas muy interesantes. Ver la tabla 1.3.1.3.

Tabla 1.3.1.3 Comercio exterior vía marítima considerando los principales productos por países (toneladas)

Lugar	País	Importaciones	País	Exportaciones
1	Estados Unidos	26, 439, 374	Estados Unidos	96, 465, 428
2	Australia	3, 840, 092	España	7, 215, 042
3	China	3, 685, 669	Países bajos	4, 795, 900
4	Brasil	3, 541, 124	Japón	5, 264, 927
5	Países bajos	3, 346, 598	China	2,486, 282
6	Chile	2, 323, 697	India	1, 949, 224
7	Canadá	2, 306, 626	Canadá	1, 815, 857
8	Japón	2, 111, 202	Colombia	1, 039, 047
9	Corea del sur	1, 930, 219	Alemania	915, 802
10	Trinidad y Tobago	1, 420, 370	Corea del Sur	892, 073

Fuente: Elaboración propia con datos del Anuario Estadístico de los Puertos de México 2007 de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).

Nuestro principal socio comercial, en ambas áreas, son los Estados Unidos superando por mucho al resto de los demás países, sin embargo, las diferencias con los demás países, también son bastante claras. Por ejemplo, con el segundo país que más importamos vía marítima es Australia y en la décima posición tenemos a Trinidad y Tobago. Por el lado de las exportaciones, tenemos en segundo lugar a España y en décimo lugar a Corea del Sur.

Intercambio comercial vía ferroviaria.

Durante el período de 1998 a 2005, el modo de transporte ferroviario tuvo un crecimiento promedio anual de 10.4%, sólo detrás del modo de transporte marítimo.

En el año 2005, la modalidad ferroviaria por sus movimientos de productos, en términos de valor, de importaciones y exportaciones se ubicó, en ambos rubros, detrás del transporte carretero y marítimo. Por el lado de las importaciones, tuvo una participación de alrededor de 13 mil millones de dólares, lo que representa el 6% del total, y la principal mercancía importada fueron los vehículos, que representan el 57% del subtotal ferroviario. Mientras, que por el lado de las exportaciones, participó con más de 18 mil millones de dólares, que representa 8.5% del total, y el principal producto que movilizaron también fue el vehículo, que representa el 88% del subtotal ferroviario.

En el año 2006, las importaciones y exportaciones, en conjunto, fueron de 55.6 millones de toneladas. De este total, el 73% se hizo a través de fronteras terrestres y 27% fue a través de las fronteras marítimas.

De los 41 millones de toneladas que se movilizaron a través de las fronteras terrestres, 30 millones se importaron y 11 millones se exportaron, mientras, que los restantes 15 millones de toneladas se movilizaron a través de las fronteras marítimas, donde las importaciones representaron 11.7% y las exportaciones 3.3%, respectivamente. Ver tabla 1.3.1.4.

**Tabla 1.3.1.4 Mercancías movilizadas por ferrocarril
(millones de toneladas)**

Rubro	Frontera terrestre	Frontera marítima	Total
Importaciones	30	11.7	41.7
Exportaciones	11	3.3	14.3
Total	41	15	56

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual Estadístico del Sector Transporte 2007 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

En el año 2006, Nuevo Laredo continuó siendo la principal puerta de entrada terrestre de las importaciones con 11.5 millones de toneladas de mercancías que equivale al 39% del total importado, le siguieron Matamoros, Piedras Negras y Ciudad Juárez con 20%, 18% y 16%, respectivamente. Por el lado de las exportaciones, Nuevo Laredo, también fue el número uno, movilizand o 5.5 millones de toneladas, equivalente al 51% exportado, y le siguieron Nogales, Ciudad Juárez y Piedras Negras con el 17%, 16% y 14%, respectivamente. Tal como se muestra en la tabla 1.3.1.5.

Tabla 1.3.1.5 Mercancías movilizadas por ferrocarril vía frontera terrestre (porcentaje)

Frontera terrestre	Importaciones %	Exportaciones%
Nuevo Laredo	39	51
Matamoros	20	17
Piedras Negras	18	16
Ciudad Juárez	16	14
Total	93	98

Nota: El 100% lo completan otras fronteras terrestres.

Fuente: elaboración propia con datos del Manual Estadístico del Sector Transporte 2007 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

Cabe señalar que en el año 2006 Nuevo Laredo, en la frontera operada por Kansas City Southern de México (KCSM), con todo lo anterior, volvió a perder terreno respecto a las demás aduanas terrestres, al registrar una disminución de 4% y 3% para sus importaciones y exportaciones, respectivamente, que fueron captadas por Ciudad Juárez y Piedras Negras.

En el año 2006, Veracruz fue la principal entrada de mercancías importadas vía marítima y que luego siguieron su viaje por ferrocarril, con una participación de 4.3 millones de toneladas que correspondió un 37% del total importado. Siguió Manzanillo con el 31%, que correspondió a 3.6 millones de toneladas⁴. Del lado de las exportaciones, Manzanillo fue el puerto más destacado, con una participación del 24%, le siguieron Guaymas, Altamira y Veracruz con 17%, 14% y 13%, respectivamente. Ver la tabla 1.3.1.6.

⁴ Esto represento una disminución para Veracruz de 30% menos respecto al año anterior y para Manzanillo 32% más con respecto al mismo año referido.

**Tabla 1.3.1.6 Mercancías movilizadas por ferrocarril vía frontera marítima
(porcentaje)**

Frontera marítima	Importaciones %	Exportaciones %
Veracruz	37	13
Manzanillo	31	24
Guaymas	16	17
Altamira	8	14
Total	68	68

Nota: El 100% lo completan otras fronteras marítimas.

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual Estadístico del Sector Transporte 2007 del Instituto Mexicano del Transporte (IMT).

Cabe destacar, que en el período que va de 1997 a 2006 las importaciones superaron muy claramente a las exportaciones, y que en el año 2006, las importaciones superaron cuatro veces a las exportaciones.

Intercambio comercial vía carretera.

En el período de 1998 a 2005, por el lado de las importaciones, el transporte carretero registró una tasa de crecimiento promedio anual de sólo el 6.2%, ubicándose detrás del transporte marítimo y ferroviario, cuyas tasas de crecimiento se mencionaron en los apartados anteriores, mientras, que las exportaciones, en el mismo período, tuvieron un crecimiento promedio anual de 8% ubicándose sólo detrás del transporte marítimo.

Aún con todo ello, en el año 2005 el autotransporte fue el número uno en el movimiento de mercancías importadas y exportadas. Por el lado de las importaciones, se tuvo un registro de alrededor de 122.5 mil millones de dólares, es decir el 55% del total, y los principales productos movilizadas por esta vía fueron las manufacturas que representaron 80 mil millones de dólares, es decir el 65% del subtotal. Mientras, que para las exportaciones, en este mismo año, se tuvo un registro de 136 mil millones de dólares del total, es decir el 64%, y los principales productos exportados por esta vía, también, fueron las manufacturas, con alrededor de 96 mil millones de dólares, es decir el 71% del subtotal.

1.3.2 El comercio doméstico: vía marítima, vía ferroviaria y vía carretera

En la actualidad, México continua con una tendencia al incremento de carga por los diferentes modos de transporte. El transporte carretero ha sido el más dinámico, sin embargo los modos ferroviario y marítimo muestran avances significativos. En los últimos quince años, la movilización de la carga ha crecido en 1.5% promedio anual.

En el año 2006, el movimiento doméstico fue de cerca de 552 millones de toneladas. El transporte carretero manejó 445 millones de toneladas, lo que representa un 85% del total de carga, mientras que el modo ferroviario movilizó 39 millones de toneladas y la modalidad marítima de cabotaje fue de 38 millones de toneladas que representa el 8% y 7% del total, respectivamente.

Comercio doméstico vía marítima

A partir de la segunda mitad de la década de los años noventas del siglo pasado, el transporte marítimo de cabotaje ha ido en un lento pero constante crecimiento, sin embargo, esta tendencia se revirtió en los dos últimos años.

Entre los años de 1994 y 2006, la tasa de crecimiento promedio anual fue de 0.7%, pero del 2007 al 2008 se registró un saldo negativo de -0.5%.

Por tipo de carga, los productos petroleros y sus derivados fueron los más significativos, seguidos del granel mineral y del general suelta. Tal como se observa en la tabla 1.3.2.1.

Tabla 1.3.2.1 Movimiento marítimo de cabotaje (toneladas)

Tipo de carga	2007	2008	%
General suelta	10,645,936	10,627,074	-0.2
General contenerizada	175	125	-28.6
Granel agrícola	602,912	64,704	-89.3
Granel mineral	21,609,687	24,982,791	15.6
Otros fluidos	248,547	84,328	-66.1
Petróleo y su derivados	37,394,570	34,361,453	-8.1
Total	70,501,827	70,120,473	-0.5

Fuente: Informe estadístico mensual, Enero-diciembre, 2007-2008, de la Coordinación General de Puertos y Marina Mercante.

Como se puede observar en la tabla, la tendencia en la mayoría de los productos, fue a la baja, excepto la carga de granel mineral.

Comercio doméstico vía ferroviaria

En el período que va de 1993 a 2006, el movimiento de carga ferroviaria se incrementó a una tasa promedio anual de 5.1%.

El tipo de carga de productos industriales ha sido, en términos absolutos, la más destacada, seguida de los productos agrícolas y de los productos minerales.

En el año 2006, el movimiento de carga por producto en la modalidad estuvo dominado por cemento con un volumen alrededor de 14.5 millones de toneladas, le siguen el maíz y el mineral de hierro. Estos tres productos representan 31.8% de las toneladas movidas y el 31.5% de las toneladas-kilometro registradas.

Comercio doméstico vía carretera

El transporte carretero ha sido y sigue siendo el más demandado por la flexibilidad de los servicios que ofrece y la capacidad para adaptarse a las exigencias de los clientes.

Entre el período que va de 1993 a 2006, el transporte carretero creció a una tasa anual de 1.5%, menor a la de la modalidad marítima e igual a la ferroviaria con tasas de 1.6% y 1.5% respectivamente. Aunque su crecimiento ha sido menor en términos relativos, ha sido grande en términos absolutos.

En el año 2006, el monto manejado por esta modalidad fue de 455 millones de toneladas, es decir un 85% del total movilizada, lo que representó un incremento de 2% con respecto al año 2005.

Hasta finales de la década de los años ochentas del siglo XX, el autotransporte federal de carga otorgaba concesiones o permisos en las distintas modalidades, en aquel entonces, carga regular y carga especializada. A partir del segundo semestre de 1989, con el nuevo reglamento del autotransporte federal de carga, se liberó a los transportistas carreteros. Ahora, se podía mover a cualquier parte de la República Mexicana y transportar, casi, todo tipo de carga, excepto, explosivos, tóxicos y químicos.

El suceso mencionado, es el catalizador para la entrada de nuevas empresas en el mercado, teniendo un crecimiento constante hasta 1995, cuando el número de empresas registradas fue de 6,449. En 1996 con la depuración de datos para el implementar el Programa de Regularización de Flota Vehicular, se observa una

disminución en este año y el siguiente, pero a partir de 1998, se incrementa nuevamente el número de empresas participantes. Así en el año 2003, tenemos que el número de empresas registradas fue de 10,432.

Lo anterior influyó en la disminución de carga promedio transportada por empresa. Una de las razones, es que el usuario disponía de un completo abanico de posibilidades para elegir a la empresa que le ofreciera el mejor servicio. Ver la tabla 1.3.2.2.

Tabla 1.3.2.2 Promedio de carga manejada por compañía anualmente (miles de toneladas)

Año	Carga manejada
1989	93
1995	57
1996	61
2003	40

Fuente: Elaboración propia con datos del Manual Estadístico del Sector Transporte del 2007, IMT.

Por otro lado, el comportamiento regional de la modalidad carretera ha sido de suma importancia para la planificación de la infraestructura. Según el Manual Estadístico del Sector Transporte, en el año 2003, los pares origen-destino con el mayor manejo de carga fueron: Distrito Federal-Veracruz; Distrito Federal-Puebla; Veracruz-Veracruz⁵; Estado de México-Estado de México, Distrito Federal-Estado de México e Hidalgo-Querétaro. Ellos representan más de 5 mil toneladas carga transportada diariamente.

El Distrito Federal y el área metropolitana exigen mayor demanda de insumos, energéticos y productos, por lo tanto, es la región con mayor actividad en transporte carretero de carga, de los 26 pares origen-destino más importantes, doce involucran a la Ciudad de México con otras entidades.

1.3.3 El comercio internacional mexicano de carga contenerizada: vía marítima y vía ferroviaria

En la actualidad, cerca del 95 por ciento de las mercancías se transportan por vía marítima, y de éstas el 75 por ciento se hace por medio de contenedores. La carga contenerizada ha tenido un crecimiento espectacular en las últimas dos décadas, y

⁵ Es el movimiento de carga que se da en el interior de la misma entidad.

es un claro indicador de la modernización del transporte y la parte substantiva del transporte intermodal.

La tendencia del flujo de carga contenerizada, lo más dinámico desde mediados de la década de los años noventas, ha sido la ruta Asia-Estados Unidos, seguido de la ruta Asia-Europa y viceversa Estados Unidos-Asia y Europa-Asia respectivamente.

Se espera que el flujo de la carga a través de contenedores siga creciendo entre continentes, a nivel continental y regional. Según estimaciones, se espera que el volumen mundial de contenedores crezca más del 600% en el período comprendido de 1991 a 2010. Como se aprecia en la tabla 1.3.3.1.

