



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CRITERIOS DE PLANEACIÓN DE UN SISTEMA
INTELIGENTE DE TRANSPORTACIÓN PARA
EL TRANSPORTE URBANO DE MERCANCÍAS
EN LA CIUDAD DE MÉXICO**

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERÍA
(TRANSPORTE)**

P R E S E N T A :

HECTOR ARMANDO FIGUEROA URREA

DIRECTOR DE TESIS: M.I. JOSÉ FRANCISCO LOBACO AMAYA



2007



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. Javier Suárez Rocha.

Secretario: Dr. Luis Chias Becerril.

Vocal: M. I. José Francisco Lobaco Amaya.

1^{er}. Suplente: M.C. Manuel del Moral Dávila.

2^{do}. Suplente: Dr. Laurent Yves Dartois Girard

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Ciudad Universitaria
Alimento Para Todos APT

TUTOR DE TESIS:
M. I. José Francisco Lobaco Amaya

FIRMA

"Después de escalar una montaña muy alta, descubrimos que hay muchas otras montañas por escalar."

Nelson Mandela.

La lista de las personas que han hecho este trabajo posible sería enorme, sin embargo la primera a la que está dedicado es a la persona que más influyó en mí y de la cual aprendí a nunca rendirme... Mamá donde quiera que estés esto es por ti.

A mi viejo ese gran ser humano de pocas palabras, te quiero mucho.

A todos los amigos de por vida que conocí, Gabriel a ti y a toda tu familia por el cariño y la confianza de todo corazón.

A mi amada universidad gracias por todo lo que me ha brindado.

A mi asesor y amigo José Lobaco por su disposición y sus consejos; he aprendido mucho de ti.

A mis nuevos amigos del banco de alimentos, Judith gracias por todas las facilidades y por tu apoyo.

Por supuesto a mi familia Ana, Oscar, Beto por brindarme la fortaleza necesaria para emprender y concluir con este proyecto.

¡GRACIAS!

ÍNDICE GENERAL

Índice general	I
Índice de tablas.	III
Índice de figuras.	IV
Índice de imágenes.	V
Índice de gráficas.	VI
Resumen.	VII
Abstract.	VII
Introducción.	VIII
Capítulo 1 Introducción al transporte urbano de mercancías (TUM).	1
1.1 El transporte de mercancías.	1
1.2 Diferencias entre el transporte de pasajeros y el transporte de carga.	3
1.3 Importancia del transporte urbano de mercancías.	4
1.4 Actores involucrados en el TUM.	4
1.4.1 Objetivos de los actores involucrados.	5
1.5 Flujo de bienes y transporte de carga.	7
1.6 Reduciendo los requerimientos del transporte.	8
Capítulo 2 Características del transporte urbano de mercancías.	9
2.1 Condiciones externas que impactan el TUM.	9
2.1.1 Infraestructura de tránsito.	9
2.2 Efectos causados en el medio ambiente.	10
2.3 Emisiones por contaminante en el Distrito Federal.	13
2.4 Recorridos promedio de los vehículos.	15
2.5 Conexiones dentro de la cadena de transporte.	17
2.5.1 Receptores de bienes sin logística coordinada.	17
2.5.2 Receptores con una compañía de logística coordinada.	17
2.5.3 Receptores su propia logística de entrega.	17
2.6 Cadenas de transporte sub-óptimas.	17
Capítulo 3 Nuevas tecnologías al servicio del TUM.	18
3.1 Definición de los Sistemas inteligentes de transporte (ITS).	18
3.2 Beneficios por el desarrollo de proyectos ITS.	19
3.2.1 Resolución de los problemas de tráfico.	19
3.2.2 Mejorar los servicios para los usuarios e incrementar eficiencia en sistemas y operadores.	20
3.3 Antecedentes de los ITS.	22
3.4 Tecnologías de la información aplicadas al transporte.	24
3.5 Clasificación de los ITS.	25
3.6 Descripción de los ITS aplicables al TUM en la ciudad de México.	27
3.7 Proceso de selección de tecnología ITS.	31
3.8 Beneficios internos y externos en el transporte urbano de carga.	32
3.9 Impacto en la logística del TUM con la aplicación de ITS.	35
Capítulo 4 La ciudad logística.	37
4.1 Definición de logística.	37
4.1.1 El proceso logístico.	37

4.2 Principios económicos en la logística.	38
4.3 Ciudad Logística.	40
4.3.1 Beneficiarios.	42
4.4 El proceso orden/entrega en la cadena de suministros.	42
4.5 Clasificación de proyectos ITS en apoyo a la logística de distribución.	45
4.6 Análisis de impactos.	46
4.6.1 Impactos económicos.	47
4.6.2 Impactos cualitativos.	47
5. Criterios de planeación de un ITS aplicado al TUM (Estudio de caso).	49
5.1 Gestión de riesgo en proyectos ITS.	49
5.2 Know How de proyectos ITS (“leapfrog”).	50
5.3 Indicadores de desempeño en el TUM.	51
5.4 Descripción de caso.	52
5.4.1 Introducción.	52
5.4.2 Operación logística de la institución.	53
5.5 Logística inversa.	56
5.5.1 ITS Aplicados a logística inversa	56
5.5.2 Alcance y clasificación de la logística inversa.	57
5.5.3 Logística inversa de recuperación.	57
5.5.4 Gestión de actividades de recuperación.	58
5.5.5 Logística inversa de devolución.	58
5.5.6 Gestión de actividades de devolución.	59
5.5.7 Logística de recuperación versus logística de devolución.	60
5.5.8 Administración de la logística inversa.	61
5.5.9 Retos de la administración en la logística inversa.	62
5.5.10 Implicaciones estratégicas tácticas y operativas en la logística inversa.	63
5.6 Toma de decisiones con objetivos múltiples.	64
5.7 Análisis multicriterio.	65
5.7.1 Fundamentos básicos de los métodos de sobreclasificación.	66
5.8 La necesidad de evaluación de tecnologías aplicadas al TUM.	67
5.9 Diagnostico inicial.	68
5.10 Aplicación de la metodología ELECTRE.	71
5.11 Conclusiones sobre el estudio de caso.	75
5.12 Recomendaciones sobre el estudio de caso.	76
Conclusiones.	77
Anexos.	80
I.- Aspectos teóricos del método ELECTRE.	80
II.- Algoritmo ELECTRE en Microsoft Excel ©.	84
III.- Diseño de SIG en Google Earth©.	87
IV.- Formato de entrevistas.	90
Bibliografía.	91
Glosario.	94

Índice de tablas

Tabla 1.1 Características de la distribución moderna.	2
Tabla 1.2 Diferencias entre transporte de carga y transporte de pasajeros.	3
Tabla 2.1 Contaminantes generados por fuentes móviles.	10
Tabla 2.2 Emisiones de fuentes móviles por entidad.	11
Tabla 2.3 Emisiones de fuentes móviles desagregado.	12
Tabla 2.4 Emisiones de fuentes móviles en porcentaje.	13
Tabla 2.5 Recorrido promedio por tipo de vehículo.	16
Tabla 2.6 Recorrido promedio por tipo de servicio.	16
Tabla 3.1 Clasificación de servicios de usuarios ITS, según ITS América.	26
Tabla 3.2 Servicios ITS ofrecidos a los usuarios de transporte de carga, de acuerdo con el Departamento de Transporte de los EUA.	28
Tabla 3.3 Nueve tipos de ITS y tres tipos de beneficios.	33
Tabla 4.1 Matriz de impactos en el proceso orden/entrega.	43
Tabla 4.2 Tipos de proyectos ITS.	45
Tabla 4.3 Asignación de impactos económicos.	47
Tabla 4.4 Asignación de impactos cualitativos.	47
Tabla 5.1 Indicadores del desempeño en transporte urbano de mercancías.	51
Tabla 5.2 Características de la flota.	54
Tabla 5.3 Características de la logística de devoluciones y la logística de recuperación.	61
Tabla 5.4 Técnicas para la mejor toma de decisiones.	65
Tabla 5.5 Análisis de relación entre criterios con la matriz FODA.	69
Tabla 5.6 Análisis de estrategias con la matriz FODA.	70
Tabla 5.7 Alternativas tecnológicas para el TUM	71
Tabla 5.8 Criterios considerados en la evaluación.	72

Tabla 5.9 Escalas consideradas para los criterios de evaluación.	73
Tabla 5.10 Matriz decisional	73
Tabla 5.11 Tabla resumen de alternativas.	75

Índice de figuras

Figura 1.1 Cadena de distribución con flujos de información.	1
Figura 1.2 Sistemas de distribución de paso simple.	7
Figura 1.3 Sistemas de distribución de paso múltiple.	7
Figura 1.4 Sistemas de distribución de paso combinados.	8
Figura 3.1 Plataformas líderes en ITS.	23
Figura 3.2 Tratamiento de la información.	25
Figura 3.3 Clasificación ITS en base a vehículos e infraestructura.	27
Figura 3.4 Campos de aplicación de los ITS en el TUM.	29
Figura 3.5 Selección de aplicación.	31
Figura 3.6 Expansión de rango de aplicación y simplificación en el proceso de introducción.	32
Figura 3.7 Diagrama de beneficios en un sistema de información para viajeros.	34
Figura 3.8 Impactos de los proyectos ITS en la logística del TUM.	35
Figura 3.9 Ejemplo modelo de selección de aplicaciones para la gestión de vehículos comerciales.	36
Figura 4.1 Diagrama del proceso logístico.	37
Figura 4.2 Evolución del proceso de transportación.	38
Figura 4.3 Esquematización de la ciudad logística.	40
Figura 4.4 Proceso orden/entrega.	42
Figura 4.5 Diagrama de análisis de impactos en el proceso orden/entrega.	44
Figura 5.1 Salto tecnológico en proyectos ITS.	50
Figura 5.2 Logotipo de la asociación.	52

Figura 5.3 Diagrama de proceso del banco de alimentos.	53
Figura 5.4 Causas de devolución de productos y opciones de gestión.	60
Figura 5.5 Ejemplo de modelos sistémicos útiles para la toma de decisiones en apoyo al TUM.	64
Figura 5.6 Ciclo de vida del producto.	67
Figura 5.7 Matriz FODA.	68
Figura 5.8 Diagnostico de la problemática.	71

Índice de imágenes

Imagen 1.1 Accesibilidad reducida por ambulante.	6
Imagen 1.2 Vehículos de 3.5 toneladas utilitarios.	6
Imagen 2.1 Distribuidor vial.	9
Imagen 2.2 Saturación de infraestructura.	9
Imagen 3.1 Información de tráfico vía celular.	24
Imagen 3.2 Centro de control de tráfico.	24
Imagen 4.1 Vehículos usados en la distribución de ciudad logística.	41
Imagen 5.1 Entrada principal de APT.	52
Imagen 5.2 Localización del banco de alimentos.	52
Imagen 5.3 Flota de carga de APT.	55
Imagen 5.4 Flota de carga de APT.	55
Imagen 5.5 Geo-referenciación de los chóferes y los puntos de atención.	55
Imagen 5.6 Ingresos de mercancías al almacén.	55
Imagen 5.7 Ingresos de mercancías al almacén.	55