Tabla 1.3.3.1 Volumen mundial de contenedores

Año	Volumen (millones de TEU's)	Crecimiento (%)
1991	96.8	-
2001	358.7	370
2010	613.6	634

Fuente: Revista Ingeniería Civil. Año LVII, Número 460, Agosto 2007. (23).

Para los países en vías de desarrollo, este fenómeno comercial ha sido un incentivo para mejorar su infraestructura y adaptarla a las necesidades y exigencias mundiales. Está claro, que el comercio mundial a través de contenedores es una buena oportunidad para crecer y captar tecnología de vanguardia.

A partir de la década de los años noventas del siglo pasado, México ha mostrado un claro crecimiento de la carga movida por medio de contenedores en todos los modos de transporte, en particular las modalidades marítima y ferroviaria.

Carga transportada por contenedores vía marítima

Es un hecho, que no toda la carga marítima de mercancías puede ser manejada por contenedores. Sin embargo, la participación de la carga almacenada en contenedores en el tráfico mundial ha ido en constante crecimiento. En la actualidad cerca del 95% de carga mundial se transporta por vía marítima, y de ésta el 75% es por medio de contenedores.

Así, el uso del contenedor se ha convertido en el medio más eficiente y moderno para el movimiento de carga marítima, en este sentido los países en vías de

desarrollo han implementado políticas para el desarrollo en infraestructura que les permita ser más eficientes en la operación y traslado de contenedores.

En la década de los años setentas del siglo XX, el transporte marítimo internacional fue el detonador del uso del contenedor en México, y desde entonces, con periodos de altas y bajas, ha consolidado su presencia.

Del movimiento marítimo de altura de carga general, la contenerizada ha sostenido un constante crecimiento a partir de la década de los años noventas del siglo pasado. De 1993 a 2006, la tasa de crecimiento anual de la carga contenerizada en tráfico de altura ha sido de 14.2%.

Aún con todo la anterior, la participación de México en el comercio internacional es marginal en este rubro, la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Comercio y Desarrollo) en 1998, clasificó a México en el 21^o lugar entre los países y territorios en vías de desarrollo y en 2004 en 15^o lugar a nivel mundial, detrás de Brasil y Panamá en Latinoamérica. .

En el año 2006, se manejaron en México 1,646 mil contenedores, de los cuales 1,230 correspondieron a contenedores cargados, es decir 74.7%. Y en este mismo año los contenedores de 40 pies tuvieron mayor participación que los de 20 pies con lo cual el aporte en TEU's de los contenedores de 40 pies ha pasado de 46% en 1993 a 62% en 2006.

Tradicionalmente la carga marítima contenerizada y el número de contenedores han sido más significativos para las importaciones. En el período que va de 1993 a 2006, la carga contenerizada tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 14.8% y la cantidad de contenedores tuvo una tasa de crecimiento promedio del 15.3%.

Por el lado de las exportaciones, considerando el mismo período, la carga contenerizada tuvo una tasa de crecimiento promedio anual de 13.3% y el número de contenedores una tasa de 14.3%.

En el año 2006, por el lado de las importaciones se tuvieron movimientos de 60% de carga y de 60.2% de los contenedores cargados. Un aspecto a resaltar en este año, fue que el índice para el tráfico de exportación y de importación fue igual, 16.8 toneladas por contenedor cargado, contra 16.3 en tráfico de importación.

La evolución de carga marítima contenerizada muestra aspectos muy interesantes. En el año 2006, los puertos del pacífico registraron los mayores movimientos en este rubro, dando un vuelco a esta tendencia, en el que en los doce años anteriores los puertos del Golfo fueron los más dinámicos.

Para el movimiento de contenedores, también, por el lado del pacífico se presenta la mayor movilidad. Los puertos más activos en este rubro fueron Manzanillo, Lázaro Cárdenas y Ensenada, mientras, que del lado del golfo fueron Veracruz, Altamira y Progreso.

Los seis puertos mencionados manejan el 98% del total de contenedores en el país. En el período que va de 1993 a 2006, se manejaron por el Golfo de México 8 veces más contenedores, mientras que por el pacífico se manejaron 27 veces más. En el año 2006, el movimiento total de contenedores fue del 253% más con respecto al año 2005.

Cabe resaltar, que el puerto de Tampico, a pesar de no contar con equipo especializado, manejó alrededor 10,243 mil contenedores, equivalente al 0.4% del total nacional.

Carga transportada por contenedores vía ferroviaria

En México, el crecimiento de la carga contenerizada transportada por ferrocarril ha ido en constante crecimiento desde la década de los años noventas del siglo pasado hasta la fecha. De 1992⁶ a 1996, el tráfico internacional de contenedores cargados ha tenido una tasa de crecimiento promedio anual de 23.6%, mientras que los contenedores vacíos disminuyeron en 2.5%.

En este mismo período, los contenedores con dimensiones de 40 y 48 pies⁷ son los que mostraron una mayor tasa de crecimiento, relegando a los contenedores de 20 y 45 pies.

Otro aspecto que cabe destacar, es el de los desequilibrios que se presentan en la importaciones y exportaciones de carga contenerizada, tanto de los contenedores cargados como de los que están vacíos.

Siguiendo con este mismo período, las importaciones de toneladas de carga contenerizada promedio anual fueron de -0.2%, mientras, que las exportaciones registraron un promedio anual de 21.5%.

Por el lado de los contenedores cargados y vacios para la importación, tenemos que los primeros tuvieron una tasa de crecimiento promedio anual de 16.6%, mientras que los segundos registraron -12.2%. Por el lado de las exportaciones, tenemos que los contenedores cargados crecieron a una tasa promedio anual de 40.4% y los vacios de -0.8%.

⁶ A partir de este año se dispone de información sobre el movimiento de carga contenerizada transportada por ferrocarril.

⁷ Los pies son cúbicos dado que tenemos tres direcciones distintas (largo, ancho y hondo).

El contenedor es la parte medular del transporte intermodal, en el periodo comprendido de 1997 a 2006 la carga total contenerizada transportada por este sistema tuvo un ritmo de crecimiento promedio anual de 12.6%, mientras que la participación en el sistema ferroviario total registró un crecimiento promedio anual de 5.0%.

En el año 2006, se transportaron cerca de 3.3 millones de toneladas de carga intermodal, de los cuales, el 98% se hizo a través de contenedores, y el resto en remolque sobre plataforma⁸.

Del total de carga transportada por contenedores, el 58% fue movilizadado por Ferrocarril Mexicano (Ferromex), el 30% por Kansas City Southern de México (KCSM) y el resto por Ferrocarril del Sureste (Ferro-sur).

Cabe destacar, que los carros de ferrocarril involucrados en la actividad intermodal mostraron una tasa de crecimiento anual de 27%, en el período de 1997 a 2006.

⁸ Conocido, también, como Piggy Back.

2. Los indicadores de desempeño logístico

Un aspecto importante, en cualquier proceso, es la preparación de un análisis racional de la realidad, y de ahí definir los objetivos que se pretenden y los medios para lograrlo. Entre tanto, una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado, a través de observaciones y comparaciones, a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el nivel de calidad del desempeño organizacional, constatando, sin subjetivismo, si se ha mejorado o no respecto a la situación inicial (De Gusmao, 2001).

En lo que se refiere a las redes de transporte, la necesidad de un procedimiento de este tipo es más reconocida. El uso de indicadores para monitorear su desempeño es una necesidad en el contexto actual de las cadenas logísticas.

La escasez de indicadores de desempeño para comparar y valorar el desempeño de los países esta siendo difícil para aquellos que se encargan de la política y del sector privado en la cuantificación de la restricción que ellos enfrentan en conectarse a los mercados mundiales, y además para informar y reforzar a los distritos electorales para implementar reformas (Banco Mundial 2007).

En México, la necesidad de utilizar indicadores de desempeño, no sólo en las redes logísticas de transporte, sino en otros sectores ha ido cobrando mayor relevancia. Actualmente, la mayoría de los sectores (económico, público, salud, ambiental, etc.), están trabajando para cambiar de hábitos en este asunto, por una cultura, en la cual se motive y aliente a la construcción, implementación y control de indicadores como una herramienta indispensable de las organizaciones para la medición de los factores más significativos que permitan la evaluación de su desempeño.

2.1 Algunas definiciones de indicadores

Antes de continuar resulta muy conveniente definir que son los indicadores para tener una mayor claridad de este concepto.

No existe una definición oficial por parte de un organismo nacional o internacional, sólo algunas referencias que lo describen como: "Herramientas para clasificar y de definir de forma más precisa, objetivos o impactos(...) son medidas verificables de cambio o resultado(...) diseñadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso (...) con respecto a metas establecidas, facilitan el reparto de insumos, produciendo (...) productos y alcanzando objetivos (Mondragón, 2002).

Una de las definiciones más utilizadas por diferentes organismos y autores es la que Bauer dio en 1966: “ Los indicadores sociales(...) estadísticas, series estadísticas o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar donde estamos y hacia donde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como de cualquier programa y determinar su impacto”.

Otra definición es la siguiente. **Indicador o índice:** Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costos, calidad y plazos (Hernández y Navarrete, 2001).

Como se puede apreciar, en general, la gran utilidad de los indicadores de desempeño es sentar la base para supervisar y evaluar el desempeño, y de esta forma conocer si se cumplen los objetivos establecidos. Implica, entre otras cosas: la relación entre dos o más variables, reflejan aspectos cuantitativos y cualitativos y se recomienda que se concilie con los involucrados.

2.2 Característica de los indicadores

La existencia de una gran variedad de indicadores dificulta definir sus características básicas, sin embargo, algunos aspectos que se deben considerar por cualquier organización para la consecución de sus metas, y así evitar ineficiencias que derive en desperdicios de sus recursos, son las siguientes:

- **Objetivos:** La elección de los indicadores depende de los objetivos fijados en los proyectos y programas logísticos, es importante considerar el costo-beneficio del tiempo y de otros factores clave, además de los recursos necesarios para su construcción, por lo que de preferencia deben ser medibles a partir de los datos disponibles.
- **Marco teórico:** Deben estar inscritos en un marco teórico, esto permite asociarse firmemente al suceso que el investigador pretende dar forma.
- **Específicos:** Deben estar vinculados con los aspectos logísticos, transporte, económicos o de toda naturaleza sobre la que pretende actuar.
- **Explícitos:** Su nombre debe ser suficiente para entender si se trata de un valor absoluto o relativo, de una tasa, una razón, un índice, entre otros, así como al sector que pertenece.
- **Disponibilidad:** Es decir, estar disponible para varios años, para observar la evolución de algún suceso a través del tiempo.

- **Relevancia:** Esto es, para la aplicación de políticas, describiendo la situación prevaleciente en los diferentes sectores permitiendo establecer metas y convertirlas en acciones.
- **Apertura:** No deben limitarse a una acción, sino estimar su impacto en un mínimo de dos campos, y si la situación lo amerita, poder ampliarlo a otros.
- **Claridad:** Debe comprenderse fácilmente por los usuarios de la comunidad, de forma que no haya duda o confusión acerca de su significado.
- **Consistencia:** Deben construirse de la misma manera y bajo las mismas condiciones que en otros años, con la información recolectada; de modo que las comparaciones sean validas.
- **Económico:** Deben tener un costo razonable.
- **Flexibilidad:** Ser sensible a cambios en el fenómeno.
- **Monitoreables:** Deben poder sujetarse a una verificación independiente.
- **Adecuados:** Deberán aportar una base suficiente para evaluar el desempeño logístico.
- **Aporte marginal:** Esto es, en el caso de que exista más de un indicador para medir el desempeño en determinado nivel de objetivo, el indicador debe proveer información adicional en comparación con los otros indicadores propuestos.

Las características señaladas, entre otras cosas, permiten tener una base sólida para la elección de indicadores en el sector transporte, económico, social, ambiental o del sector que se trate. Contar con un criterio bien fundamentado para el aprovechamiento de los recursos de una manera más eficaz y eficiente, y que proporcione mayores beneficios a la organización.

2.3 Tipos de indicadores

Existen por lo menos dos criterios, para clasificar a los indicadores: 1) A partir de la dimensión de la realidad económica, social, política o humana que se pretende expresar; 2) Partiendo del tipo de medida o procedimiento estadístico necesario para su obtención (Mondragón, 2002).

De acuerdo al sector que se pretende analizar, se habla de indicadores logísticos, económicos, sociales, ambientales, gubernamentales, etc., y a la vez, cada uno de

ellos representa todo un sistema, el cual puede ser desagregado en otros indicadores. Por ejemplo, en la logística, se habla de indicadores de abastecimiento, inventarios, almacenamiento, transporte, servicio al cliente, costos, tiempos, confiabilidad, entre otros. Tal como se muestra en la tabla 2.3.1.

Tabla 2.3.1 Indicadores logísticos más utilizados

Área	Indicador
Abastecimiento	<ul style="list-style-type: none"> •Calidad de pedidos generados •Entregas perfectamente recibidas •Nivel de cumplimiento de proveedores
Inventarios	<ul style="list-style-type: none"> •Índice de rotación de mercancías •Índice de duración de mercancías •Exactitud del inventario
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> •Costo de almacenamiento por unidad •Costo por unidad despachada •Nivel de cumplimiento del despacho •Costo por metro cuadrado
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> •Comparativo del transporte (rentabilidad vs costos) •Nivel de utilización de los camiones
Servicio al cliente	<ul style="list-style-type: none"> •Nivel de cumplimiento de la entrega •Calidad de la facturación •Causales de notas de crédito •Pedidos por facturar
Costos	<ul style="list-style-type: none"> •Gestión de almacenamiento •Procesamiento de pedidos de clientes •Tamaño de lote de producción •Aprovisionamiento para la producción
Tiempo	<ul style="list-style-type: none"> •Entrega desde el origen al destino final •Entrada a la salida de la terminal •Estadía de los contenedores
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> •Predictibilidad en el despacho de las aduanas •La entrega oportuna de los embarques a su destino

Fuente: Elaboración propia.