Índice de gráficas

Gráfica 2.1 Porcentaje de emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de México.	11
Gráfica 2.2 Comparativa entre vehículos de distribución y los principales contaminantes generados.	12
Gráfica 2.3 Comparativa entre vehículos de distribución y sus emisiones a la atmósfera.	13
Gráfica 2.4 Porcentaje de emisiones de monóxido de carbono por tipo de vehículo.	14

RESUMEN

El desafío de la distribución urbana de mercancías (kilómetro final) en una ciudad tan saturada como el Distrito Federal, con una población aproximada de ocho millones y medio de habitantes. (Además de los que diariamente se trasladan del área metropolitana se estimaría en más de 20 millones), donde las avenidas día con día se ven superadas por la demanda de toda clase de vehículos obliga a la exploración de soluciones que ayuden a mejorar el proceso de transportación. En esta búsqueda de nuevos paradigmas aplicados al transporte urbano de mercancías, las nuevas tecnologías de la información aplicadas al transporte (telemática) en infraestructura y vehículos esta gestando nuevas practicas en la distribución impensables en otras épocas; los sistemas inteligentes de transporte cubren un amplio rango de tecnologías útiles para mejorar la eficiencia, seguridad y productividad del sistema de transportación; incluso los procesos de logística inversa con todas sus particularidades se conviertan en candidatos factibles de implementación dentro del amplio alcance de las soluciones que los ITS brindan. La correcta elección de tecnológica es primordial para elevar la productividad en la distribución total, se requieren de la aplicación de herramientas de planeación estratégica para la correcta toma de decisiones; la gran cantidad de actores involucrados complica la correcta toma de decisiones, el análisis multi-criterio a través del método ELECTRE brinda una herramienta útil para reducir la incertidumbre tomando en cuenta métricas del desempeño desde el punto de vista del transportista.

Palabras clave: Transporte Urbano de Mercancías, Logística Inversa, ITS, análisis multicriterio, Ciudad Logística.

ABSTRACT

The challenge in urban goods distribution (final kilometer) in a crowded metropolis like Mexico city, with an estimated population of eight and a half million people (Furthermore other ten million more commute daily from the metropolitan zone) where the avenues are exceeded due to the high demand of all kind of vehicles forces the searching of useful solutions to improve the transportation process. Seeking for solutions of new paradigms applied to urban goods transportation, the new information technologies with applications to infrastructure and vehicles (Telematics) have been created new trends in transportation process unthinkable in other ages. Intelligent Transportation Systems (ITS) covers a wide range of useful technologies to improve security, efficiency, and increase the productivity of the transportation systems, even the reverse logistics process with all their particular features are feasible candidates to be covered by any ITS solution. The correct election of technology is essential to improve the productivity in the total distribution. A great number of stakeholders implicated, makes extremely complicated the right making decisions. An important engineering system tool to help on this delicate process is the strategic planning; using multi-criteria methods like ELECTRE, we can reduce the uncertainty for the planners, with performance indicators from the view of the transport operators.

Keywords: Urban Merchandise Transportation, Reverse Logistics, ITS, Multicriteria Analysis, City Logistics.

INTRODUCCIÓN

La actual situación del transporte en las grandes urbes obliga a cambiar el paradigma de cómo enfrentar la congestión en las vialidades las cuales día con día se ven superadas no sólo en horas de máxima demanda, sino también durante periodos del día en los cuales no se tenían problemas con anterioridad. La tendencia creciente de la flota vehicular nos hace suponer que de no hacer algo pronto, ésta y muchas ciudades comenzaran a colapsar en su sistema vial. Los impactos económicos que estos problemas acarrearían son inmensurables pérdidas horas hombre, accidentes, congestión, desperdicio de combustible, etc.; sin olvidar el impacto ambiental que genera hacia todos los habitantes, estrés, marginación; así como un considerable deterioro en la calidad de vida en general.

El Distrito Federal es la ciudad más poblada en todo el país; con una población de 8.6 millones de habitantes y rodeado por un área metropolitana donde habitan 12.6 millones de personas, muchas de las cuales realizan sus actividades productivas dentro de esta ciudad, lo cual da un estimado de 21 millones de habitantes; esto coloca a la ciudad de México como una de las más pobladas del mundo¹, en un territorio que solo ocupa 1486 Km².

Toda esta cantidad de personas que transitan en las arterias del Distrito Federal demandan toda clase de servicios y productos. Ante esta gran demanda el transporte juega un rol medular como facilitador de estos procesos; sin importar la clase de transporte (pasajeros y carga en sus diferentes modos) ¿De que manera afrontar esta problemática? El gobierno de la ciudad comienza con esfuerzos en corredores de transporte como el metrobus para el transporte de pasajeros, pero ¿Qué pasa con el transporte de carga urbano? Este último eslabón de la cadena de suministro el cuál se menosprecia al ser considerado el “hermano pobre” de la logística de distribución, pero sin el cual los productos no llegarían a todos los consumidores que los demandan con una disponibilidad inmediata y constante.

Esta problemática se ha vuelto responsabilidad compartida de los proveedores de servicios de carga los cuales en busca de incrementar su productividad y su eficiencia, recurren a la exploración de soluciones novedosas (tecnología de punta) aplicadas a sus vehículos y a la infraestructura propia (almacenes, talleres, etc.).

Este proyecto de tesis surge por la necesidad detectada en la ciudad de México por mejorar su distribución urbana; el transporte de carga es visto como uno de los grandes creadores de conflictos en vialidades, pero ¿Cómo reducir el impacto que estos producen? de una manera sustentable y a su vez rentable para los prestadores del servicio; el llamado “kilómetro Final” de distribución propone un desafío constante; en la actualidad las tecnologías de la información “IT” (Information Technologies, por sus siglas en inglés) aplicadas al transporte son una herramienta poderosa en la búsqueda de soluciones (parciales) de reducción de la congestión; todos estos esfuerzos deberán ser coordinados entre las autoridades y los transportistas de carga, para desarrollar sistemas que sean compatibles y armónicos (con la infraestructura) y coordinados con más de una compañía, de ser posible.

¹ INEGI censo de población y vivienda 2005

La demanda de tecnologías aplicadas al transporte genera muchas interrogantes en las empresas de carga urbana ¿Qué tecnología implementar? ¿Cuál es la más funcional para mi flotilla? ¿Qué riegos existen? ¿Es un gasto o una inversión? ¿Le dan valor agregado al servicio? Todas estas interrogantes intentarán ser contestadas en esta tesis la cual busca dar un guía para la selección adecuada de las mismas, debido a sus altos costos de implementación son decisiones que tienen que resolverse de la manera más adecuada posible.

La construcción y operación del transporte está siendo transformada por las computadoras, sensores, y las telecomunicaciones colectivamente llamadas “tecnologías de la información.” La aplicación de las tecnologías de la información al transporte con un punto de vista sistémico, se conoce como “Sistemas Inteligentes de transporte”. (Intelligent Transportation Systems “ITS” por sus siglas en ingles) Los ITS proveen la habilidad reunir, organizar, analizar usar y compartir información acerca del sistema de transporte. En el mundo moderno estas habilidades son cruciales para la construcción y operación de los sistemas de transporte de una manera más eficiente.

El Distrito Federal presenta una saturación de sus vialidades debido a que influyen una gran cantidad de factores: el incremento constante de la flota vehicular, la falta de infraestructura, las frecuentes manifestaciones que colapsan varios puntos de la ciudad, el incremento desmedido del ambulante en ciertas zonas de la ciudad, la inseguridad en ciertas áreas, son sólo una pequeña parte de la gran problemática que se desarrolla diariamente.

Como consecuencia de los requerimientos y reglas de operación, los actores involucrados en los sistemas de transporte han realizado esfuerzos para ofrecer los servicios de transporte de acuerdo a los niveles de competitividad requeridos; para ello se ha recurrido al uso y aplicación de diversas tecnologías cuyo principal criterio de selección, en ocasiones el único, ha sido la satisfacción de una necesidad específica. Esto ha originado un crecimiento anárquico y desorganizado del transporte, el cual por suerte hasta ahora ha sido limitado.

El objetivo general de esta tesis es:

- Definir los criterios de planeación pertinentes para la elección de tecnología factible de utilizar en el transporte urbano de mercancías analizando los aspectos lógicos que envuelve al movimiento de mercancías en el Distrito Federal.

Los objetivos particulares de esta tesis son:

- Analizar la dinámica del transporte urbano de mercancías como parte final del eslabón de la cadena de suministro (kilómetro final).
- Examinar las características particulares y los desafíos que se presentan en esta última parte de la cadena de transporte.
- Presentar una relación de soluciones disponibles aplicables al transporte urbano de mercancías.

- Realizar un análisis multicriterio para seleccionar tecnologías aplicadas al transporte urbano de mercancías, dentro de un proceso de logística inversa.
- Identificar los objetivos/requerimientos/necesidades de los actores principales involucrados.

Hipótesis

La elección de tecnologías a través de un enfoque sistémico y análisis multicriterio permitirá que los sistemas inteligentes de transporte con aplicación al transporte urbano de mercancías generen mejoras en el proceso de transportación del último eslabón de la cadena de transporte “kilómetro final”.

H_i “La adecuada selección de tecnologías de la información (ITS) aplicadas a sistemas de transporte tanto en infraestructura como en vehículos de traslado de mercancías en zonas urbanas permitirían una mejora sustancial en los problemas tiempos de reparto, congestión de vías, reducción de accidentes, mermas en la carga de la ciudad de México.”

La intención de esta propuesta de investigación es realizar un análisis de las tecnologías de sistemas inteligentes de transporte (ITS) existentes, aplicables en el transporte urbano de carga de mercancías de la ciudad de México, para justificar la correcta selección de una tecnología apropiada (tanto a nivel operativo como a nivel económico), aún sin la existencia de una plataforma ITS para nuestro país.

El brindar a los tomadores de decisiones (desde el punto de vista de la empresa de transporte) una herramienta útil de selección entre toda la gama de tecnologías que muchas veces saturan el mercado y se ofrecen como la solución óptima; mediante el uso de herramientas de planeación, considerando un análisis multicriterio a través de métodos como ELECTRE, análisis causa-efecto, análisis FODA, entre otros; para elegir la tecnología más factible.

El método ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Realité, “Eliminación y selección traduciendo la realidad”) permite analizar diversos cursos de acción o soluciones cuando hay más de una manera de evaluarlos. Por otro lado el análisis causa-efecto nos permite identificar a través de un estudio muy simple, las causas probables en categorías específicas para visualizar mejor el problema a resolver. Debido a la gran cantidad de métodos de planeación existentes un planeador debe decidir el enfoque que resulte más conveniente. Recurriendo a un enfoque de planeación comprensiva se pueden utilizar varios métodos útiles que permitan al planeador generar propuestas factibles y bien fundamentadas. Debido a la novedad de este tipo de proyectos en nuestro país es importante referenciar estos estudios con información de plataformas tecnológicas de otros países más avanzados en esta área, con el propósito de generar parámetros locales, los que a su vez ayudarán a generar las normas requeridas.

Todas estas interrogantes serán contestadas en los siguientes capítulos de los que consta la tesis:

En el capítulo 1: se analizan los conceptos básicos de flujo de mercancías en centros de consumo, ¿Qué es el Transporte Urbano de mercancías? ¿Cuáles son los actores involucrados en este proceso? Así como sus diferencias fundamentales con el transporte urbano de pasajeros.

En el capítulo 2: se examinan las características del transporte urbano de mercancías, la importancia económica que tiene, el lugar que ocupa dentro de las cadenas de transportes; contextualizado a la ciudad de México.

En el capítulo 3: se define el concepto de sistema inteligente de transporte “ITS” y sus aplicaciones al transporte urbano de mercancías, además se enumeran las principales tecnologías aplicables disponibles en mercado nacional.

En el capítulo 4: se abordan los aspectos logísticos de estas tecnologías, los impactos que generan en las empresas, los tipos de proyectos logísticos-ITS que existen; desde el enfoque de la “ciudad logística.”

En el capítulo 5: se tratan los conceptos referentes a la metodología a utilizar para la selección de ITS aplicados al transporte urbano de mercancías con el respectivo estudio de caso realizado en la institución “*Alimento Para Todos IAP*” Institución de asistencia privada (IAP), encargada de la logística inversa, en gran parte de Distrito Federal y área metropolitana del grupo Cifra Walmart SA de RL.

Por último se enumeran todas las conclusiones obtenidas en el desarrollo de la investigación y se emiten las recomendaciones pertinentes.

Como anexos se incluye la información de campo obtenida durante el estudio como son guiones de encuestas aplicados a chóferes y mandos medios, así como imágenes del sistema de información geográfica realizado en la plataforma Google Earth © para la institución.

Capítulo 1

Introducción al transporte urbano de mercancías (TUM).

1.1 El transporte de mercancías

Para hablar del transporte urbano de mercancías es útil comenzar por la definición de distribución: “este término es empleado en la producción y el comercio para describir la gran variedad de actividades relacionadas con el movimiento de los productos terminados desde el final de la fabricación hasta el consumidor”.¹ En algunos casos el traslado de materias primas a centros de manufactura.

La distribución moderna de bienes presenta un flujo de bienes hacia un destino (clientes, centros de distribución, fábricas, etc.) y al mismo tiempo presenta un flujo de información en la misma vía y en contrasentido; formando las redes de distribución internacionales, nacionales y locales. En la tabla 1.1 se resumen todas las características de la distribución moderna.

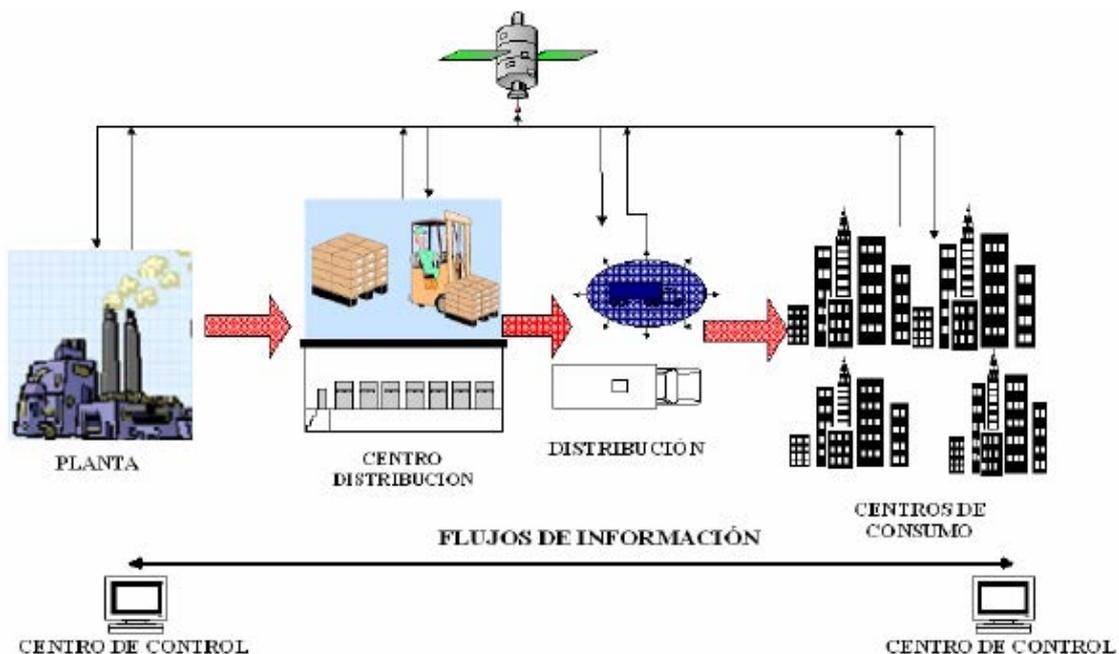


Figura 1.1: Cadena de distribución con flujos de información.
Fuente: Elaboración propia

En el último eslabón de la cadena de suministros se encuentra el transporte urbano de mercancías, el cual se encarga de la distribución desde los centros de distribución estratégicamente ubicados, hasta los detallistas. Este proceso siempre presenta el gran desafío debido a sus características muy particulares.

¹ National Council of Physical Distribution Management

CARACTERÍSTICAS DE LA DISTRIBUCIÓN MODERNA		
CARACTERÍSTICAS	CAUSAS	RESULTADO
Dinámico	Globalización	Nuevos tipos de organizaciones
Cambiante	Tratados comerciales	Innovación tecnológica
Globalizado	Cadenas productivas globales	Rigidez en tiempos de entrega
Niveles de servicio	Alta competencia	Servicio con valor agregado

Tabla 1.1 Características de la distribución moderna

Fuente: Alejandro Toro, Presentación transporte, Universidad Sergio Arboleda, Bogota, Colombia, 2004

Estas nuevas reglas del juego generan una sinergia muy distinta en el consumidor final, debido a la gran saturación de productos ofrecidos la fidelidad de los clientes se reduce, éstos se vuelven más exigentes e inteligentes a la hora de decidir el producto que comprarán por lo que el poder de las empresas se centra ahora en una distribución masiva y eficiente de sus productos, no así en el producto mismo; es decir, controlar su logística de distribución a todos los niveles.

La definición de “mercancía” según el diccionario de la real academia de la lengua española nos dice que: “es cualquier cosa que sea objeto de trato o venta; pueden ser materiales; es decir: toda clase de bienes materiales y no materiales, éstos se refieren a toda clase de servicios”.

Es conocido que las zonas urbanas son aquellas las cuales cumplen con ciertas características de servicios e infraestructura, pero primordialmente la cantidad de población es la más importante a tomar en cuenta. Así comprenderemos mejor el concepto de transporte urbano de mercancías (TUM): “son las condiciones particulares, tanto de los vehículos como de la infraestructura, que se enfrentan en la última parte de la cadena de suministros, para distribuir las mercancías a los centros de consumo.”²

Una consecuencia del desarrollo económico en cualquier ciudad es la congestión la cual afecta tanto al transporte privado de pasajeros, al transporte masivo de pasajeros, así como al transporte de carga; por lo general, las soluciones más radicales y con mejores resultados se han implementado en el transporte de pasajeros debido principalmente a la gran presión que éste ejerce, el transporte de mercancías pasa a segundo plano de importancia y es necesario comenzar a estudiarlo y diferenciarlo de una mejor manera; como sociedad hemos aprendido a sobrellevar la problemática generada por el transporte urbano de mercancías y disminuimos su importancia, despreciando el servicio que ofrece a las personas y su gran peso en la actividad económica. Otro problema frecuente es la falta de diferenciación que existe entre los diferentes tipos de transporte, urbano los cuales tienen diferentes lógicas de operación; para poder aclarar esto comenzaremos por diferenciar los modelos más representativos que se presentan en las ciudades:

- *Transporte con descarga de mercancías.*- Se refiere a los grandes distribuidores, con capacidad de llenar un vehículo de alto tonelaje para dar servicio a dos o tres

² Concepto propuesto. El término: “transportación” pudiera ser mas preciso, dado que incluye además del vehículo y la infraestructura, los procedimientos, metodologías y habilidades para distribuir las mercancías a los centros de consumo.

puntos de entrega. En esta categoría entrarían algunos distribuidores de textiles, distribuidores de grandes supermercados, principalmente.

- *Transporte con reparto.*- Es aquel donde existen una diversidad de puntos de entrega con pedidos de poco volumen donde la limitación no es el tamaño del vehículo de reparto, sino los puntos de entrega que se pueden atender en una jornada de trabajo. Los ejemplos más comunes son: los camiones de reparto a detallistas de productos perecederos, los vehículos de reparto de pan y golosinas principalmente.

La mejor forma de afrontar el transporte urbano de mercancías es desde una óptica de gestión global de la cadena de suministro; se sabe que no es una identidad aislada, de manera que en este trabajo de tesis se pretende analizarlo aislado, debido a todas sus particularidades, pero sin perder la perspectiva dentro de la que está inmerso en toda la cadena de suministros.

1.2 Diferencias entre el transporte de pasajeros y el transporte de carga.

Es importante una vez diferenciado el transporte urbano de mercancías con respecto al transporte de pasajeros, enumerar las principales diferencias entre cada uno; la más evidente es: la necesidad de carga/ descarga y transferencia; es decir ningún bien puede por si solo ser consolidado y desconsolidado sin una fuerza externa, lo cual desde un punto de vista económico genera un costo. En la tabla 1.2 se enumeran las principales características de cada tipo de transporte.

DIFERENCIAS ENTRE TRANSPORTE DE PASAJEROS Y TRANSPORTE DE CARGA	
PASAJEROS	BIENES
Viajeros (activos)	Transportados (pasivos)
Abordo, desabordo y transferencia sin asistencia.	Deben ser cargados, descargados y transferidos.
El pasajero ayuda en el proceso de información y actúan sin asistencia.	La información debe ser procesada por el gerente de logística
Elige opción de modo de transporte sin asistencia, frecuentemente irracional	Gerentes de logística eligen el modo de transporte de manera racional, el mejor según la necesidad.

Tabla 1.2: Diferencias entre transporte de pasajeros y transporte de carga

Fuente: "Inner Urban Freight Transport and City Logistics" con modificaciones, Europortal, 2003

El transporte de carga opera de una manera más eficiente cuando el manejo del bien se reduce al máximo; incluso se gana tiempo al evitar manejo innecesario, lo cual se traduce en dinero; un escenario ideal procuraría reducir al máximo la multimodalidad en una cadena de transporte y que los bienes arriben a su destino con un solo movimiento y en un solo modo de transporte, pero como sabemos, los transbordos son inevitables la gran mayoría de veces y lo único que podemos hacer es una coordinación adecuada que nos permita agregar valor y no costo durante este proceso.

1.3 Importancia del transporte urbano de mercancías.

En la Republica Mexicana, el 70% del PIB se encuentra en el llamado “triangulo dorado” que se conforma de las tres ciudades más importantes México, Guadalajara y Monterrey. Enfocados en la ciudad de México, según las cifras proporcionadas por el INEGI en el ultimo censo del 2005, se genera en la ciudad de México y el área metropolitana el 24% del PIB del país, y su ingreso anual se estima en 18600 dólares. Se mueve un estimado de quinientos mil vehículos de carga³ que mueven millones de toneladas en mercancías y son medulares en el desarrollo cotidiano de la ciudad.