También, podemos hacer otra desagregación, por ejemplo, en el costo, entonces se habla de costos por gestión de almacenamiento, costos de procesamiento de pedidos a los clientes, costos asociados al tamaño de los lotes de producción, costo de capital de inventarios, costos asociados al aprovisionamiento para la producción, entre otros. Si bien el fin último de todos ellos, es ser un insumo para evaluar la cercanía o lejanía hacia las metas de bienestar, en lo que varían es en las unidades de medidas que utilizan.

Otro aspecto a destacar de los indicadores, es que estos pueden medir aspectos tangibles e intangibles. Los primeros son muy comunes, tal es el caso de la mayoría de los que hemos presentado en la tabla anterior, las organizaciones en México están acostumbradas a trabajar con ellos. Sin embargo, en la actualidad, ninguna empresa se puede limitar a este tipo de indicadores, sería rezagarse aún más de lo que ya se está. Para determinar una posición competitiva de una manera más real y profunda, una compañía debe considerar los indicadores que evalúen, también, características intangibles como por ejemplo: la confiabilidad, la predictibilidad, la disposición, entre otros.

De acuerdo con la forma de obtener la información se puede diferenciar entre indicadores: objetivos y subjetivos, positivos y negativos, absolutos y relativos, etc. Aunando un poco más, en estos últimos, cuando la evaluación del indicador depende de un valor como puede ser el valor máximo o mínimo que se debe cumplir o de la posición relativa de la organización o de las áreas claves de una industria con respecto a otras, entonces hablamos de indicadores absolutos y relativos. Los primeros dependen de una meta a cubrir como: el 100% de entregas perfectas, frecuencia de entrega, nivel de producción, etc., mientras, que los segundos ubican la posición de una organización, por ejemplo, una plataforma marítima con respecto a otras.

La mayoría de ellos, incluye también indicadores de contexto (los que aunque no reflejan de forma directa la situación del sector que se requiere evaluar, son parte del ambiente que afecta la situación comercial, económica o financiera y pueden modificar el comportamiento de los fenómenos bajo observación. Es común que se considere al Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, al Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), entre otros, como indicadores de contexto.

En un sistema de indicadores sobre un tema o sector particular, estos deben corresponder a un marco teórico que definen el tipo de indicadores que manejan (Mondragón, 2002).

Dependiendo del tipo de medición o procedimiento estadístico que se requiere para su obtención los indicadores pueden ser clasificados como simples (si se trata de una estadística univariada y/o poco complicada), o sintéticos (si se habla de un agregado que sintetiza la situación global de un sector determinado y que incluye varios componentes del mismo (Mondragón, 2002).

Muchas veces la evaluación cuantitativa en la práctica se convierte en un proceso seguro, pero cuando la búsqueda es completamente cualitativa surge la problemática ¿cómo medirla?, y para resolver este problema se disponen de métodos muy estudiados y desarrollados durante décadas, los cuales son el tema de los siguientes apartados.

2.4 Procedimiento para la determinación del grupo de expertos

Los análisis cualitativos son cada vez más frecuentes e imprescindibles. Algunos métodos de pronóstico cualitativo muy populares son el de Saaty y el DELPHI. En donde, en ambos casos, se utiliza un grupo de expertos para el análisis, estos pueden ser especialistas internos o externos a la organización. La finalidad de los métodos es obtener un número de opciones reducido, esto sirve después para valorar el producto.

Determinación de los expertos

Sin embargo, una pregunta que surge de inmediato es ¿a quiénes considerar expertos?

A continuación se presentan nueve pasos para determinar quienes son los expertos o conocedores del tema a analizar¹.

1. Confeccionar un listado inicial de personas posibles de cumplir los requisitos de ser expertos en la materia a trabajar.
2. Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia que poseen, evaluando de esta forma los niveles de conocimiento que poseen sobre la materia. Para ello se realiza una primera pregunta para la autoevaluación de los niveles de información y argumentación que tienen sobre el tema en cuestión. En esta pregunta se les pide que marquen con una (X), en una escala del 1 al 10, el valor que corresponda con el grado de conocimiento o información que tiene sobre el tema de estudio. Como se muestra en la tabla 2.4.1.

¹ Este procedimiento fue tomado de Hurtado de Mendoza en su Artículo: Epistemología y Metodología de las Ciencias Sociales.

Tabla 2.4.1. Valoración del grado de conocimiento o información del experto

Expertos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										

3. A partir de aquí se calcula fácilmente el Coeficiente de Conocimiento o Información (Kc), a través de la siguiente fórmula:

$$Kc = n(0,1)$$

Donde:

Kc = Coeficiente de conocimiento o información

n = Rango seleccionado por el experto.

4. Se realiza una segunda pregunta que permite valorar un grupo de aspectos que influye sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar. Tal como se muestra en la tabla 2.4.2.

Tabla 2.4.2 Valoración de aspectos que influyen en el nivel de argumentación

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados			
Experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Intuición			

5. Aquí se determinan los aspectos de mayor influencia. A partir de estos valores reflejados por cada experto en la tabla se contrastan con los valores de una tabla patrón. Como se muestra en la tabla 2.4.3.

Tabla 2.4.3 Determinación de los expertos de mayor influencia

Fuentes de argumentación o fundamentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teóricos realizados	0.3	0.2	0.1
Experiencia obtenida	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajos de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.05
Intuición	0.05	0.05	0.05

6. Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar permiten calcular el Coeficiente de Argumentación (K_a) de cada experto:

$$K_a = a n_i = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6)$$

Donde:

K_a = Coeficiente de argumentación

n_i = Valor correspondiente a la fuente de argumentación i (1 hasta 6)

7. Una vez obtenidos los valores del Coeficiente de Conocimiento (K_c) y el Coeficiente de Argumentación (K_a) se procede a obtener el valor del Coeficiente de Competencia (K) que finalmente es el coeficiente que determina en realidad que experto se toma en consideración para trabajar en esta investigación. Este coeficiente (K) se calcula de la siguiente forma:

$$K = 0.5 (K_c + K_a)$$

Donde:

K = Coeficiente de competencia

K_c = Coeficiente de conocimiento

K_a = Coeficiente de argumentación

8. Posteriormente obtenido los resultados se valoran de la manera siguiente:

$0.8 < K < 1.0$ Coeficiente de competencia alto

$0.5 < K < 0.8$ Coeficiente de competencia medio

$K < 0.5$ Coeficiente de competencia bajo

9. El investigador debe utilizar para su consulta a expertos de competencia alta, no obstante puede valorar si utiliza expertos de competencia media en caso del que

el coeficiente de competencia promedio de todos los posibles expertos sea alto, pero nunca se utilizará expertos de competencia baja.

Una vez que hemos seleccionado a nuestro conjunto de expertos, el siguiente paso es determinar los factores clave en una organización y jerarquizarlos, tales aspectos se tratan a continuación.

2.5 Métodos para la jerarquización de los factores clave

La jerarquización de los factores es un proceso muy importante dentro de cualquier organización. Ya desde hace algunas décadas se han venido desarrollando técnicas para determinar la importancia relativa de cada factor, fundamentadas en la opinión de expertos en el tema o campo de conocimiento. En esta sección se describirán dos métodos: el Analytic Hierarchy Process (AHP) y el método DELPHI.

2.5.1 Método de análisis jerárquico (AHP)

El Método de Análisis Jerárquico ó Analytic Hierarchy Process (AHP) fue desarrollado por Thomas Saaty, matemático y profesor de la Universidad de Pittsburgh en 1970 y ha sido extensivamente estudiado y refinado desde entonces.

Descripción del procedimiento de Saaty

Suponiendo que se consideran n criterios en una jerarquía dada, el procedimiento establecido por Saaty, para la determinación de los pesos se establece una matriz cuadrada (A) que refleje el juicio de determinado experto sobre la importancia relativa de los diferentes criterios. La comparación se realiza por parejas, de modo que el criterio del renglón i ($i = 1, 2, \dots, n$) se clasifica con relación a cada uno de los criterios representado por las n columnas. Sea a_{ij} el elemento (i, j) de A , el AHP propone el uso de una escala directa del 1 al 9 en la que $a_{ij} = 1$ significa que el criterio i y el j tienen la misma importancia, $a_{ij} = 3$ implica que i es ligeramente más importante que j , si el elemento es 5 la importancia de i con respecto a j es un poco mayor, un 7 indica una clara importancia de i sobre j y un 9 implicaría que la importancia de i es extrema con respecto a j . Por consiguiente, si $a_{ij} = K$, $a_{ji} = 1/K$. También todos los elementos a_{ij} deben ser iguales a 1.

Cabe destacar, las puntuaciones 2, 4, 6 y 8 pueden ser usadas para expresar valores intermedios, y las puntuaciones 1.1, 1.2, 1.3, etc., pueden ser usadas para elementos que están muy cerca.

Selección de la matriz de prioridades

Al aplicar el procedimiento anterior por parte de los expertos seleccionados para evaluar los factores se obtiene la matriz de prioridades. Como ejemplo ficticio se muestra la figura 2.5.1.1.

$$\text{Matriz A} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 3 & 2 & 2 & 3 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 3 & 2 & 3 & 3 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 \\ 1/2 & 1/3 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 1 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 1 & 1 & 1/2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 2.5.1.1 Matriz A

Luego de valorar los factores de la matriz A utilizando la escala que sugiere el procedimiento Saaty, se realiza la normalización de la matriz. Esto se hace dividiendo cada elemento de una columna entre la suma total de la columna correspondiente.

Por ejemplo:

1. El elemento $a_{11} = 1$
2. La suma de la columna uno = 4.666
3. Entonces: $a_{11}/4.666 = 1/4.666 = 0.2142$

Los resultados completos se muestran en la figura 2.5.1.2.

Matriz N

0.2142	0.2222	0.2222	0.24	0.2222	0.1818	0.1875	0.1818
0.2142	0.2222	0.2222	0.24	0.2222	0.2727	0.1875	0.1818
0.1074	0.1111	0.1111	0.16	0.1111	0.0909	0.125	0.0909
0.0714	0.0740	0.0555	0.08	0.1111	0.0909	0.125	0.0909
0.1071	0.1111	0.1111	0.08	0.1111	0.1818	0.125	0.0909
0.1071	0.0740	0.1111	0.08	0.0555	0.0909	0.125	0.1818
0.0714	0.0740	0.0555	0.04	0.0555	0.0454	0.0625	0.0909
0.1071	0.1111	0.1111	0.08	0.1111	0.0454	0.0600	0.0909

Figura 2.5.1.2 Matriz normalizada N

Determinación del nivel de inconsistencia

Cuando las columnas de la matriz N son idénticas puede afirmarse que la matriz original de comparaciones de pares A es perfectamente consistente. La consistencia significa que la decisión muestra un juicio coherente al especificar la comparación por pares de atributos. De forma matemática se expresa como sigue: $a_{ik} = a_{ij} * a_{jk}$ para todas i, j, k.

Debido a que estas matrices de comparaciones entre atributos son realizadas de acuerdo a juicio humano, se espera algún grado de inconsistencia que se deba tolerar a condición de que no sea irracional. Para determinar si el nivel de inconsistencia es o no razonable, se necesita desarrollar una medida cuantificable para la matriz de comparaciones A, para la cual se calcula la media de los elementos de cada fila de la matriz normalizada N, constituyendo esto el vector de prioridades V.

Por ejemplo:

1. La suma de la primera fila = 1.6720
2. Total de elementos = 8
3. Entonces $1.6720/8 = 0.2090$

Los resultados completos se muestran en la figura 2.5.1.3.

$$\text{Vector V} \begin{pmatrix} 0.2090 \\ 0.2203 \\ 0.1134 \\ 0.0873 \\ 0.1147 \\ 0.1032 \\ 0.0619 \\ 0.0899 \end{pmatrix}$$

Figura 2.5.1.3 Vector de prioridades V

Una vez que se cuenta con el vector de prioridades, se procede a calcular el vector de las sumas ponderadas K, lo cual se realiza multiplicando la matriz A por el vector V. Los resultados completos se muestran en la figura 2.5.1.4

$$\text{Vector K} \begin{pmatrix} 1.7199 \\ 1.8231 \\ 0.9346 \\ 0.7189 \\ 0.9504 \\ 0,8430 \\ 0.5043 \\ 0.7337 \end{pmatrix}$$

Figura 2.5.1.4 Vector de sumas ponderadas K

Si ahora se dividen los elementos del vector de sumas ponderadas K y el valor de prioridad correspondiente se obtiene los valores de λ y luego a la media de estos valores se le llamará λ máx., con el cual se podrá calcular el Índice de Consistencia.

A manera de ejemplo:

$$\lambda \text{ máx} = 8.215$$

$$IC = \lambda \text{ máx} - n / n - 1 = 0.03079$$

Ahora se calcula el grado de consistencia, el que debe ser \leq a 0.10 para que el juicio de los expertos se considere consistente, de lo contrario no tendrá validez la determinación que estos tomen sobre el peso de los factores.

$$GC = IC / IA$$

Donde:

GC = Índice de grado de consistencia

IC = Índice de Inconsistencia de la Matriz A, $IC = \lambda_{\text{máx}} - n / n - 1$

IA = Índice de Inconsistencia Aleatoria, $IA = 1.98(n-2) / n$

$$GC = 0.030792 / 1.485 = 0.020735 \leq 0,10$$

Por lo tanto el juicio de los expertos es consistente.