1.4 Actores implicados en el TUM.

El transporte de carga urbano de la ciudad de México se enfrenta a la problemática de elevar su productividad aún con los niveles de saturación que se presentan en las vías de la ciudad; es cada día más frecuente en las zonas metropolitanas con gran densidad de población, exigir la practica de “distribución total”, donde tiene una incidencia mucho mayor la forma en que se llega a vender el producto, en el lugar y en el momento adecuado. Debido a esto, resulta clave para la competitividad de la empresa de distribución que está inmersa en la cadena logística de distribución y la cual tiene el compromiso de distribuir las mercancías aún en condiciones adversas.

Orientados a los sistemas de distribución de carga urbana, es fundamental enumerar los principales actores involucrados en este proceso tan elaborado en una ciudad tan complicada, con vialidades limitadas como es la ciudad de México; según Taniguchi⁴ se identifican como:

- 1.- Productores e intermediarios (mayoristas, minoristas)
- 2.-Transportistas de carga (operadores logísticos, almacenes, centros de distribución)
- 3.-Residentes (consumidores)
- 4.-Administradores (Autoridad federal y local)
- 5.-Operadores urbanos expresos (Mensajería y paquetería expedita)
- 6.- Externos/ambientales. (Peatones, transporte de pasajeros, transporte particular)

Es obvio que todos estos actores siguen diferentes metas y tienen diferentes puntos de vista de las problemáticas a resolver.

La problemática de autoridades locales y consumidores son compartidas en muchos casos y se enfocan en asuntos como accidentalidad, congestión, ruido, contaminación ambiental, principalmente. Los transportistas de carga, así como los productores de los bienes, tienen puntos de vista totalmente opuestos; estos dos grupos toman como meta la entrega/recepción de productos de la manera más barata posible para minimizar sus costos, ya sea de producción o de transportación, sin importarles mucho la problemática que puedan crear durante el traslado a los centros de consumo; algunos de estos problemas son:

³ Inventario de emisiones del Valle de México. 2002, p.p.116. Basado en anuario de transporte y vialidad SETRAVI, 2001

⁴ Eiichi Taniguchi, Dai Tamagawa, “Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders”, Kyoto University, 2005

- 1.-Congestión en las vías
- 2.-Estacionamiento durante operaciones carga /descarga
- 3.-Accesos restringidos
- 4.-Estacionamiento de autobuses
- 5.-Tiempo de semáforos
- 6.-Pobre infraestructura de descarga
- 7.-Calles céntricas angostas y obstaculizadas
- 8.-Falta de lugares de estacionamiento para vehículos de carga
- 9.-Costos del combustible
- 10.-Áreas no amplias para maniobras de vehículos de carga
- 11.-Cambios debidos a horarios de carga y descarga
- 12.-Entrega en zonas de alta densidad peatonal

1.4.1 Objetivos de los actores involucrados

1.- *Productores e intermediarios (precios bajos/garantías altas)*

Ellos requieren la entrega de sus productos a tiempo; sin sufrir mermas.

2.- *Transportistas de carga (Mayor volumen, mayor peso, menos kilómetros recorridos, menos viajes en vacío)*

El objetivo primordial de los transportistas de carga es la correcta planeación e implementación de rutas para realizar entregas a tiempo, evitando cualquier penalización por retardos y congestión, así como la reducción de accidentes.

3.- *Residentes (Disponibilidad de productos, privacidad, exclusividad)*

Las personas demandan la reducción de emisiones a la atmósfera así como la reducción de ruido y los niveles de congestión por parte de los vehículos de carga, presionando a las autoridades para que logren este objetivo. Un grave problema que dificulta la distribución y la movilidad, tanto peatonal como de vehículos en las avenidas y calles de esta ciudad, es la gran cantidad de vendedores ambulantes que limitan el uso de carriles e inclusive las banquetas para los peatones, sin olvidar la existencia de pequeños locales improvisados en zonas donde el uso de suelo es sólo habitacional. Esto es un grave problema cultural debido al amparo (de algunas) de las autoridades y principalmente a la mala costumbre de las personas de acceder a todos los bienes de consumo, sin tener que trasladarse grandes distancias.



Imagen 1.1 Accesibilidad reducida por ambulanteaje
Fuente: Periódico La Jornada, marzo 2007



Imagen 1.2: Vehículos típicos de 3.5 toneladas utilitarios

4. – *Administradores (legislaciones, normalización, reglamentos)*

El criterio por el cual se deben mover las autoridades, es la reducción de emisiones a la atmósfera y regular el transporte con leyes y normas eficientes así como el cumplimiento de estas. La falta de control y registro en todos los niveles de la administración pública encargada de aplicar leyes es evidente; esto genera algo aún peor: no hay registros confiables de información, lo cual fomenta cobros indebidos (corrupción) a los operadores, pólizas de seguro muy costosas y anarquía; algo que se podría abatir con la implementación de tecnologías de la información aplicadas al transporte.

5.- *Operadores urbanos de carga expresos (Optimización de rutas, estacionamiento)*

Su objetivo es el cobro de mayores tarifas de entrega, evitando pérdidas por congestión y accidentes. En este rubro de la distribución urbana de mercancías, probablemente éstos sean los que más se preocupan por invertir en nuevas tecnologías para optimizar sus cadenas de transporte en esta ciudad. El problema de falta de espacios para estacionamiento es una constante no sólo en el transporte de carga sino para todos los tipos de vehículos de la ciudad, con la particularidad que el transporte de mercancías requiere espacio extra para descarga (bahías de descarga).

6.-*Externos/ambientales (Contaminación, congestionamientos, inseguridad)*

Todos aquellos afectados indirectamente por las operaciones de distribución, que también causan estragos a la movilidad: los vendedores ambulantes, que invaden avenidas céntricas de la ciudad con sus mercancías, obstaculizan y algunas veces impiden el flujo peatonal y en consecuencia dificultan el flujo vehicular. Es importante mencionar otro peligro latente: la delincuencia, por lo que un operador de cualquier unidad de reparto no se puede retirar de su unidad por periodos largos de tiempo; en algunos casos inclusive deben viajar acompañados con personal de seguridad a bordo durante sus recorridos, lo cual añade un costo considerable al servicio.

Con todas estas problemáticas y con la gran cantidad de actores involucrados la correcta toma de decisiones se complica, debido además, a la propia dinámica de los sistemas de carga urbana, volviéndose casi imposible.

1.5 Flujo de bienes y transporte de carga.

Los flujos en la cadena de suministros se dividen en dos tipos:

- *Sistema de paso simple.*- Los bienes fluyen desde un punto de suministro (origen) a un punto de recepción (destino) al ser un flujo directo no hay necesidad de almacenes.

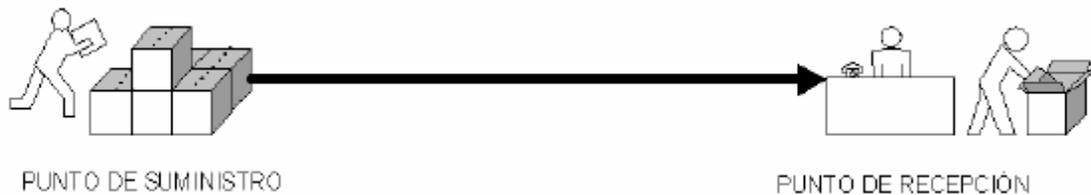


Figura.1. 2: Sistemas de distribución de paso simple

Fuente: Elaboración propia.

- *Sistemas de paso múltiple.*-La recepción de los bienes en el punto de recepción es indirecta; el flujo es interrumpido en algún punto el cual puede ser un almacén donde se genere un cruce de andenes, o un centro de distribución regional.

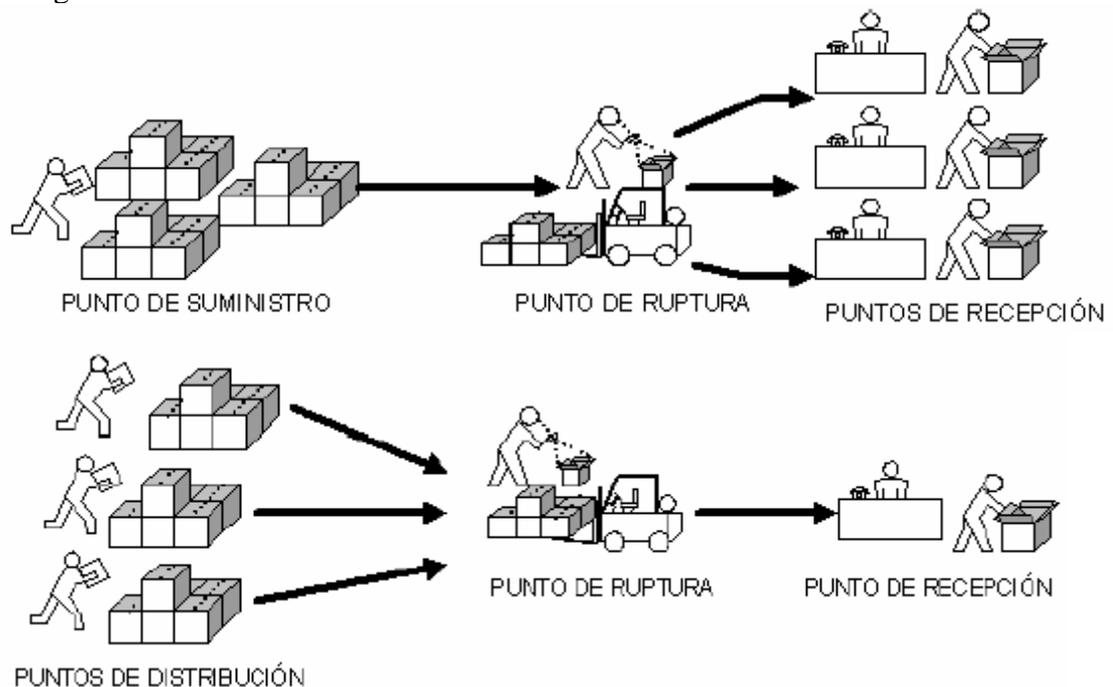


Figura 1.3: Sistemas de distribución de paso múltiple

Fuente: Elaboración propia.

- *Sistemas combinados.*- En muchos casos ambos sistemas se combinan simultáneamente y puede haber flujo directo e indirecto de bienes. Con grandes distancias desde un punto de distribución resulta una pérdida de tiempo el enviar a un punto de consolidación algunos pedidos. Los puntos de distribución funcionan como almacenes regionales. Los sistemas de paso múltiple son muy

recomendables cuando las cantidades entregadas dependen directamente del volumen de entrega.

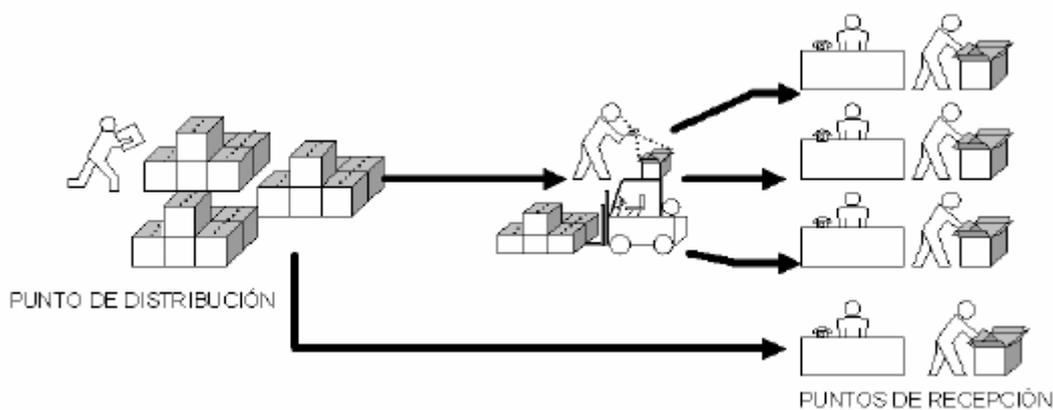


Figura 1.4: Sistemas de distribución combinados
Fuente: Elaboración propia.

1.6 Reduciendo los requerimientos del transporte

En años recientes una enorme concentración de tiendas minoristas ha fomentado el crecimiento y la complejidad en las cadenas de transporte. La necesidad de este tipo de distribución obedece a la gran demanda existente, el poco margen de ganancia en los productos y la gran segmentación de mercado, principalmente.

El uso de los centros de distribución por parte de las compañías manufactureras quienes determinan la ubicación de las sedes, está destinado con base en la concentración de los bienes en puntos estratégicos cercanos a los grandes centros de consumo; la consolidación de pedidos, así como su almacenamiento, son las funciones principales de los centros de distribución. Cabe mencionar que su uso es aún poco difundido y sólo utilizado por las grandes tiendas de supermercados y grandes almacenes de ventas.

En las áreas céntricas de la ciudad, integrando el concepto de centros de distribución, muchas compañías han optado por subcontratar los servicios de transporte y almacenaje buscando mejoras en calidad, servicio y frecuencia, generándose una ramificación totalmente especializada por parte de las compañías para distribución a minoristas. Este fenómeno se está presentando al igual en las ventas electrónicas (e-commerce) y en las compañías del ramo de tecnologías de la información. Esta terciarización en la gran mayoría de los casos agrega un costo a la mercancía por todos los servicios agregados que se proveen, así el interés de los proveedores de servicios de carga es optimizar el uso de los vehículos, particularmente en distancias largas.

Capítulo 2

Características del transporte urbano de mercancías.

2.1 Condiciones externas que impactan al TUM

Debido a las particularidades presentadas en la distribución urbana de mercancías, su logística debe ser especializada principalmente por las restricciones espaciales en la infraestructura, así como los impactos ambientales. Los tipos más comunes de vehículos (mayores a 3.5 toneladas) no pueden ser usados, una entrega en una zona céntrica sólo resulta posible con vehículos de menor peso y dimensión (vans, pick-up modificadas, vehículos compactos modificados), limitando la capacidad de carga; como resultado se generan mayor cantidad de viajes necesarios para cubrir una zona de distribución, ocasionando obviamente un mayor desgaste en la infraestructura.

La gran demanda de espacios de estacionamiento es otra de las limitantes, dentro del paisaje urbano no es factible dejar vehículos y contenedores por tiempo muy prolongado. La carga/descarga se lleva a cabo durante la entrega.

2.1.1 Infraestructura de tránsito

La gran demanda de capacidad vial en las grandes ciudades (tanto de transporte de pasajeros como de transporte de carga) contrasta con la capacidad real ofrecida, debido a la poca o nula opción de ampliar las infraestructuras en zonas céntricas de cualquier ciudad, esto conduce a congestiones (imagen 1 e imagen 2) que repercuten en considerables retrasos en el proceso de transporte. Hoy en día, uno de los problemas más críticos que enfrenta el transporte de mercancías es el constante incremento en la demanda y como resultado: disminución de movilidad, aumento en los niveles de congestión, debido a la falta de una infraestructura con capacidad suficiente de satisfacer toda la demanda, en zonas y horarios específicos de la ciudad.



Imagen 2.1: Distribuidor vial
Fuente: Periódico el Universal, Febrero 2006.



Imagen 2.2: Saturación de infraestructura

Los congestionamientos provocan grandes pérdidas económicas para las empresas y para la sociedad, ya que el tiempo perdido por los viajeros debido a retrasos significa tiempo no aprovechado y sin ningún beneficio. Además, los efectos en el medio ambiente por la contaminación de los vehículos automotores, son evidentes. La gran concentración de población en zonas metropolitanas, la hace presa de las carencias y de la insuficiencia de capacidad de su infraestructura vial, ya es común oír hablar de las

horas que muchos viajeros pasan en las avenidas tratando de trasladarse a sus centros de trabajo o a sus hogares. La solución de ampliar la capacidad de las avenidas en ciudades limitadas como la ciudad de México resulta poco factible debido a factores como:

- No existe capacidad de soluciones a nivel, las avenidas no pueden ser ampliadas debido a la falta de espacio. La construcción de nueva infraestructura resulta incosteable.
- Las restricciones de capital son evidentes.

Otro hecho innegable es el crecimiento constante de la flota vehicular en las grandes metrópolis; las tendencias indican que este incremento continuará de manera acelerada, ocasionando graves problemas de congestión, contaminación, falta de estacionamiento, inseguridad, restricciones de espacio de maniobra, entre otros.

2.2 Efectos causados en el medio ambiente

Se consideran fuentes móviles a todas aquellas unidades motrices que sirven como medio de transporte. Dichas unidades se caracterizan por ir de un lugar a otro y por lo tanto contaminan a lo largo de su recorrido. Los diversos contaminantes cuantificados se enumeran en la tabla 2.1

CONTAMINANTES GENERADOS POR FUENTES MÓVILES	
COMPONENTE	NOMBRE
PM10	Partículas menores a 10 micrómetros
PM2.5	Partículas menores a 2.5 micrómetros
SO2	Bióxido de azufre
CO	Monóxido de carbono
NOX	Oxido de nitrógeno
COT	Compuestos orgánicos totales
CH4	Metano
COV	Compuestos orgánicos volátiles
NH3	Amoniaco

Tabla 2.1 Contaminantes generados por fuentes móviles
Fuente: Inventario de emisiones SMADF, 2002

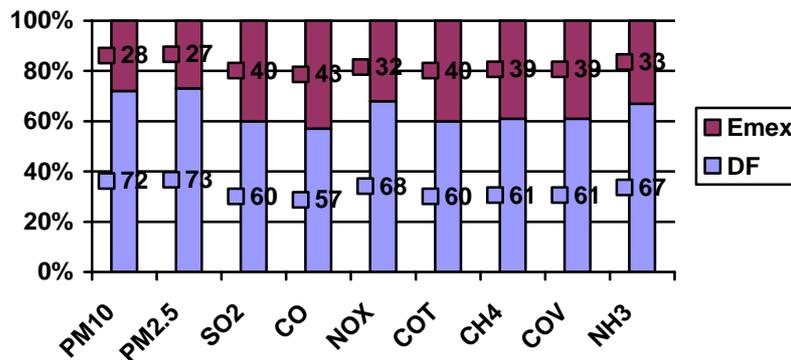
Las zonas céntricas de cualquier ciudad demandan que los vehículos de reparto sean lo menos dañinos con el ambiente, en los diferentes aspectos que estos influyen de manera negativa:

- Estacionamiento.- Se necesita no sólo del lugar para estacionar además del espacio (infraestructura) para realizar maniobra.
- Ruido.- Los niveles de ruido generados por el motor, el claxon, frenos, deben de estar dentro de lo tolerable; esto es más imperativo cuando las maniobras se realizan en la noche.
- Emisiones a la atmósfera.- Las tecnologías que usen los vehículos en motor y combustibles tienen que reducir la mayor cantidad posible de emisiones.

Observando la tabla 2.2 y el gráfico 2.1 de la ciudad de México y el área metropolitana (ZMVM) 1990, el sector transporte es el principal consumidor de energía, seguido del industrial, los cuales en el periodo 1990-2002 consumieron en promedio el 50 y 34% respectivamente, de la energía total disponible para cada año.

CONTAMINANTE	FUENTES MOVILES		
	ZMVM	DF	EM
	[Ton./año]	[%]	
PM ₁₀ Partículas menores a 10 micrómetros	4444	72	28
PM _{2.5} Partículas menores a 2.5 micrómetros	3518	73	27
SO ₂ Bióxido de azufre	4929	60	40
CO Monóxido de carbono	1927101	57	43
NO _x Oxido de nitrógeno	156311	68	32
COT Compuestos orgánicos totales	204347	60	40
CH ₄ Metano	10565	61	39
COV Compuestos orgánicos volatiles	188530	61	39
NH ₃ Amoniaco	3472	67	33

Tabla 2.2: Emisiones de fuentes móviles por entidad
Fuente: Inventario de emisiones 2002, SMADF

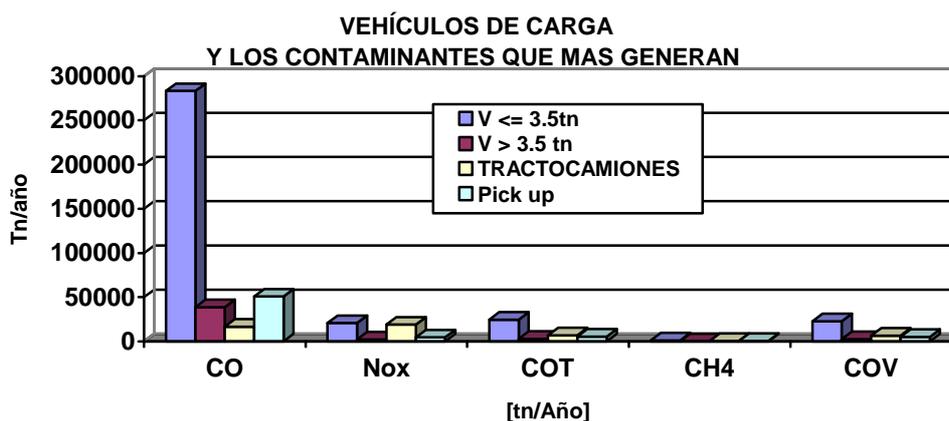


Gráfica 2.1: Porcentaje total de emisiones en la zona metropolitana del valle de México.
Fuente: Elaboración propia, basado en inventario de emisiones 2002, SMADF

Evidentemente las fuentes móviles son las principales emisoras de monóxido de carbono, oxido de nitrógeno, dióxido de azufre, y partículas generadas al ambiente. Desagregando los datos con la ayuda de la tabla 2.2, la tabla 2.3 y la tabla 2.4, se observa de manera puntual cuáles son los tipos de vehículos que más impactan a la atmósfera.