Definición de los intervalos

En trabajo conjunto entre investigadores y expertos se debe obtener la escala. Para este ejemplo, se considera una escala de cinco divisiones:

- Muy bien
- Bien
- Regular
- Mala
- Muy mala

A los cuales se le asignan una puntuación de 10, 8, 6, 2, 1; respectivamente, cifras que posteriormente serán utilizadas para el cálculo del indicador final.

Para poder establecerse en los primeros niveles, la organización debe presentar un cumplimiento total de los parámetros que rigen al factor en cuestión, obteniendo calificación de “**Muy bien**”, sólo cuando esto se alcanza a plenitud; la categoría de “**Regular**” será aplicada a los factores que presentan algún tipo de

dificultad, mientras, que las de “**Mala**” y “**Muy mala**”, a los que no cumplan con las exigencias del factor en comparación con las organizaciones líderes, o con respaldo de los medidores o índices que lo definen.

2.5.2 Método DELPHI

El método DELPHI es una metodología de investigación multidisciplinaria para la realización de pronósticos y predicciones. Fue desarrollado por la Corporación Rand en la década de los cincuentas para investigar el impacto de la tecnología en la guerra. El nombre del método se basa en la predicción del oráculo griego Delfos.

Descripción del procedimiento DELPHI

Se seleccionan los expertos, se les presentan los aspectos a valorar previamente determinados por el investigador², a través de un rango de valoración. Generalmente los rangos de valoración son 5, por ejemplo: Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Poco adecuado e Inadecuado, a los que se les asigna un valor numérico del 1 al 5 en el mismo orden.

Este proceso se realiza en varios momentos:

Los investigadores elaboran, de forma detallada y por escrito, el primer cuestionario y se envía al panel de expertos, los cuales lo responden, y posteriormente lo regresan para su análisis estadístico, de ahí se estructura una respuesta más compleja.

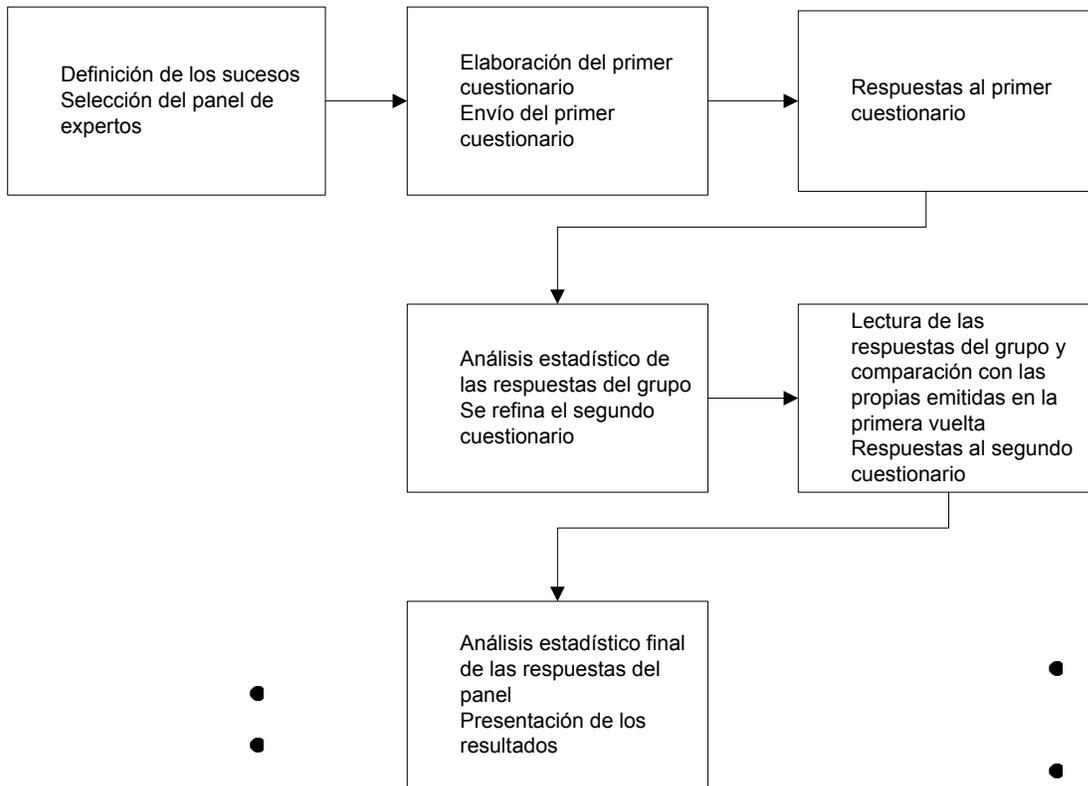
Se realiza una nueva consulta, es decir, se envía un segundo cuestionario a los integrantes del panel, los cuales revisan las respuestas del grupo y las comparan contra las propias que fueron emitidas en la primera vuelta. Los expertos contestan el segundo cuestionario y se regresa al grupo de investigadores para un nuevo análisis estadístico.

El número de vueltas depende de la complejidad del problema y de las capacidades de los participantes, hasta llegar a una solución exenta de contradicciones, es decir, cuando la dispersión con respecto a la desviación estándar sea la menor posible. Con estas series de rondas se logra llegar a un criterio lo más objetivo posible.

² Pero en caso de que estos aspectos no estén determinados previamente podemos utilizar la experiencia y conocimientos de los expertos para conformar los aspectos a valorar.

En la última vuelta los expertos revisan los resultados del grupo, y si no hay cambio de opinión se presenta el resultado final. El procedimiento completo del método se muestra en la figura 2.5.2.1.

PROCEDIMIENTO DELPHI



Fuente: Elaboración propia

Figura 2.5.2.1 Procedimiento DELPHI

Cuadro comparativo de los métodos DELPHI y AHP.

DELPHI	AHP
<ul style="list-style-type: none"> •Aleatorio •No discreto •Ejemplo: Precio futuro del petróleo <p>Costos desconocidos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Número de factores no acotado •Matrices lineales •Varias rondas 	<ul style="list-style-type: none"> •No aleatorio •No discreto •Ejemplo: Costo-tiempo $A \rightarrow B$ <p>Costos conocidos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Número de factores acotado •Matrices normalizada •Una sola ronda

Fuente: Elaboración propia

Figura 2.5.2.2 Cuadro comparativo de los métodos DELPHI y AHP.

Como se puede observar hay claras diferencias entre ambos métodos. La elección de alguno de ellos dependerá del objetivo que se tenga, así como de los recursos disponibles.

2.6 Resumen

- La selección de los indicadores debe de estar en función de la realidad y de los objetivos que se persiguen.
- Hay una gran variedad de indicadores, sin embargo, se recomienda la selección de unos pocos, pero que sean los más significativos dentro del área.
- Los aspectos cuantitativos son los que tradicionalmente se miden, pero hoy en día los indicadores que miden los aspectos cualitativos son imprescindibles, por lo que ya durante años se han venido desarrollando métodos para su valoración.
- Los métodos Analytic Hierarchy Process (AHP) y DELPHI han demostrado ser eficientes en la jerarquización de los factores más relevantes para la valoración de los aspectos tangibles e intangibles de una organización.

3. Metodología para la evaluación del desempeño logístico de las redes de transporte

La evaluación del desempeño de los corredores exige un conocimiento minucioso de las características inherentes a ellos, en sus nodos y cadenas de transporte. Para lo cual, se tendrá que identificar los componentes relevantes que operan en cada uno de estos eslabones de la cadena logística, y así contar con una base sólida para la construcción de indicadores que permitan evaluar el desempeño de la red.

A continuación se presenta una metodología, en la cual se detalla paso a paso el proceso a seguir en el diseño de un marco de referencia que permita construir las herramientas necesarias para el análisis del desempeño de los corredores logísticos.

3.1 Primer paso: caracterización de la entidad objeto de estudio

Dado lo heterogéneo de la infraestructura nacional para el transporte de mercancías, se hace necesario seleccionar claramente la entidad de análisis, y de ahí determinar sus características particulares, tales como el tipo de infraestructura (nodos, corredores y cadenas de transporte), servicios y región de influencia. A continuación se detallan estos aspectos.

La infraestructura

Se consideran las obras e instalaciones que se disponen en los nodos, corredores y cadenas de transporte. Se analizan todos los elementos para determinar sus alcances y delimitar sus funciones. Tener claramente sus límites es muy importante, para que la oferta sea congruente con la infraestructura, y determinar cuales son las necesidades de los usuarios que pueden satisfacerse y cuales no.

- Nodos: fondeo, diques, escolleras, señalizaciones, calado, canales de dragado, dársenas, muelles, almacenes, patios, depósitos, terminales especializadas, vías de acceso internas para ferrocarril y autotransporte, así como vías para incorporarse a la red general.

- Corredores: eje carretero, número de carriles, condiciones, entronques, conectividad, puntos de transferencia de la carga.

- Cadenas de transporte: barco, ferrocarril, autotransporte, transporte multimodal, transporte intermodal.

Los servicios

Son muy importantes hoy en día, y en muchos casos, es lo que hace la diferencia en las preferencias de los clientes. Se cuentan con una gran variedad de servicios, tales como:

- Servicios de transporte
- Servicio de seguridad
- Servicio de contenedores
- Servicio de comunicación
- Servicios gubernamentales
- Servicio de navegación
- Servicio de consolidación/desconsolidación
- Servicio de valor agregado

La región de influencia

Es esencial determinar el ambiente en el que se va desenvolver el nodo. Las actividades, flujos y maniobras de la carga que se van a llevar a cabo. Por lo que es necesario considerar algunos aspectos, tales como:

- Tipo de industria
- Tipo de productos
- Intensidad de la demanda
- Capacidad de oferta
- Intensidad de la competencia
- Tipo de cliente
- Acceso carretero
- Conexión ferroviaria
- Enlace marítimo

3.2 segundo paso: diagnóstico del estado de las áreas y factores que integran la entidad

Algunos aspectos para mejorar el desempeño es el conocimiento profundo del estado actual de las áreas y sus factores respectivos presentes en los nodos. Sin embargo, esto en ocasiones es muy difícil y complejo por la indisposición de los responsables de las áreas a compartir la información. Es importante que se transite a una cultura de cooperación e intercambio de la información entre todos los actores involucrados, que bien aprovechado derivará, sin duda alguna, en el mejoramiento del desempeño.

Si bien la investigación se centra en lo que sucede en la redes de transporte se pondrá mayor atención a los nodos que a los corredores y cadenas de transporte. Dado que, para el usuario lo importante desde el punto de vista de los costos y agregación del valor es lo que sucede en los nodos y no en las redes (Moiraghi, 2006).

El segundo paso de la investigación consiste en identificar las áreas y sus factores clave respectivos. La cantidad de factores involucrados en las redes de transporte de mercancías son de una amplia variedad, por lo tanto, ya que no todos los factores tienen el mismo valor es importante seleccionar aquellas áreas y factores que sean más significativos. De esta manera los recursos disponibles para la investigación serán aprovechados eficientemente. Como se muestra en las tablas 3.2.1 y 3.2.2.

Tabla 3.2.1 Área y factores clave en los nodos

Puertos marítimos	Puertos interiores	Puertos fronterizos
Área/factores	Área/factores	Área/factores
<p>Infraestructura Fondeo/salida Amarre/desamarre Atraque/desatraque Muellaje Estancia en los patios Primera maniobra Segunda maniobra Almacenamiento Consolidación/ desconsolidación Buque(cargo extra)</p> <p>Servicios Inspecciones Agente aduanal Prestador de servicios logísticos Derechos/documentación Capitanearía/API Lanchaje Pilotaje Remolcador Compensaciones (trade off) Recinto fiscalizado Recinto fiscalizado estratégico Vigilancia</p> <p>Otros</p>	<p>Infraestructura Recepción/salida Transferencia de la carga Almacenamiento Estancia en los patios Consolidación/ desconsolidación</p> <p>Servicios Inspecciones Agente aduanal Prestador de servicios logísticos Derechos/documentación Compensaciones (trade off) Recinto fiscalizado Recinto fiscalizado estratégico Vigilancia</p> <p>Otros</p>	<p>Infraestructura Entrada/salida Almacenamiento Cruce de la carga Maniobras interiores Estancia en los patios</p> <p>Servicios Broker/transfer Desaduanamiento Derechos/documentación Aduana mexicana Aduana de los E.U. Agente aduanal mexicano Agente aduanal de los E.U Inspecciones Vigilancia Compensaciones (trade off)</p> <p>Otros</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2.2 Factores clave en la cadena de transporte terrestre

Factores
Equipo Flotilla propia o alquilada Modelo Rapidez Equipamiento Capacidad de carga Facilidad de carga/descarga
Servicios Ruta y seguimiento (track and tracing) Tiempos de enlaces (ferroviarios y carreteros) Vinculación entre modos de transporte Seguridad contra robos y saqueos Frecuencia de la entrega Facilidad de colocar pedidos Fletes Agilidad de la documentación Compensaciones (Trade off)
Otros

Fuente: Elaboración propia

Lo importante en este segundo paso, es que se genera una lista de factores relevantes y significativos para su medición. Una vez que se definen estos aspectos se clasifican en factores externos e internos.

3.3 Tercer paso: clasificación en factores internos y externos

Una manera simple de clasificar los factores en internos y externos es tomarlos de la lista descrita en el segundo paso. La intención de ello, es conocer cuales son más viables para obtener su información estadística con los recursos de que se dispone.

El objetivo de clasificar en factores internos y externos es para tener una mayor claridad de aquellos factores a los que se les puede manipular para reducir el tiempo, el costo y garantizar la confiabilidad. Como se muestra en las siguientes tablas 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3.

Tabla 3.3.1 Clasificación por área y sus factores internos respectivos

Puertos marítimos	Puertos interiores	Puertos fronterizos
Infraestructura Fondeo/salida Amarre/desamarre Atraque/desatraque Muelleaje Primera maniobra Segunda maniobra Almacenamiento Consolidación/ desconsolidación Buque(cargo extra) Servicios Vigilancia Prestador de servicios logísticos Lanchaje Pilotaje Remolcador Compensaciones (trade off) Otros	Infraestructura Recepción/salida Transferencia de la carga Almacenamiento Consolidación/ desconsolidación Servicios Vigilancia Prestador de servicios logístico Compensaciones (trade off) Otros	Infraestructura Entrada/salida Almacenamiento Cruce de la carga Maniobras interiores Servicios Vigilancia Compensaciones (trade off) Otros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3.2 Clasificación por área y sus factores externos respectivos

Puertos marítimos	Puertos interiores	Puertos fronterizos
<p>Infraestructura Estancia en los patios</p> <p>Servicios Inspecciones Agente aduanal Derechos/documentación Capitanearía/API Recinto fiscalizado Recinto fiscalizado estratégico</p> <p>Otros</p>	<p>Infraestructura Estancia en los patios</p> <p>Servicios Inspecciones Agente aduanal Derechos/documentación Recinto fiscalizado Recinto fiscalizado estratégicos</p> <p>Otros</p>	<p>Infraestructura Estancia en los patios</p> <p>Servicios Broker/transfer Desaduanamiento Derechos/documentación Aduana mexicana Aduana de los E.U. Agente aduanal mexicano Agente aduanal de los E.U Inspecciones</p> <p>Otros</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.3.3 Clasificación por área de la cadena de transporte terrestre y sus factores internos y externos respectivos

Área y factores internos	Área y factores externos
<p>Equipo Flotilla propia Modelo Rapidez Equipamiento Capacidad de carga Facilidad de carga y descarga</p> <p>Servicios Ruta y seguimiento (track and tracing) Seguridad contra robos y saqueos Frecuencia de la entrega Facilidad de colocar pedidos Fletes Agilidad de la documentación Compensaciones (Trade off)</p> <p>Otros</p>	<p>Equipo Flotilla alquilada</p> <p>Servicios Tiempos de enlaces (ferroviarios y carreteros) Vinculación entre modos de transporte</p> <p>Otros</p>

Fuente: Elaboración propia

3.4 Cuarto paso: jerarquización de los factores

No todos los factores tienen la misma relevancia, hay algunos que por su viabilidad de acceso a la información o por su peso en determinada área serán primordiales, de ahí el establecimiento de la importancia relativa.

En este trabajo recomiendo el Método de Análisis Jerárquico (AHP) por sus siglas en inglés, para la jerarquización de los factores. AHP ha sido ampliamente aplicado en deferentes campos del conocimiento como: problemas de análisis de decisión, pronósticos, formulación estratégica, asignación de los recursos, planeación, entre otros.

En esta metodología se seleccionó el método AHP por las siguientes razones:

Desagrega un problema complejo en sus componentes y luego determina su jerarquía para evaluarlos.

- Es económico, y por lo tanto se ajusta a las condiciones de la investigación.
- Es recomendable para pocos factores (**7 ± 2 factores**).
- El proceso se realiza en una sola etapa sin tener que repetirla, lo que implica ahorro en tiempo y costos.
- Es fácil de implementar
- Maneja criterios tangibles e intangibles
- Impone disciplina al proceso.
- Existen programas computacionales más simples que los desarrollados para otros métodos similares.
- La predicción de varios expertos es mejor que la de uno sólo.

Sin embargo, a pesar de todas las ventajas acabadas de mencionar, hay una serie de desventajas de este procedimiento, como las que a continuación se mencionan.

- Es catalogado, por algunos, como un procedimiento arbitrario para la determinación de los criterios.

- Es poco seguro, ya que sus resultados son muy sensibles a la ambigüedad de las preguntas.
- Se critica por ofrecer un análisis puramente teórico, y por tender a ser menos preciso que los métodos cuantitativos.

Jerarquización de los factores clave en la organización

El procedimiento consiste en dos fases básicamente: la primera, es determinar el número de expertos; la segunda, es la jerarquización de los factores. Sin embargo, en esta metodología veremos solamente al segundo aspecto, pero recordemos que el procedimiento para la selección de los expertos se detalla claramente en el apartado 2.4 del **Capítulo 2**.

Una vez seleccionados los expertos con los que se realizará el trabajo se les presentan los factores a valorar previamente determinados por el investigador a través de una tabla de factores. Luego, mediante la aplicación del AHP, se calcula la matriz de prioridades, en la cual se comparan los factores por parejas, y así se determina su importancia relativa de cada uno de ellos.

Determinación del nivel de inconsistencia

Luego, debido a que estas matrices de comparaciones entre atributos son realizadas de acuerdo al juicio humano se espera algún grado de inconsistencia que debe tolerarse a condición de que no sea irracional. Para determinar si un nivel de inconsistencia es o no razonable, se desarrolla una medida cuantificable para la matriz de comparaciones (A).

Ejemplo hipotético: jerarquización de los factores y nivel de inconsistencia

1) Consulta de los expertos

Se entrevista individualmente a cada experto¹, el cual provee una lista de los factores clave que considera apropiada para la evaluación del área dentro de la organización, en este ejemplo, el área es la de servicios.

Después de un análisis detallado se obtienen los 6 criterios² (factores) siguientes:

- Vigilancia
- Prestador de Servicios Logísticos (PSL)
- Lanchaje

¹ El experto, en este ejercicio, es auditor interno en los puertos marítimos.

² De acuerdo con Saaty, 6 criterios son un número conveniente para su manejo.

- Pilotaje
- Remolcador
- Compensaciones (Trade off)

2) Construcción de la matriz y vector de prioridades para la determinación de la jerarquía de los factores.

Para la comparación de los criterios por pareja se utiliza una escala directa del 1 al 9, cuya explicación se muestra en la tabla 3.4.1.

Tabla 3.4.1 Escala para la comparación por parejas

Puntaje de importancia	Definición	Explicación
1	Igualmente importante	Los dos elementos tienen igual importancia
3	Moderadamente importante	Uno de los elementos es ligeramente más importante
5	Fuertemente importante	Experiencia y juicio fuerte de un elemento sobre otro
7	Muy fuerte importancia	Un elemento es favorecido fuertemente sobre el otro, su dominancia es demostrada en la práctica
9	Extremadamente importante	La evidencia es extrema de un elemento sobre otro

Fuente: Wikipedia, the free encyclopedia. Analytic Hierarchy Process.

Nota: Las intensidades 2, 4, 6 y 8 pueden ser usadas para expresar valores intermedios. Las intensidades 1.1, 1.2, 1.3, etc., pueden ser utilizadas para elementos que están muy cerca.

Además, en la sección 2.5.1 del **Capítulo 2**, se explica que si el elemento de la matriz (A) $a_{ij} = K$, $a_{ji} = 1/K$. Por ejemplo, si $a_{ij} = 3$, $a_{ji} = 1/3$. Esto último, indica que el elemento j es ligeramente más importante que el elemento i .

En esta segunda etapa, el investigador le pide a cada experto que evalúe el área detalladamente utilizando el **AHP** considerando los seis criterios. Para este propósito, se usa la tabla de comparación por pareja, a la cual le llamamos matriz de prioridades (A). Tal como se muestra a continuación en la tabla 3.4.2.

Tabla 3.4.2 Matriz de prioridades (A) para servicios logísticos: opinión de un experto

Factor	1	2	3	4	5	6
1 Vigilancia	1	1	2	2	5	2
2 PSL*	1	1	2	2	5	2
3 Lanchaje	½	1/2	1	2	3	3
4 Pilotaje	½	1/2	1/2	1	3	1
5 Remolcador	1/5	1/5	1/3	1/3	1	½
6 Compensaciones	½	1/3	1/3	1	2	1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: *Prestador de Servicios Logísticos.

Nota: Cabe resaltar, los números en negrita **1, 2, 3, 4, 5, 6** que aparecen tanto en la columna de izquierda con en la fila superior representan los factores considerados.

Luego de valorar los factores de la matriz (A) utilizando la escala de la tabla 3.4.1, se realiza la normalización de la matriz. Esto se hace dividiendo cada elemento de una columna entre la suma total de la columna correspondiente. Por ejemplo, el elemento $a_{11} = 1$ y la suma de la columna uno es $1+1+1/2+1/2+1/5+1/2 = 3.7$, por lo tanto $1/3.7 = 0.2702$ elemento a_{11} de la matriz normalizada. La matriz completa se muestra en figura 3.4.1.

Matriz (N)

0.2702	0.2832	0.3246	0.2400	0.2631	0.2105
0.2702	0.2832	0.3246	0.2400	0.2631	0.2105
0.1351	0.1416	0.1623	0.2400	0.2631	0.2105
0.1351	0.1416	0.0811	0.1200	0.1578	0.1052
0.0540	0.0566	0.0535	0.0396	0.0526	0.0526
0.1351	0.0934	0.0535	0.1200	0.1052	0.1052

Figura 3.4.1 Matriz normalizada (N)

Ahora se obtiene el vector de prioridades (V), es decir, el peso de cada factor. Esto se hace sacando el promedio por región de la resultante matriz normalizada (N). Por ejemplo, la suma de región uno es

$0.2702+0.2832+0.3246+0.2400+0.2631+0.2105 = 1.5916$ y el número de elementos del reglón son **6**, entonces $1.5916/6 = 0.2652$, elemento a_{11} del vector de prioridades. El vector de prioridades completo se muestra en la figura 3.4.2.

$$\text{Vector (V)} \begin{pmatrix} 0.2652 \\ 0.2652 \\ 0.1920 \\ 0.1234 \\ 0.0514 \\ 0.1020 \end{pmatrix}$$

Figura 3.4.2 Vector de prioridades (V)

Como se muestra en el vector de prioridades (V) los factores de vigilancia y prestador de servicios logísticos tienen la misma prioridad, por lo que el orden en que se dispongan es indistinto.

La jerarquía de los factores queda de la siguiente manera:

1. Prestador de servicios logísticos.
2. Vigilancia.
3. Lanchaje.
4. Pilotaje.
5. Compensaciones (Trade off).
6. Remolcador.

3) Determinación del Grado de consistencia

Se necesita determinar el vector de sumas ponderadas (K), lo cual se realiza multiplicando la matriz (A) por el vector (V). Tal como se muestra en la figura 3.4.3.

$$\begin{array}{c} \text{Matriz (A)} \\ \left(\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 2 & 2 & 5 & 2 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 5 & 2 \\ 1/2 & 1/2 & 1 & 2 & 3 & 3 \\ 1/2 & 1/2 & 1/2 & 1 & 3 & 1 \\ 1/5 & 1/5 & 1/3 & 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 1/3 & 1/3 & 1 & 2 & 1 \end{array} \right) \end{array} \begin{array}{c} \text{Vector (V)} \\ \left(\begin{array}{c} 0.2652 \\ 0.2652 \\ 0.1920 \\ 0.1234 \\ 0.0514 \\ 0.1020 \end{array} \right) = \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \text{Vector (K)} \\ \left(\begin{array}{c} 1.6222 \\ 1.6222 \\ 1.1678 \\ 0.7408 \\ 0.3125 \\ 0.6116 \end{array} \right) \end{array}$$

Figura 3.4.3 Vector de sumas ponderadas (K)

Ahora se dividen los elementos del vector (K) entre el elemento correspondiente del vector (V) para obtener los valores λ como se muestra a continuación:

$$\lambda_1 = 1.6222/0.2652 = 6.1168$$

$$\lambda_2 = 1.6222/0.2652 = 6.1168$$

$$\lambda_3 = 1.1678/0.1920 = 6.0822$$

$$\lambda_4 = 0.7408/0.1234 = 6.0032$$

$$\lambda_5 = 0.3125/0.0514 = 6.0790$$

$$\lambda_6 = 0.6116/0.1020 = 5.9960$$

Luego se saca la media de estos valores y obtenemos $\lambda_{\text{máx.}}$, indispensable para calcular el Índice de consistencia

$$\lambda_{\text{máx}} = \sum \lambda_i / n = 36.394 / 6 = 6.0656$$

Ahora calculamos el Índice de consistencia IC

$$IC = \lambda_{\text{máx}} - n / n - 1 = 0.01312$$

Donde:

n es la cantidad de factores (en este caso 6 factores).

Luego calculamos el Grado de consistencia GC, que debe de ser ≤ 0.10 para que el juicio de los expertos se considere consistente, de lo contrario no tendrá validez la determinación que estos tengan sobre el peso de los factores.

$$GC = IC / IA$$

IA es el índice de Inconsistencia aleatorio = $1.98 (n - 2) / n = 1.32$

Entonces

$$GC = IC / IA = 0.01312 / 1.32 = 0.0099$$

Por lo tanto

$$0.0099 \leq 0.10$$

El juicio del experto es consistente.

Una vez que se cuenta con la opinión de cada experto, como se mostró en el ejemplo hipotético, se hace el agregado para cada nodo (infraestructura y servicios) y cadena de transporte (servicios y equipo). Tal como se muestra en las tablas 3.4.3 y 3.4.4.