EMISIONES DE FUENTES MÓVILES									
Fuentes móviles [tn/año]	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Total	3187	2552	2980	1094295	106367	123614	6459	114190	2319
Autos particulares	445	257	1471	382196	30563	41535	2047	38190	1378
Taxis	143	82	483	156458	13436	18711	919	17204	454
Combis	6	3	18	16850	738	1632	80	1501	17
Microbuses	32	21	90	115126	7194	13622	1095	12548	59
Pick up	43	26	127	50709	4511	5587	287	5147	120
Vehículos ≤ 3 tn	161	106	297	283161	20745	24672	1151	22731	246
Tractocamiones	1718	1508	269	16686	18937	6783	276	6488	21
Autobuses	535	468	134	8275	7816	2837	116	2712	10
Vehículos > 3 tn	83	69	36	38581	2128	2809	224	2575	8
Motocicletas	21	12	55	26253	269	5426	264	5094	6

Tabla 2.3: Emisiones de fuentes móviles desagregado
Fuente: Inventario de emisiones 2002, SMADF

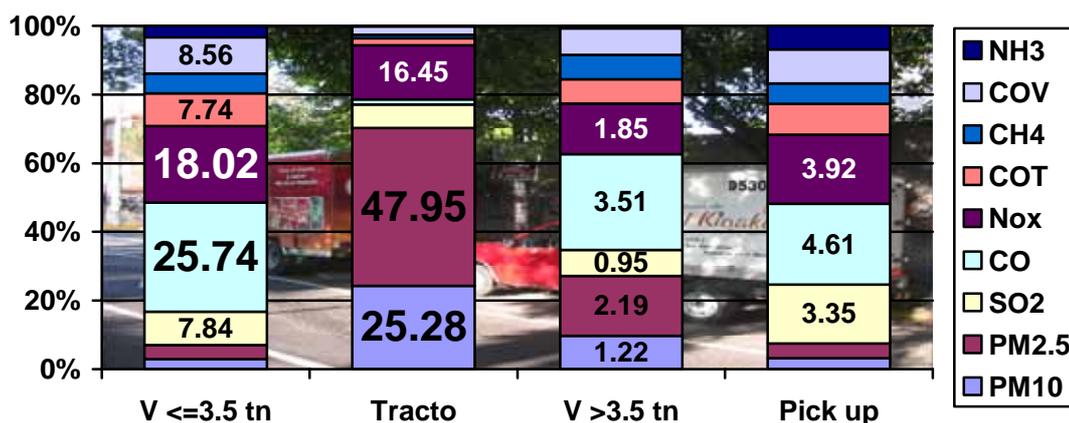


Grafica 2.2: Comparativa entre vehículos de distribución y los principales contaminantes generados
Fuente: Elaboración propia, basado en Inventario de Emisiones 2002, SMADF

Gran parte de la distribución urbana de mercancías utiliza la clase de vehículos menores de 3.5 toneladas; como se aprecia en la grafica 2.2, es uno de los grandes contaminantes generados por fuentes móviles, lo cual representa un gran desafío a mejorar. No obstante, se encuentra lejano a las cifras de los vehículos particulares como las fuentes móviles de mayor contaminación, generando pero es necesario reducir los impactos que genera.

EMISIONES DE FUENTES MÓVILES									
Fuentes móviles [%]	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Total	46.9	81.14	78.71	99.47	92.40	38.76	26.04	43.02	25.83
Autos particulares	6.55	8.17	38.85	34.74	26.55	13.02	8.25	14.39	15.35
Taxis	2.10	2.61	12.76	14.22	11.67	5.87	3.70	6.48	5.06
Combis	0.09	0.10	0.48	1.53	0.67	0.51	0.32	0.57	0.19
Microbuses	0.47	0.67	2.38	10.46	6.25	4.27	4.41	4.73	0.66
Pick up	0.63	0.83	3.35	4.61	3.92	1.75	1.16	1.94	1.34
Vehículos ≤ 3 tn	2.37	3.37	7.84	25.74	18.02	7.74	4.64	8.56	2.74
Tractocamiones	25.28	47.95	7.11	1.52	16.45	2.13	1.11	2.44	0.23
Autobuses	7.87	14.88	3.54	0.75	6.79	0.89	0.47	1.02	0.11
Vehículos > 3 tn	1.22	2.19	0.95	3.51	1.85	0.88	0.90	0.97	0.09
Motocicletas	0.31	0.38	1.45	2.39	0.23	1.70	1.06	1.92	0.09

Tabla 2.4: Emisiones de fuentes móviles en porcentaje
Fuente: Inventario de emisiones 2002, SMADF



Gráfica 2.3: Comparativa entre vehículos de distribución y sus emisiones a la atmósfera
Fuente: Elaboración propia, basado en Inventario de Emisiones 2002, SMADF

2.3 Emisiones por contaminante en el Distrito Federal

Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5)

En el Distrito Federal se emitieron 6,796 toneladas anuales de PM10, de las cuales, se tienen como sectores más contaminantes a los tractocamiones con el 25%, a las fuentes puntuales con 19% y a los caminos sin pavimentar con el 18%. En lo que se refiere a las PM2.5, los tractocamiones y los autobuses son los de mayor emisión con un 48% y 15% respectivamente, debidas a la combustión incompleta de diesel que utilizan como combustible.

Bióxido de azufre (SO₂)

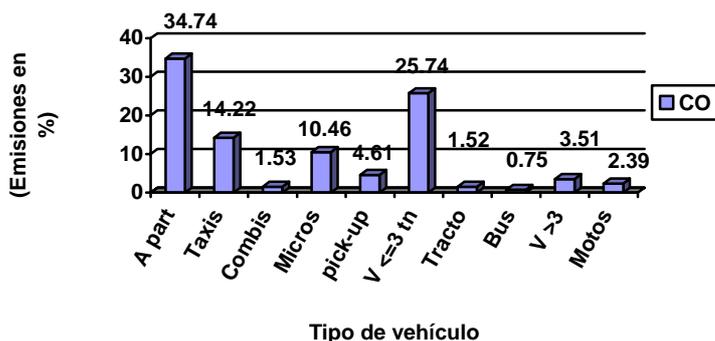
Las emisiones de SO₂ ascendieron a 3,786 toneladas al año, de las cuales el 79% fue generado por las fuentes móviles y en primer término por los autos particulares con 1,471 ton/año (39%), seguido por las fuentes puntuales que generaron el 21% del total.

Amoniaco (NH₃)

Las emisiones de NH₃ que se generaron en el Distrito Federal por las actividades domésticas contribuyeron con el 74% de las 8,979 toneladas anuales. Su generación dependió de la densidad de población de las diferentes delegaciones y municipios. Otro sector importante fueron los autos particulares que emitieron el 15%.

Monóxido de carbono (CO)

En el DF. se liberaron 1'100,115 toneladas anuales de CO, el 99% fue generado por las fuentes móviles (grafica 2.4), siendo los autos particulares los que más contaminaron con el 35%, seguidos de los vehículos menores de tres toneladas y los taxis, con 26% y 14% respectivamente; otros vehículos de considerable emisión fueron los microbuses, aportando el 10% con 115,126 ton/año.



Grafica 2.4: Porcentaje de emisiones de monóxido de carbono por tipo de vehículo
Fuente: Elaboración propia, basado en Inventario de Emisiones 2002, SMADF

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Es importante analizar las emisiones de los COV, ya que éstos son precursores de ozono. Las fuentes móviles y las fuentes de área fueron las que generaron las mayores emisiones de COV, en donde los sectores más contaminantes son: los autos particulares con 14%, seguidos por el uso comercial y doméstico de solventes con el 10%, para sumar un total de 265,444 toneladas anuales.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

Al igual que los COV, los NO_x son generados principalmente por las fuentes móviles y también son precursores de ozono. El sector de mayor contribución es el de los autos particulares, dada la gran cantidad de autos que existe en la zona; estos emitieron el 27% de las 115,118 toneladas que se generaron al año y los sectores que le siguieron en importancia fueron los vehículos menores de tres toneladas con el 18% (20,745 ton/año) y los tractocamiones (18,937 ton/año) con el 17%. Por último, los taxis contribuyeron

con el 12% de los NOx y se debe en gran medida, a la constante actividad de los mismos y no al número de unidades que existen en circulación.

Compuestos orgánicos totales (COT)

De un total de 318,945 ton/año, el 46% de los COT fueron generados por las fuentes de área y un 39% por las fuentes móviles, siendo los autos particulares los que generaron las mayores emisiones con el 13% del total; de las fuentes de área, el uso comercial y doméstico de solventes, es el sector más contaminante con un 12% (39,567 ton/año).

Metano (CH₄)

En el Distrito Federal se generaron 24,805 toneladas anuales de metano, de las cuales; el 71% lo generó el relleno sanitario “Prados de la Montaña” ubicado en la delegación Álvaro Obregón, el cual se reporta dentro de las fuentes de área. Dado que las fuentes móviles contribuyeron con el 26% del metano, es conveniente mencionar que los tipos de vehículos más contaminantes fueron los autos particulares (8%); los menores a 3 toneladas y los microbuses, contribuyeron con 5% y 4% respectivamente.

2.4 Recorridos promedio de los vehículos

Es importante recordar los esfuerzos realizados por las autoridades de la ciudad por reducir las emisiones a la atmósfera a través de la emisión de normas y programas como el “hoy no circula” aplicado a todos los automotores que transiten en la ciudad y el área metropolitana; este programa consiste en la emisión de una calcomanía de cierto color con respecto a la terminación que tenga la placa del vehículo (también a la antigüedad y a las condiciones mecánicas de los vehículos), la cual indica el día de la semana en el cual obligatoriamente el automóvil no debe de circular, excepto vehículos de urgencias, autos último modelo y vehículos que transporten productos perecederos o aquellos que utilicen otro combustible distinto a la gasolina y el diesel (gas e hidrogeno).

Los recorridos diarios promedio en la ciudad de México se resumen en la tabla 2.5 y en la tabla 2.6 se observan las grandes distancias de recorrido por parte de los vehículos utilitarios de uso intensivo, aunque sus cifras siguen estando lejos del transporte de pasajeros; sin embargo, debido al giro comercial de las empresas de distribución es primordial el tratar de reducir sus recorridos al máximo.

RECORRIDOS PROMEDIO		
CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO	Km/día
AUTOS PARTICULARES ⁵	Autos particulares de uso Intensivo	100
	Pick Up's	60
PICK UP'S	Pick Up's de uso intensivo	100
	MICROBUSES	200
TRACTOCAMIONES	Tractocamiones	60
VEHICULOS < 3 Tn.	Vehículos. < 3 Tn.	33
	Vehículos. < 3 Tn. de uso Intensivo	60
VEHICULOS > 3 Tn.	Vehículos. > 3 Tn.	33
	Vehículos. > 3 Tn. de uso Intensivo	60
COMBIS	Combis de transporte de Pasajeros	200

Tabla 2.5: Recorrido promedio por tipo de vehículo
Fuente: Inventario de emisiones 2002, SMADF

RECORRIDOS POR TIPO DE SERVICIO			
CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEHÍCULO/ POR TIPO DE SERVICIO	Km/día	Días/año *
TAXIS	Taxis	200	365
VEHÍCULOS <= 3Tn.	Vehículos <= 3Tn.	60	365
AUTOBUSES	Autotransporte federal de carga	60	365
	Servicio privado de Autotransporte	60	365
	Autobuses red de Transporte de pasajeros	174	365
	Autobuses Concesionados	174	365
	Autobuses Sistema de Transportes Eléctricos	245	365
	Autobuses para Discapacitados	165	365
	Autotransporte federal de turismo	60	365
	Autotransporte federal de pasaje	48	365
MOTOCICLETAS	Motocicletas	33	313

Tabla 2.6: Recorrido promedio por tipo de servicio

*Considerando vehículos con un solo tipo de holograma, exentos del programa hoy no circula

Fuente: Inventario de emisiones 2002, SMADF

⁵ Para autos particulares de uso no intensivo se consideran recorridos menores a 30 kilómetros.