Tabla 3.4.3 Jerarquización de los factores en los nodos por área

Orden	Puertos marítimos	Puertos interiores	Puertos fronterizos
	Infraestructura	Infraestructura	Infraestructura
1	Fondeo/salida	Recepción/salida	Entrada/salida
2	Atraque/desatraque	Transferencia de la carga	Almacenamiento
3	Amarre/desamarre	Almacenamiento	Cruce de la carga
4	Muellaje	Consolidación/ desconsolidación	Maniobras interiores
5	Primera maniobra		
6	Segunda maniobra		
7	Almacenamiento		
8	Consolidación/ desconsolidación		
9	Buque(cargo extra)		
	Servicios	Servicios	Servicios
1	Prestador de servicios logísticos	Prestador de servicios logísticos	Compensaciones (trade off)
2	Vigilancia	Compensa. (trade off)	Vigilancia
3	Lanchaje	Vigilancia	
4	Pilotaje		
5	Compensa. (Trade off)		
6	Remolcador		
	Otros	Otros	Otros

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4.4 Jerarquización de los factores en la cadena de transporte terrestre por área.

Orden	Factores internos
	Equipo
1	Capacidad de carga
2	Equipamiento
3	Facilidad de carga y descarga
4	Rapidez
5	Modelo
6	Flotilla propia
	Servicios
1	Flete
2	Seguridad contra robos y saqueos
3	Frecuencia de la entrega
4	Compensaciones (trade off)
5	Rutas y seguimiento (track y tracing)
6	Facilidad para colocar la carga
7	Agilidad de la documentación
	Otros

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar, que el orden de la jerarquización de los factores dependerá de las condiciones específicas de cada nodo, de la cadena de transporte terrestre y de los expertos. Estos últimos, seleccionarán aquellos factores que sean relevantes en un determinado contexto, por lo que no existe una “receta” única, sino una variedad de ellas para adaptarlas a las condiciones particulares requeridas.

3.5 Quinto paso: construcción de los indicadores de desempeño

Este punto es el más significativo, dado que comprende todos los pasos anteriores. La efectividad en la construcción de los indicadores dependerá de que también se haya hecho la valoración en las áreas y la obtención de sus factores respectivos. Se debe tener claro, que no hay una única forma para elaboración de indicadores de desempeño, sino que puede ser tan amplia como queramos, pero siempre, se deben de considerar las características y objetivos específicos que se tengan, con el único propósito de satisfacer las necesidades particulares de los usuarios.

Como se mencionó anteriormente, se pondrá particular atención en las actividades que se llevan a cabo en los nodos, sin dejar a un lado, por supuesto, lo que suceda en las rutas de transporte. Dado que en la actualidad, lo que importa más desde la perspectiva de los costos y valor agregado es lo que sucede en las terminales y no en los corredores.

A continuación se describen las etapas a seguir para la construcción de los indicadores de desempeño:

- 1) Definir las variables para evaluar el desempeño
- 2) Determinar su escala de valores
- 3) Construir los indicadores para evaluar el desempeño

Estas tres etapas se explican a continuación.

Las variables

Para evaluar el desempeño de las terminales y de las rutas de transporte, las variables a considerar son:

- Costos
- Tiempos
- Confiabilidad

Los costos y los tiempos tradicionalmente son las variables que más se consideran en las investigaciones a nivel nacional, y es de entenderse, porque a los ojos del cliente es lo que más importa. Por el lado de la confiabilidad, es un aspecto poco estudiado en México, sin embargo, su manejo puede tener un impacto muy significativo en la disminución de los costos. Según el **Banco Mundial**, en su publicación **Connecting to Compete, The Logistics Performance Index and its Indicators 2007**, afirma que la confiabilidad es un factor que pesa más que los propios costos.

La confiabilidad se entenderá en este trabajo como la capacidad de una entidad en realizar su función programada sin accidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones idénticas.

Para los costos y tiempos se considerará el aspecto cuantitativo únicamente, mientras que para la confiabilidad, se considerarán los aspectos cuantitativo y cualitativo, dado que esta variable es la más relevante en este estudio.

La escala de valores

Para el establecimiento de los niveles de comportamiento de los indicadores es recomendable un trabajo conjunto entre investigadores y expertos, así ambos determinarían la escala de valores.

La escala de valores es de 5 rubros, por ejemplo:

- Muy bien
- Bien
- Regular
- Mal
- Muy mal

A los cuales se les asigna una puntuación, como puede ser: 10, 8, 6, 2, 1; respectivamente.

Para obtener los primeros niveles, la entidad debe presentar un cumplimiento total de los parámetros³ que rigen al indicador en cuestión. Obteniendo la puntuación “**Muy bien**”, sólo cuando el desempeño es pleno; “**Bien**”, cuando su desempeño sea adecuado, “**Regular**”, cuando haya algunas dificultades; “**Mal**” y “**Muy mal**”, cuando no cumplan con las exigencias de organización.

Para cada una de las variables a considerar, la escala métrica podría ser la que se muestra en la tabla 4.5.1.

³ Se pueden tomar otros parámetros de valoración, por ejemplo, Muy adecuado, Bastante adecuado, Adecuado, Poco adecuado e Inadecuado; y una puntuación 1, 2, 3, 4, 5 respectivamente.

Tabla 4.5.1 Escala métrica

Costo	Tiempo	Confiabilidad
<ul style="list-style-type: none"> •Muy alto •Alto •Promedio •Bajo •Muy bajo 	<ul style="list-style-type: none"> •Muy prolongado •Prolongado •Promedio •Corto •Muy corto 	<ul style="list-style-type: none"> •Excelente •Buena •Regular •Mala •Pésima
Puntuación	Puntuación	Puntuación
<ul style="list-style-type: none"> 1. Muy alto 2. Alto 6. Promedio 8. Bajo 10. Muy bajo 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Muy prolongado 2. Prolongado 6. Promedio 8. Corto 10. Muy corto 	<ul style="list-style-type: none"> 10. Excelente 8. Buena 6. Regular 2. Mala 1. Pésima

Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la tabla, por el lado del costo y tiempos, en sus categorías, se observa la puntuación invertida, dado que 10 es lo más favorable y 1 lo más desfavorable. Por ejemplo, si tenemos un costo muy alto sería perjudicial para la organización por lo que se le asigna 1, es decir, lo más desfavorable, por el contrario costo muy bajo se le asigna 10, lo más favorable. Se debe poner atención a este detalle a la hora de elaborar el instrumento para saber como se codifican las alternativas de respuesta.

La construcción de los indicadores

Debemos recordar que la construcción de los indicadores se hace con el punto de vista del auditor interno, es así, que los factores escogidos para evaluar las variables son de acuerdo a las necesidades del auditor, pero también pueden elaborarse para cualquier otro actor, claro en función de sus necesidades y objetivos particulares.

•Indicadores cuantitativos (costos y tiempos)

Como se mencionó anteriormente, los indicadores de costos y tiempos para cada uno de los nodos y las rutas de transporte se van a evaluar exclusivamente bajo en enfoque cuantitativo.

De la tabla 3.4.3 (jerarquización de los factores en los nodos por área), se consideran los factores más relevantes, es decir, aquellos que por su importancia van a tener un impacto significativo en el área. Como se muestra en las tablas 3.5.2, 3.5.3, 3.5.4, 3.5.5, 3.5.6, 3.5.7, 3.5.8, 3.5.9, 3.5.10 y 3.5.11.

• **Indicadores de costos y tiempos para el transporte terrestre de puerta a puerta**

Tabla 3.5.2 Costos máximos de las rutas origen/destino (carretera)

Origen/destino	Costo (dólares)	Porcentaje
Flete	Usd	%
Documentación	Usd	%
Seguridad contra robos y saqueos	Usd	%
Compensaciones	Usd	%
Flotilla privada	Usd	%
Ruta y seguimiento	Usd	%
Total	Usd	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.3 Tiempos máximos de las rutas origen/destino (carretera)

Origen/destino	Tiempo	Porcentaje
Facilidad de carga y descarga	Horas	%
Rapidez	Horas	%
Frecuencia de la carga	Horas	%
Ruta	Horas	%
Facilidad para colocar el pedido	Horas	%
Agilidad de la documentación	Horas	%
Total	Horas	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.4 Costos máximos de las rutas origen/destino (ferrocarril)

Origen/destino	Costo (dólares)	Porcentaje
Flete	Usd	%
Documentación	Usd	%
Seguridad contra robos y saqueos	Usd	%
Compensaciones	Usd	%
Flotilla privada	Usd	%
Ruta y seguimiento	Usd	%
Total	Usd	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.5 Tiempos máximos de las rutas origen/destino (ferrocarril)

Origen/destino	Tiempo	Porcentaje
Facilidad de carga y descarga	Horas	%
Rapidez	Horas	%
Frecuencia de la carga	Horas	%
Ruta	Horas	%
Facilidad para colocar el pedido	Horas	%
Agilidad de la documentación	Horas	%
Total	Horas	%

Fuente: Elaboración propia

Para la siguiente modalidad, se tomarán las actividades que se realizan desde la llegada hasta la salida para los puertos marítimos y desde la entrada hasta la salida para los puertos interiores y puertos fronterizos.

•Indicadores de costos y tiempos en puertos marítimos, puertos interiores y puertos fronterizos

Tabla 3.5.6 Costos máximos llegada/salida (puertos marítimos)

Llegada/salida	Costo (dólares)	Porcentaje
Infraestructura		
Fondeo/salida	Usd	%
Atraque/desatraque	Usd	%
Amarre/desamarre	Usd	%
Muellaje	Usd	%
Primera maniobra	Usd	%
Segunda maniobra	Usd	%
Almacenamiento	Usd	%
Consolidación/desconsolidación	Usd	%
Buque(cargo extra)	Usd	%
Subtotal	Usd	%
Servicios		
Prestador de servicios logísticos	Usd	%
Vigilancia	Usd	%
Lanchaje	Usd	%
Pilotaje	Usd	%
Compensaciones (Trade off)	Usd	%
Remolcador	Usd	%
Subtotal	Uds	%
Otros		
Subtotal	Usd	%
Total	Usd	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.7 Tiempos máximos llegada/salida (puertos marítimos)

Llegada/salida	Tiempo	Porcentaje
Infraestructura		
Fondeo/salida	Horas	%
Atraque/desatraque	Horas	%
Muellaje	Horas	%
Primera maniobra	Horas	%
Segunda maniobra	Horas	%
Almacenamiento	Horas	%
Consolidación/desconsolidación	Horas	%
Buque(cargo extra)	Horas	%
Otros		
Subtotal	Horas	%
Total	Horas	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.8 Costos máximos llegada/salida (puertos interiores)

Recepción/salida	Costo (dólares)	Porcentaje
Infraestructura		
Recepción/salida	Usd	%
Transferencia de la carga	Usd	%
Almacenamiento	Usd	%
Consolidación/desconsolidación	Usd	%
Subtotal	Usd	%
Servicios		
Prestador de servicios logísticos	Usd	%
Compensaciones (trade off)	Usd	%
Vigilancia	Usd	%
Subtotal	Usd	%
Otros		
Subtotal	Usd	%
Total	Usd	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.9 Tiempos máximos llegada/salida (puertos interiores)

Recepción/salida	Tiempo	Porcentaje
Infraestructura		
Recepción/salida	Horas	%
Transferencia de la carga	Horas	%
Almacenamiento	Horas	%
Consolidación/desconsolidación	Horas	%
Subtotal	Horas	%
Otros		
Subtotal	Horas	%
Total	Horas	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.10 Costos máximos llegada/salida (puertos fronterizos)

Entrada/salida	Costos (dólares)	Porcentaje
Infraestructura		
Almacenamiento	Usd	%
Cruce de la carga	Usd	%
Maniobras interiores	Usd	%
Subtotal	Usd	%
Servicios		
Compensaciones (trade off)	Usd	%
Vigilancia	Usd	%
Subtotal	Usd	%
Otros		
Subtotal	Usd	%
Total	Usd	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.11 Tiempos máximos llegada/salida (puertos fronterizos)

Entrada/salida	Tiempo	Porcentaje
Infraestructura		
Almacenamiento	Horas	%
Cruce de la carga	Horas	%
Maniobras interiores	Horas	%
Subtotal	Horas	%
Otros		
Subtotal	Horas	%
Total	Horas	%

Fuente: Elaboración propia

•Indicadores cuantitativos (confiabilidad)

Llegamos al punto medular, a la construcción de los indicadores de confiabilidad. Para el caso de la confiabilidad, y por ser un tema poco tratado en las investigaciones, la construcción de los indicadores se hará considerando dos criterios: el cuantitativo y cualitativo. El primero se trata a continuación, mientras, que el segundo se muestra en el anexo A, página 82.

•Indicadores de confiabilidad cuantitativos para puertos marítimos, puertos interiores y puertos fronterizos.

Tabla 3.5.12 Confiabilidad basada en tiempos (puertos marítimos)

Concepto	Tiempo program. (TP)	Tiempo de excedencia (TE)	Frecuencia de observación (F)	Tiempo real calculado (TRC)	Índice de confiabilidad (IC)
Fondeo-salida	Horas	Horas	%	TP + TE (F)	TP/TRC

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.13 Confiabilidad basada en tiempos (puertos interiores)

Concepto	Tiempo program. (TP)	Tiempo de excedencia (TE)	Frecuencia de observación (F)	Tiempo real calculado (TRC)	Índice de confiabilidad
Recepción-salida	Horas	Horas	%	TP + TE (F)	TP/TRC

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5.14 Confiabilidad basada en tiempos (puertos fronterizos)

Concepto	Tiempo program. (TP)	Tiempo de excedencia (TE)	Frecuencia de observación (F)	Tiempo real calculado (TRC)	Índice de confiabilidad IC
Recepción-salida	Horas	Horas	%	TP + TE (F)	TP/TRC

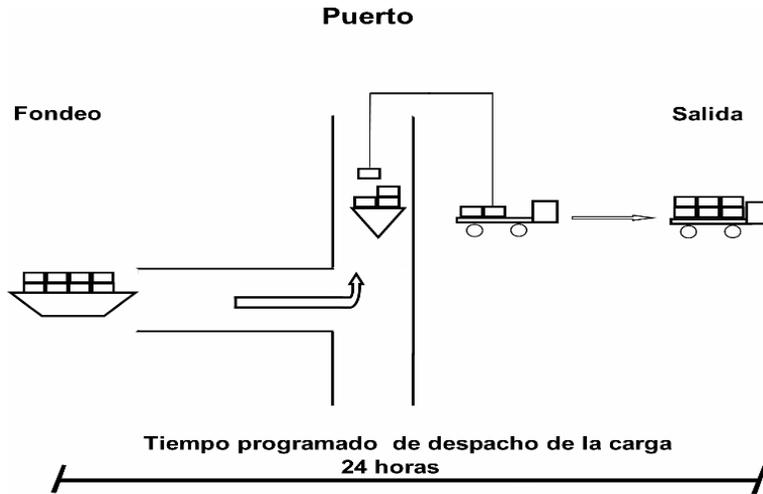
Fuente: Elaboración propia

Como se observa claramente, esta mecánica sólo se considera un factor (fondeo-salida o recepción-salida), pero estos rubros son muy significativos a la hora de evaluar el desempeño en función del tiempo.

A continuación se presenta un caso hipotético para los puertos marítimos, en el cual se utiliza este criterio para evaluar el desempeño desde el fondeo hasta la salida de un buque portacontenedores.

Ejemplo hipotético

En una muestra de 30 buques portacontenedores cargados de mercancías se toma el registro diario, durante 30 días, desde el fondeo hasta su salida del puerto, tal como se ilustra en la figura 3.5.1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.5.1 Buque portacontenedores fondeo-salida

Para tener las mismas condiciones en cada uno de ellos, se considerará la misma hora de fondeo y dimensiones, así como el tiempo programado para el despacho de los contenedores de 24 horas.

Tabla 3.5.15 Despacho de un buque portacontenedores

Tiempo (horas)	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
24	20	66.6666	66.6666
27	1	3.3333	69.9999
28	1	3.3333	73.3333
30	5	16.6666	89.9999
34	2	6.6666	96.6666
40	1	3.3333	100
Total	30	100	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 3.5.15, se observa que el 66.6666% de los casos se cumple con el tiempo programado de 24 horas, también, apreciamos los tiempos de 27, 28, 30 34 y 40 horas que en conjunto representan el 33.3333 del tiempo excedido. Un problema que se presenta, es que el tiempo excedido varía, y una manera útil para trabajar con un sólo tiempo es mediante la aplicación de alguna de las medidas de tendencia central (moda, mediana y media), en este caso se aplicó la media.

El tratamiento de los datos, es para los tiempos excedidos.

$$M = \text{SUMA } X_i / N$$

Donde:

M = media

X_i = cada uno de los tiempos excedidos

N = total de sucesos

En nuestro caso particular tenemos:

$$M = 27+28+30+30+30+30+30+34+34+40/10=313/10$$

$$M = 31.3 \text{ horas}$$

Aplicando la formula para el Tiempo Real Calculado (TRC)

$$TRC = 34.432 \text{ horas}$$

Finalmente el índice de confiabilidad (TP/TRC)

$$TP/TRC = 24/34.432$$

$$TP/TRC = 69.7\%$$

Y la tabla quedaría así:

**Tabla 4.5.16 Ejemplo de la confiabilidad basada en tiempos
(puertos Marítimos)**

Concepto	Tiempo program. (TP)	Tiempo de excedencia (TE)	Frecuencia de observación (F)	Tiempo real calculado (TRC)	Índice de confiabilidad IC
Fondeo-salida	Horas 24	Horas 31.3	% 33.3333	TP + TE (F) 34.432	TP/TRC 69.7%

Fuente Elaboración propia

Donde la confiabilidad, en este caso, es bastante precaria.

3.6 Sexto paso: implementación y monitoreo de los indicadores

Una vez que disponemos de los indicadores, su implementación es una parte importante en la estrategia de la organización. Cabe destacar que en México, muchas veces, aún cuando se definen las variables que se van a considerar, no se implementan, se quedan archivadas y nos se les da seguimiento. Es importante que se tenga siempre en mente, que si la selección y construcción de los indicadores se hizo a conciencia, con base en un estudio ordenado y con información confiable habrá grandes posibilidades que ayuden a la organización a ser más eficiente.

Para cualquier organización es muy importante establecer un programa de monitoreo que de a conocer el desempeño de los indicadores o variables. El monitoreo, sin duda alguna, es una herramienta importante para rastrear la evolución de las variables a lo largo de un tiempo, el cual estará definido por el área específica de interés dentro de una organización y de los expertos.

El hecho de rastrear los indicadores, es que lleva a plantearse una serie de preguntas que resultan muy útiles. Por ejemplo:

- ¿Se están cumpliendo con los objetivos propuestos?
- ¿Se esta obteniendo información útil?
- ¿Se están satisfaciendo las necesidades de los clientes?
- ¿Cuáles son los puntos débiles de las áreas?
- ¿Qué áreas son primordiales para actuar y mejorar su desempeño?

La información que se obtenga debe permitir tomar las decisiones acerca de si los indicadores se deben controlar, desechar, si cumplen con los objetivos establecidos o si se deben implementarse otros.

El monitoreo no es un resultado sino un proceso, por lo tanto se tiene que cumplir con una serie de pasos para que su aplicación sea eficiente. Como se muestra:

- 1) Los rangos deben definir claramente las variaciones permitidas o tolerables con respecto a los valores objetivo.
- 2) La zona de alarma identifica los valores en los cuales se deben de iniciar acciones correctivas.
- 3) Las acciones deben de seguir un proceso sistemático para su implementación cuando se entra en la zona de alarma.

Conclusiones

El diseño de una metodología para evaluar el desempeño de las redes de transporte logístico (nodos y transporte) no es fácil, pero puede resultar muy provechoso. La experiencia a nivel mundial, en un contexto globalizado, resalta la importancia de no sólo contar con instrumentos que midan aspectos cuantitativos, sino también los aspectos cualitativos.

Este trabajo fue motivado por la escasez, en general, de indicadores cuantitativos y cualitativos, pero sobre todo de estos últimos, en los nodos y rutas de transporte de todo el país.

En México estamos acostumbrados a trabajar con indicadores cuantitativos como: costos, tiempos, inventarios, etc., sin embargo no se ha hecho mucho por diseñar, obtener e implementar indicadores que midan aspectos intangibles, tales como: la confiabilidad, la predictibilidad, la disponibilidad, entre otros. Si bien, cada día se conoce más de la relevancia de contar con este tipo de indicadores su diseño sigue siendo precario. Algunas de las razones son por la falta de conocimiento y porque son más difíciles de medir.

Por todo lo anterior, surgió la necesidad de crear una metodología que apoye a los encargados de mejorar el desempeño en las terminales y rutas de transporte. El procedimiento expuesto en esta investigación detalla explícitamente y con ejemplos sencillos y sencillos lo que se debe hacer para la construcción de indicadores que midan aspectos tangibles e intangibles de manera eficaz y eficiente, además de que sea relativamente sencillo comprender para todos aquellos usuarios que deseen apoyarse en esta metodología para emprender acciones que les permitan tener el control de sus áreas y factores clave, y así determinar que se debe mejorar.

Esta investigación se enfoca más en el indicador de confiabilidad. Hoy en día es un aspecto crucial para la reducción de costos, sin embargo, aquí en México, los trabajos encontrados no hubo alguno que midiera este aspecto, sólo lo mencionan, he aquí, la relevancia de este documento donde presenta una propuesta para su medición, tanto cuantitativa como cualitativa.

Por otro lado, la aplicación de esta metodología no se delimita únicamente al ambiente de las redes de transporte, también se podría aplicar a otros campos como: el industrial, el académico, la salud, entre muchos otros. Por ejemplo, una empresa, si desea mejorar su desempeño debe inspeccionar minuciosamente sus áreas e identificar aquellas que presentan mayor dificultad, una vez hecho esto determinar acciones para su mejoramiento a través del uso de indicadores para

observar su desenvolvimiento en un periodo de tiempo predeterminado, y así determinar su posición respecto a las mejores prácticas.

El impacto de diseño e implementación de los indicadores de desempeño logístico en las organizaciones y la cultura de capacitación de nuestro país dependerá de la habilidad de las organizaciones para llevar a la práctica estas herramientas, ya que la experiencia empírica proporcionará los elementos necesarios para enriquecer y perfeccionar este procedimiento.

Anexo A: Evaluación de la confiabilidad cualitativamente

- **Cuestionario para la evaluación del desempeño a lo largo de toda la cadena de transporte desde el punto de vista del auditor interno**
- **Escala métrica**

Para evaluar la confiabilidad de manera cualitativa se hace uso de un cuestionario. Este instrumento es genérico, es decir se aplica para cualquier nodo y ruta de la red. Cabe destacar, que este enfoque es desde el punto de vista del auditor interno.

Esta técnica se basa en la propuesta de Bowersox (1999), quien formuló un cuestionario de 106 preguntas considerando el punto de vista gerencial sobre la empresa en la cual laboran, y su posición a lo largo de toda la cadena de suministros.

Cuestionario para la evaluación del desempeño a lo largo de toda la cadena de transporte desde el punto de vista del auditor interno

- 1. Se disponen de competencias y sistemas informáticos para captar y compartir información relevante con todos los actores involucrados a lo largo de la red.**
- 2. Las operaciones logísticas están enfocadas a las necesidades de los clientes.**
- 3. Las experiencias de mejoras en el desempeño se comparten, implementan e integran con los socios de la red.**
- 4. Se utilizan con éxito las soluciones logísticas basadas en la confiabilidad como el despacho de las mercancías a tiempo en las terminales.**
- 5. La estructura organizacional permite la integración adecuada de la gestión de operaciones logísticas en la red de transporte.**
- 6. Se tienen acuerdos en la red de transporte con los clientes que operan bajo principios de recompensas y riesgos compartidos.**

- 7. Se facilita agentes en las instalaciones de los clientes, para facilitar la coordinación logística.**
- 8. Las operaciones logísticas a lo largo de toda la red se realiza de manera estandarizada.**
- 9. Se ha reducido la complejidad operacional de la red en los últimos tres años.**
- 10. Se ha aumentado la flexibilidad operacional mediante la intensificación de la colaboración en los nodos y cadenas de transporte.**
- 11. Se toman las decisiones con base en los indicadores de desempeño.**
- 12. Las terminales tienen un programa flexible de servicios especiales que permite ajustar nuestra respuesta a los requisitos cambiantes de los clientes.**
- 13. La terminal esta comprometida en lograr el mejor desempeño logístico.**
- 14. Se tiene la convicción de que en la dirección estratégica, el papel de los actores involucrados y el desempeño de los socios en la red de transporte son críticos para alcanzar el éxito.**
- 15. Se cuentan con programas activos para capturar la experiencia y el conocimiento generado de cada área, y de esta manera transferir este conocimiento a toda la organización.**
- 16. Se tienen lineamientos para desarrollar, mantener y monitorear las relaciones en toda la red.**
- 17. Con regularidad se logra obtener los objetivos establecidos del desempeño logístico.**
- 18. La operación logística de la terminal puede ser sincronizada para integrarla con la operación de los clientes.**
- 19. La terminal mide el desempeño logístico basado en la confiabilidad.**
- 20. La terminal cuenta con un registro de datos de transacciones que permite que los clientes participen en las decisiones estratégicas.**
- 21. La terminal esta dispuesta a ayudar a financiar proyectos de infraestructura y de adquisición de maquinaria y equipo.**

22. Los sistemas de información logística de la terminal facilita el comercio electrónico usando el internet.

23. La terminal colabora en pronosticar y planea con los clientes.

24. El desempeño logístico de la terminal está relacionado con el valor agregado.

25. La terminal comparte recursos técnicos con los clientes para facilitar operaciones.

Escala métrica

Para evaluar la percepción del auditor interno se empleará la siguiente puntuación:

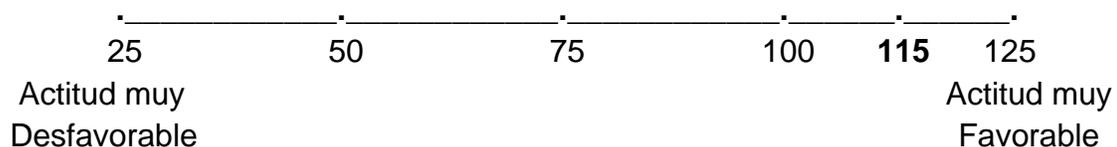
5. Siempre
4. La mayoría de las veces
3. Algunas veces si, algunas veces no
2. La mayoría de las veces no
1. Nunca

Forma de obtener las puntuaciones

Las puntuaciones se obtienen sumando los valores dados de cada afirmación. La puntuación se considera alta o baja según el número de afirmaciones. Por ejemplo, tenemos 25 expresiones, por lo tanto la puntuación mínima posible es de $(1 * 25) = 25$, si todas las afirmaciones se les calificará con un 1 y la máxima sería de $(5 * 25) = 125$, si todas las afirmaciones se le calificará con un 5.

Ver gráficamente la actitud del auditor

Para ver gráficamente la actitud del auditor se hará uso de las puntuaciones anteriores:



Por ejemplo, si alguien hubiera tenido una puntuación de 115, su actitud se calificaría como muy favorable, como se muestra en la gráfica anterior.