Fuente: Notas seminario de Transporte Urbano de Mercancías, DEPFI, UNAM, 2006

2.5 Conexiones dentro de la cadena de transporte

Para comprender mejor la complejidad de la distribución en áreas urbanas es importante examinar arreglos logísticos generados. Los más representativos son estos cuatro grupos:

1. Productores: Compañías manufactureras y sus proveedores.
2. Compañías distribuidoras: Agentes de carga, mensajería y paquetería.
3. Consumidores/Receptores: Detallistas, suministradores de alimentos.
4. Autoridades: Locales, estatales, federales.

2.5.1 Receptores de bienes sin logística coordinada.

Esta clase de receptores carecen de una coordinación en la recepción de sus suministros, recibiendo directamente de los fabricantes o en ciertos casos con alguna compañía de distribución. El resultado es un gran número de proveedores individuales que generan muchos viajes en vehículos que no están por completo cargados. Los ejemplos más comunes de este tipo de casos son algunos restaurantes que reciben suministros de cada uno de sus distribuidores.

2.5.2 Receptores con una compañía de logística coordinada.

Las compañías de distribución tienen una gran cantidad de clientes en una zona de repartición, normalmente distribuyen a varios receptores con diferentes tipos de productos (en general no de gran tamaño), esto reduce una gran cantidad de viajes a las zonas de conflicto y optimiza la ruta de entrega. Los ejemplos más significativos son las compañías de mensajería y paquetería.

2.5.3 Receptores con su propia logística de entrega.

Las empresas que tienen su propio arreglo logístico de distribución, por lo general son grandes empresas con flotilla propia o arrendada, totalmente dedicados a la distribución de sus propios productos, se dedican a distribuir generalmente minoristas, tiendas departamentales, supermercados. Tienen más de un punto de entrega; el punto donde los vehículos reciben las mercancías son centros de distribución en los cuales los bienes son comisionados, organizados en envíos a puntos específicos de entrega. Estos grandes centros de distribución pueden ser propios o rentados y compartidos con otras compañías.

2.6 Cadenas de transporte Sub-óptimas

Debido a las limitantes espaciales en las zonas céntricas la ciudad de México, sólo se puede realizar la distribución con unidades pequeñas de carga. La frecuente falta de eficiencia económica en los diferentes puntos de distribución en las cadenas de transporte, se debe al uso de vehículos de recorridos cortos, en rutas medias o incluso rutas largas, por lo tanto, las condiciones resultan poco favorables entre los viajes y el peso que transportan dentro de áreas fuera de las zonas comerciales.

Capítulo 3

Nuevas tecnologías al servicio del TUM

3.1 Definición de los Sistemas inteligentes de transporte. (ITS)

El paradigma que genera la creación de un sistema de transporte que en gran medida sea autosustentable mediante dispositivos de control, administración y respuesta rápida y eficiente ante la ocurrencia de incidentes que alteren al propio sistema, ha estimulado la aplicación de tecnología de avanzada que garantice el desarrollo de los sistemas de transporte actuales, para satisfacer las necesidades presentes y las expectativas futuras de desarrollo.

Debido al crecimiento que se ha registrado en los últimos años en las áreas de las ciencias de telecomunicaciones e informática, se originó una nueva corriente científica denominada *telemática*, la cual es la base de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS, por sus siglas en inglés: Intelligent Transportation Systems)

Se presentan dos definiciones que nos permiten comprender claramente este concepto:

- ITS es un término que define un amplio rango de tecnologías basadas en la informática y en las telecomunicaciones orientadas a resolver los problemas del proceso de transportación mediante sistemas específicos.⁶
- ITS es la aplicación de tecnología avanzada de captura y proceso de información, comunicaciones y control para mejorar la eficiencia y seguridad en un sistema de transporte⁷

Los ITS están siendo incorporados por los fabricantes en “equipos inteligentes” que puede ser parte de la infraestructura de transporte para ayudar a recolectar información, controlar flujos vehiculares, mejorar la seguridad de la vía, entre muchas otras funciones, sin olvidar también que estas tecnologías se aplican a los vehículos, directamente útiles para mejorar la seguridad, productividad, y la comodidad de los viajes.

Los principales servicios ITS se dividen en nueve grupos trascendentales:

1. *Información para viajeros: (Traveler information)* servicios de soporte para la toma de decisiones en viaje antes y durante el viaje: modo de transporte, ruta, tiempo de partida.
2. *Gestión de tráfico: (Traffic management)* Gestión de flujos en avenidas y carreteras.

⁶ Comisión de Transporte de España, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, “Libro Verde de los Sistemas Inteligentes de Transporte”, España, 2003. p p. 15

⁷ Acha Daza, Jorge A., “Hacia una arquitectura nacional para los sistemas inteligentes de transporte”, publicación técnica 251, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, 2004. p p. 3

3. *Gestión de la demanda: (Demand management)* servicios para reducir la demanda y congestión de caminos.
4. *Gestión de caminos: (Traffic management)* Sensores útiles para calcular los ciclos de mantenimiento de pavimentos y detección de daño en infraestructuras.
5. *Asistencia de manejo avanzada: (Advance driving assistance)* sistemas automáticos para mejorar la estabilidad del vehículo y el manejo del operador para incrementar la seguridad.
6. *Transacciones financieras electrónicas: (Electronic Financial Transactions)* son servicios que permiten el pago automático de peajes en caminos y puentes y en zonas urbanas restringidas
7. *Gestión de vehículos comerciales: (Commercial vehicle management)* Servicios de soporte para flotillas de vehículos y carga de bienes, incluidos servicios como administración de la flota, planes de mantenimiento, administración de combustible, administración de la carga, control de transacciones, normalización de procedimientos, principalmente.
8. *Gestión de transporte público: (Public transport management)* dispositivos para mejorar el desempeño del transporte de pasajeros; por mencionar alguno, el pago de tarifas de manera automatizada.
9. *Respuesta a incidentes: (Incidents and hazard response)* Servicios de respuesta inmediata a siniestros; estos pueden ser ambulancias, grúas o servicios de seguridad.

3.2 Beneficios por el desarrollo de proyectos ITS

El uso de tecnologías de la información, “IT” aplicada al transporte ofrece ventajas nunca antes experimentadas en los sistemas de transporte; es bien sabido que su objetivo es disminuir los problemas de tráfico bien conocidos por todos: congestión, contaminación ambiental y accidentes. La introducción de ITS puede traer los siguientes beneficios:

3.2.1 Resolución de los problemas de tráfico:

El tipo de proyectos ITS que promueven la introducción sistemática y metodológica incluyendo la adopción de estándares y una plataforma nacional, provee una amplia base social y beneficios a toda la sociedad, que justifica el uso de dinero gubernamental estos persiguen metas a mediano y largo plazo, donde los beneficios son poco perceptibles para muchos usuarios.

*Movilidad*⁸: Incremento de calidad del servicio y eficiencia para las personas al trasladarse a sus trabajos, escuelas, centros de consumo o centros de esparcimiento, de

⁸ Se entiende por movilidad la capacidad intrínseca de una persona de trasladarse de un origen a un destino, aunque consideramos esta característica aplicable a vehículos de pasaje y carga; debido a que son las personas las que hacen posible que un vehículo se desplace.

una manera confiable, cómoda y accesible a costo competitivo; para los bienes, de ser trasladados a centros de consumo o distribución, de una manera rápida, segura y eficiente.

Congestionamiento: Este fenómeno causa retrasos, incertidumbre de viaje, desperdicio de combustible, emisiones contaminantes e incrementa el número de percances. Los ITS pueden ayudar a mitigar la congestión, ayudando a las personas a planear su viaje, sugiriendo rutas alternas, recibiendo reportes del tráfico en avenidas y ayudando a proporcionar una rápida respuesta durante cualquier percance.

Impacto ambiental: El beneficio de optimizar las rutas reducir, congestión e incidentes, se refleja directamente en una reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, disminución de niveles de ruido, reducción en el deterioro de la arquitectura urbana y mitigación del estrés en conductores y usuarios.

Reducción de fatalidades y severidad en accidentes: La organización mundial de la salud estima que cerca de un millón doscientas mil personas en todo el mundo fallecen cada año debido a accidentes automovilísticos, además de las personas que sufren lesiones y quedan con alguna discapacidad. El uso de tecnologías en la reducción de la severidad de los accidentes permitirá salvar muchas vidas, por otro lado ayudará a reducir los impactos económicos y sociales que un accidente acarrea.

Gestión de la infraestructura de transporte: La mejor gestión de infraestructura mediante la óptima utilización de la misma así como la aplicación de una mejor predicción para la administración de recursos dedicados a su mantenimiento; los sensores instalados en la infraestructura ayudan a un continuo monitoreo de las condiciones del pavimento, señalamiento y equipamiento.

3.2.2 Mejorar los servicios para los usuarios e incrementar la eficiencia de los sistemas de transportación y sus operadores.

Esta clase de beneficios son atractivos para todos los individuos y compañías, debido a sus impactos individuales a corto plazo; en muchos casos son aplicables a un menor costo, por lo que muchas veces son introducidos por el sector privado.

Reducción de la incertidumbre de viaje: En estas épocas donde tanto las personas como la carga deben movilizarse lo más rápido posible, este aspecto resulta medular. Debido a que está sujeto a una gran cantidad de factores externos como son: el clima, la demanda, incidentes de tráfico, etc., los tiempos de viaje pueden variar día con día. Esto significa que al realizar un desplazamiento se deberá calcular un margen de tiempo extra para evitar los retrasos de viaje. Los ITS pueden ayudar prediciendo el tráfico con sistemas de tiempo real, lo cual permite una planeación de rutas en base a la información obtenida.

Incremento de seguridad: Reducir los niveles de inseguridad en tránsito, tanto de pasajeros como de carga debe ser prioritario; sistemas aplicados tanto en vehículos como en infraestructuras, como los sistemas de posicionamiento global, las comunicaciones inalámbricas, los sistemas de información geográfica, y los circuitos de TV, son sólo algunos ejemplos de sistemas que pueden combinarse y generar supra-sistemas eficientes y coordinados en seguridad. Los ITS pueden monitorear el contenido

y la localización de un contenedor de carga, monitorear rutas tomadas por cualquier vehículo, en otras palabras, incrementar la visibilidad de la logística del transporte, estandarizando e integrando los procesos de gestión del transporte de pasajeros y carga.