Anexo B: Glosario de términos

AGENTE ADUANAL: Persona natural o jurídica autorizada por la Superintendencia Nacional de Aduanas, que representa oficialmente a los consignatarios o dueños de la carga.

ALMACENAMIENTO: Es el servicio que se presta a la carga que permanece en los lugares de depósito determinados por la empresa.

AMARRE/DESAMARRE: Servicio que se presta a las naves en el muelle para recibir y asegurar las amarras, cambiarlas de un punto de amarre a otro y largarlas.

ARANCEL: Cualquier impuesto o cargo de cualquier tipo aplicado en relación a la importación de bienes.

ATRAQUE: Operación de conducir el buque desde el fondeadero oficial del puerto y atracarlo al muelle o amarradero designado.

BENCHMARKING: Proceso de comparar el desempeño contra las prácticas de otras compañías, con el propósito de mejorar la actuación. Las compañías también pueden hacer una referencia interna, rastreando y comparando la actuación actual con actuaciones del pasado.

CADENA DE VALOR: La alianza voluntaria de compañías para crear un beneficio económico para clientes y compartir las ganancias.

CANALES LOGÍSTICOS: La red de la cadena de suministros participantes comprometidas en almacenamiento, manejo, traslado, transporte y funciones de comunicación que contribuyen al flujo eficaz de los bienes.

Confiabilidad:

CAPITANEARÍA: Persona autorizada que decide la entrada de un buque al puerto o su salida.

CENTROS DE DISTRIBUCIÓN: Un almacén de post-producción para bienes finales.

COMERCIO INTERNACIONAL: Es el intercambio de bienes y servicios entre países, bloques o regiones económicas.

CONFIABILIDAD: Es la capacidad en que una entidad realizará su función programada sin accidentes por un período de tiempo especificado y bajo condiciones idénticas.

CONSIGNATARIO: Persona natural o jurídica a cuyo nombre viene manifestada la mercancía o que la adquiere por endoso.

CONSOLIDACIÓN DE LA CARGA: Llenado de un contenedor con mercancías provenientes de una o más embarcaciones.

CONTENEDOR: Recipiente de carga para transporte marítimo, terrestre o aéreo, cuya manipulación se facilita por la estandarización de sus dimensiones.

CORREDOR INTERMODAL: Es una vía de comunicación entre dos puntos (nodos) a través de rutas estratégicamente diseñadas para proporcionar la infraestructura, servicios, personal y maquinaria y equipo necesario para llevar a cabo la actividad intermodal.

DESCONSOLIDACIÓN DE LA CARGA: Vaciado de un contenedor con mercancías destinadas a uno, dos o más consignatarios.

DESPACHO ADUANERO: Cumplimiento de formalidades aduaneras necesarias para importar y exportar las mercancías o someterlas a otros regímenes, operaciones o destinos aduaneros.

ECONOMÍA: Es la ciencia que estudia las relaciones sociales que tienen que ver con los procesos de producción, intercambio, distribución, consumo de bienes y servicios, entendidos estos como medios de satisfacción de las necesidades humanas.

FLETE MARÍTIMO: Es el cargo de la naviera que se cobra al dueño de la carga por el servicio de transportar su contenedor de un punto a otro.

FONDEO: Operación de conducir el buque al fondeadero oficial del puerto.

GLOBALIZACIÓN: Es un término moderno especialmente usado para describir los cambios en las sociedades y la economía mundial que resultan en un incremento sustancial de comercio internacional y el intercambio cultural.

HINTERLAND: Término anglosajón sin traducción literal en idioma español, por el que se hace referencia a la zona de influencia económica de un puerto.

INDICADOR: Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo-calidad y plazos.

INDICADORES CUALITATIVOS: Hacen referencia a transformaciones sobre asuntos generalmente intangibles, por ejemplo: la confiabilidad, la calidad y la predictibilidad. Los indicadores cualitativos pueden medirse mediante cuestionarios de opinión, pero también mediante instrumentos cuantitativos que miden cambios cuantitativos, los cuales serán expresión de cambios cualitativos.

INDICADORES CUANTITATIVOS: Son los que se refieren directamente a medidas en números o cantidades.

LA MEJOR PRÁCTICA: El desempeño de la mejor operación o su aplicación en una industria dada.

LANCHAJE: Es el concepto que se carga por el servicio de llevar al (los) piloto (s) al buque.

LOGÍSTICA: Es el proceso de planeación, instrumentación y control eficiente y efectivo en costos del flujo y almacenamiento de materias primas, de los inventarios de productos en proceso y terminados, así como el flujo de la información respectiva desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir con los requerimientos de los clientes.

MONITOREO: Es un proceso sistemático de seguimiento y control del comportamiento de cualquier variable.

PILOTAJE: Servicio que prestan los pilotos (generalmente son terceros, no son del puerto) para llevar el buque de mar adentro al muelle del puerto.

PLATAFORMAS LOGÍSTICAS: Son puntos de la cadena de transporte y logística, puntos de ruptura. Actualmente se habla mucho de intermodalidad u otros puntos de ruptura de la carga donde se encuentran actividades generadoras de valor.

PRIMERA MANIOBRA: Es el movimiento de la carga del buque al patio de almacenamiento y viceversa.

PUERTO INTERIOR (PUERTO SECO): Es una terminal intermodal interior conectada a una o varias terminales marítimas con capacidad de posponer el control aduanero al interior del puerto seco, esta característica permite realizar la salida de mercancías de los puertos hacia su destino final.

PUERTOS MARÍTIMOS: Son el conjunto de obras, instalaciones y servicios que proporcionan el espacio de aguas muy tranquilas necesarias para la estancia segura de los buques mientras estos realizan las operaciones de carga, descarga, almacenaje de las mercancías y el tránsito de los viajeros.

RECINTO FISCAL: Es el lugar donde las autoridades aduaneras realizan indistintamente las funciones de manejo, almacenaje, custodia, carga y descarga de las mercancías de comercio exterior, fiscalización, así como, despacho aduanero de las mismas.

RECINTO FISCALIZADO ESTRATÉGICO: Régimen aduanal consistente en la introducción física a territorio mexicano por tiempo limitado, de mercancías extranjeras, nacionales o nacionalizadas, para ser objeto de manejo, almacenaje, custodia, exhibición, venta, distribución, elaboración, transformación o reparación.

RECINTO FISCALIZADO: Se entiende el inmueble en que los particulares prestan los servicios de manejo, almacenaje y custodia de las mercancías una vez obtenida la autorización correspondiente, la cual se otorga sobre inmuebles que colindan o se encuentran dentro de los recintos fiscales.

REMOLQUE (REMOLCAJE): Servicio que prestan los remolques para mover, apoyar o asistir a la nave durante las operaciones portuarias.

SEGUNDA MANIOBRA: Es el movimiento de la carga del patio al vehículo de transporte y viceversa.

TERMINALES: Son aquellos puntos donde el viaje o embarque comienza y termina, o donde tiene lugar un cambio de unidad transportadora o modo de transporte.

TEU: Es la unidad de medida de capacidad de transporte marítimo en contenedores, proveniente de la expresión inglesa "Twenty-Foot Equivalent Unit" o Unidad Equivalente a Veinte Pies.

TRADE OFF: Es la elección de aceptar tener menos de una cosa para tener más de otra.

TRÁFICO DE ALTURA: Son las actividades de exportación e importación de mercancías y muestran un mayor dinamismo e integración con las regiones interiores, además que se han sabido insertar en los intercambios entre las industrias globales.

TRÁFICO DE CABOTAJE: Son los movimientos de carga tradicional de materias primas y productos, y se han limitado a actividades locales básicamente.

TRANSPORTE INTERMODAL: Es el transporte de carga usando dos o más modos de transporte, además de varios contratos, uno por cada modalidad. Ejemplo, la carga en recipientes que podrían tomarse primero en un puerto de origen luego continuar su recorrido por barco hasta el puerto de destino, de ahí por tren en tramos largos a una terminal interior, y luego por camión en distancias relativamente cortas hasta la compañía.

TRANSPORTE MULTIMODAL: Se refiere al movimiento de la carga contenerizada a través de cadenas de transporte, en las cuales se necesitan diferentes modos de transporte y en el que existe un solo responsable legal, el agente multimodal. El mismo documento de embarque ampara la carga hasta su destino final, sin importar el número de modos de transporte utilizados.

TRANSPORTE: Es la acción de llevar una cosa o persona de un lugar o a otro a un precio convenido.

TRANSPORTISTA: También llamado Transitario o Forwarder, es la empresa o persona que ofrece el servicio de mover mercancías contenerizadas o no, de un lugar a otro, organizando la logística necesaria.

VALOR AGREGADO: Es el valor incrementado o mejorado, basado en su funcionalidad o utilidad.

VENTAJA COMPARATIVA: Es la ventaja que disfruta la naturaleza de un modo de transporte sobre otro en el traslado de mercancías, cuando esta se puede hacer a un menor costo, en un menor tiempo y de la manera más rápida en términos de otras modalidades.

VENTAJA COMPETITIVA: Es la capacidad tecnológica que tiene un modo de transporte sobre otro, y que el usuario considera conveniente y distinta de las otras modalidades.

Bibliografía

Acha D. J. A., De la Torre R. M. E., Identificación y necesidades de los servicios ITS por parte de las empresas transportistas y con flota propia en México, Publicación técnica 289, IMT, México, D.F., 2006.

Antún J. P., Logística: Una visión sistémica, Series del Instituto de Ingeniería D-39, UNAM, México, D.F., 1994.

Antún J. P., Ojeda L., Indicadores de desempeño (benchmarking) de procesos logísticos, Series del Instituto de Ingeniería SD-46, UNAM, México, D.F., 2005.

Christopher M., Logística: Aspectos estratégicos, Auditoría de la calidad del servicio al cliente, Limusa, México, D.F., 2006.

Cortez P. C., La revolución de los ferrocarriles y el transporte intermodal en América del Norte, Documento técnico 16, IMT, México, D. F., 1995.

Díaz C. A., Feito M. D., Marrero D. F. (2008), Contribución al control de gestión en el grupo logístico de ETECSA Villa Clara, <http://eventos.fim.uclv.edu.cu/comec/cd-2008/ponencias/c2/c2t66.pdf>

Domínguez P. L., Vázquez B. R., González J. H., Martner P. E., Mayoral G. E. F., Aguilar A. L., Jiménez S. J.E., Coronado G. A., Romo Del V. U. P., Guía metodológica para el estudio de sistemas regionales de transporte, Documento técnico 6, IMT, México, D.F., 1991.

Gil G.N., Transporte intermodal, Tesis de licenciatura, Universidad Hispano Mexicana, México, Estado de México, 2000.

Hurtado de Mendoza F. S. (2008), Criterio de expertos: Su procesamiento a través del método delphy, <http://www.ub.es/histodidactica/Epistemolog%ED/Delphy.htm>

Islas R. V. M., Lelis Z. M., Análisis de los sistemas de transporte, Publicación técnica 307, IMT, México, D.F., 2007.

Jean-Francois A., Mustra A.M., Panzer J., Ojala L., Naula T., The logistics performance index and its indicators, Connecting to compete, Banco Mundial, Estados Unidos, Washington, 2007.

Lemus, C.J.A., Análisis competitivo del corredor multimodal Lázaro Cárdenas-Kansas City en flujo comercial Asia-Estados Unidos, Tesis de maestría, UNAM, México, D.F., 2007.

Martínez A. J. J., Balbuena C. J. A., Morales P. M. C. G. E., Herrera G. A., Bustos R. A., Moreno M. M. A., Pérez S. J. A., Arroyo O. J. A., Manual estadístico del sector transporte 2005 (datos 1993-2004), IMT, México D.F.

Martínez A. J. J., Moreno M. M. A., Morales P. M. C. G. E., Herrera G. A., Balbuena C. J. A., Arroyo O. J. A., Bustos R. A., Pérez S. J. A., Manual estadístico del sector transporte del 2007, IMT, México, D.F.

Martner P. C., Morales P. M. C. G. E., De la Torre R. M. E., Bustos R. A., Cadenas logísticas de exportación en México: piña fresca, generadores eléctricos y refrigeradores, Publicación técnica 276, IMT, México, D.F., 2005.

Martner P.C., Pérez S. J. A., Herrera G. A., Diagnóstico general sobre plataforma logística de transporte de carga en México, Publicación técnica 233, IMT, México, D.F., 2003.

Mondragon P. A. R. (2002), ¿Qué son los indicadores?, <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/español/prensa/contenidos/articulos/economicas/indicadores.pdf>

Montero Q. E., Análisis comparativo de la modelación del autotransporte: carga vs pasajeros, Publicación técnica 300, IMT, México, D.F., 2006.

Montero Q. E., Diagnóstico de la información disponible y necesaria para fines de planeación del sistema de transporte, Publicación técnica 308, México, D.F., 2007.

Morales P. M. C. G. E., De la Torre R. M. E., Características del transporte refrigerado en México, Publicación técnica 297, IMT, México, D.F., 2006.

Morales P. M. C. G. E., De la Torre R. M. E., Estudio de mercado para una terminal intermodal: caso de Querétaro, Publicación técnica 274, IMT, México, D.F., 2005.

Morales P. M. C. G. E., Herrera G. A., Bustos R. A., Aguerrebere S. R., Panorama de las terminales multi e intermodales en México, Publicación técnica 221, IMT, México, D.F., 2003.

Morales P.M. C. G. E., Aguerrebere S. R., De la Torre R. M. E., Metodología para el estudio de mercado de terminales en servicios intermodales, Publicación técnica 236, IMT, México, D.F., 2003.