Incremento de la eficiencia de los operadores: la aplicación más exitosa de ITS es probablemente el cobro de peajes en caminos, mediante el uso de tarjetas de prepago o cobro por tarjeta de crédito; este es un buen ejemplo de la integración y gran flexibilidad que se obtiene, inclusive se puede pensar en tarifas diferenciadas basados en la hora del día de menor y mayor demanda.

En general los ITS proveen a los operadores de los sistemas de transporte con más y mejor información acerca de las condiciones de operación de la infraestructura, para una mejor administración de éstas.

Incremento de eficiencia de los usuarios: Los ITS generan usuarios inteligentes que planean mejor sus rutas, hacen mejor sus interconexiones y reducen su incertidumbre de viaje al utilizar los servicios de la mejor manera.

La gestión del Transporte es cada día más necesaria y está condicionada por políticas ambientales, urbanas, de seguridad vial y económico-social (abarcando aspectos como el tiempo de traslado, confort, costos, entre otros), los ITS son una herramienta básica y su éxito depende principalmente de:

- El agotamiento de otras soluciones, incapaces de resolver por sí solas los problemas de eficiencia y capacidad.
- La masificación de los medios de información y comunicación.
- La reducción de los costos de estas tecnologías en los últimos tiempos.
- El aumento de los estándares de vida que reclaman mayor seguridad y valoran mucho más la información y el tiempo.

Por lo que ahora se vislumbra el desarrollo y difusión de las tecnologías ITS con una correcta planeación, apoyados de las plataformas existentes, detectando necesidades prioritarias, donde se debe invertir en sistemas coordinados entre el sector público y el sector privado.

3.3 Antecedentes de los ITS

En un principio los países más industrializados fueron los que destacaron en la utilización de tecnologías innovadoras, pero incurrieron en el error de desarrollar aplicaciones aisladas de diferentes dispositivos tecnológicos, lo cual generó la necesidad de una armonización de la tecnología en expansión.

Con este objetivo se conformaron tres principales organismos líderes dedicados a los ITS, en sus campos de investigación, promoción, aplicación, distribución, operación y expansión tecnológica ITS; dichos organismos internacionales son:

- ITS America (Intelligent Transport Society of America). Estados Unidos de América es el país rector y existe un organismo en cada estado para realizar trabajo local.
- ERTICO/ITS Europa. (Europe Road Transport Intelligent Commission). Su sede se encuentra en Bruselas, Bélgica; Gran Bretaña es su principal exponente y cuenta con la participación de todos los países de la unión europea y algunos países aspirantes (Rumania, Hungría, etc.)
- VERTIS/ITS Japón (Vehicle, Road and Traffic Intelligents Society). Japón es el país líder e involucra a casi todos los países de Asia y Oceanía. Actualmente se le conoce como: ITS ASIA-PACIFICO.

Estos organismos han logrado grandes avances en el ámbito tecnológico, desde el inicio de los años 90's; sin embargo el principal problema ha sido la incompatibilidad de la tecnología desarrollada por cada organismo con respecto a las tecnologías ajenas.

En el año de 1998 se ha creado: ITS Panamericana Organismo creado por los países más representativos de Iberoamerica: Argentina, Brasil, Chile, España; por desgracia México aun no es parte de este organismo por carecer de un asociación a nivel nacional.

Lo anterior implica para los países en vías de desarrollo, como es el caso de México, que se conviertan en clientes cautivos de las tecnologías que promuevan alguno de los tres organismos mencionados. Se han presentado casos en algunos países de Sudamérica donde se han adquirido e implementado algunos dispositivos tecnológicos provenientes de diferentes fuentes proveedoras. Por ejemplo: en Santiago de Chile se implementaron cuatro sistemas ITS para mejorar la operación del sistema de transporte urbano; dos de estos sistemas se adquirieron a ITS América, uno a ERTICO y el último a VERTIS (ITS Japón). Dada la incompatibilidad entre los sistemas, se acentuaron los problemas que originalmente pretendían resolverse, además se originaron nuevos problemas los cuales obligaron a las autoridades chilenas a analizar la posibilidad de desinstalar alguno o algunos de los sistemas implementados; la disyuntiva principal fue el suprimir un sistema cuyos costos de instalación no habían sido recuperados, o bien continuar utilizando los sistemas pese a los problemas que ocasionaban, además de absorber las pérdidas económicas que generaban.

Adicionalmente la adquisición y uso de tecnología extranjera, en la gran mayoría de los casos, conlleva a la dependencia tecnológica por parte del país adquirente hacia el país proveedor; dependencia continua que se manifiesta en los procesos de selección, adquisición, aplicación, operación, mantenimiento, ampliación y/o renovación del sistema y sus componentes.

En esta tesis se abordarán exclusivamente los aspectos relacionados a la selección de la tecnología ITS en transporte urbano de mercancías, más adecuada a las necesidades de la ciudad de México (sistemas en materia de seguridad e incremento de la eficiencia en el transporte de carga urbano), tomando como referencia la plataforma tecnológica de ITS América debido a la integración e influencia evidente ejercida en nuestro país; como ejemplo más representativo de dicha influencia destaca la plataforma de cruce fronterizo donde se busca la integración tecnológica para agilizar el cruce de personas y mercancías.

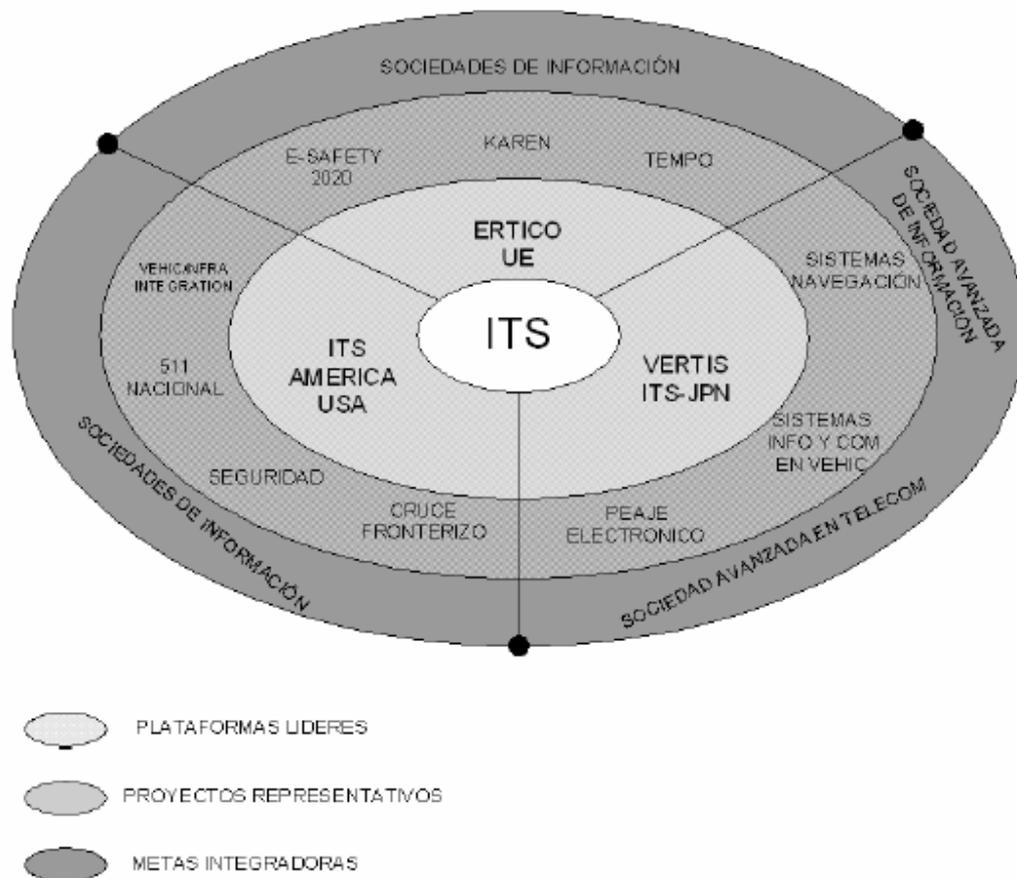


Figura 3.1: Plataformas líderes en ITS

Fuente: Elaboración propia, basado en technical note1 "ITS for developing countries" Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004.

3.4 Tecnologías de información aplicadas al transporte

En la búsqueda constante por la competitividad, la introducción de innovaciones en los actores logísticos que intervienen en las actividades de distribución, así como por el cambio hacia otros que ya las utilicen, es común que el distribuidor comercial en un mercado tan competitivo sugiera innovaciones tecnológicas en la cadena de distribución física.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte son una nueva forma de trabajar en equipo compartiendo información e inclusive sistemas (armonizados), entre los actores involucrados, tanto en el sector público como en sector privado. La demanda de estas tecnologías genera en las empresas de carga urbana, muchas interrogantes para la selección adecuada de las mismas; debido a sus altos costos de implementación son decisiones que tienen que resolverse de la manera más adecuada posible.

Por un lado, la infraestructura vial urbana resulta insuficiente para satisfacer la demanda de movilidad de los vehículos, asimismo modificar estas infraestructuras resulta costoso y poco factible; los ITS se presentan como parte de una solución de movilidad, pues buscan a través de Tecnologías de Información aplicadas al transporte, hacer más eficiente el uso de la infraestructura existente sin necesidad de costosas modificaciones, tomando en cuenta las limitantes de presupuesto que existen en nuestra ciudad.

Estos sistemas se apoyan de servicios disponibles en el mercado, el Internet y la telefonía celular son dos buenos ejemplos (figura 3.2 y 3.3) lo cual abarata su puesta en marcha, ya que uno de los principales problemas es la costosa inversión inicial.

Los sistemas accesibles económicamente pueden ser desarrollados en el corto plazo por compañías privadas con márgenes de recuperación cortos, mantenimiento simple y a bajo costo; aunque los márgenes de recuperación varían según el sistema implementado, las oportunidades son infinitas y éste es un mercado en franco crecimiento.



Imagen 3.1: Información de tráfico vía celular



Imagen 3.2: Centro de control de tráfico

Fuente: Apendix ITS application around the world Toshiyuki Yokota, World Bank, 2004

3.5 Clasificación de los ITS

Los aspectos a ser tomados en cuenta en este nuevo sector, son numerosos tanto en cuestiones funcionales como en cuestiones de la aplicación; la parte medular en la que gira el desarrollo de las tecnologías y sus aplicaciones es la información. En general en todas las aplicaciones ITS, su objetivo primordial es la obtención de datos referenciados al comportamiento del vehículo (o pasajero o unidad de transporte) para que posteriormente, en función del sistema de gestión que se trate, poder integrar con datos de otros vehículos o tratarlos de forma independiente. La captación de la información puede ser de forma manual o de forma automática.

El tratamiento de la información se realiza en centros especializados de manejo de información donde se toman las decisiones para incrementar la eficiencia, productividad y confort de los usuarios del sistema según sea el caso específico. Para tratar mejor la información obtenida es recomendable dividir el proceso en varias etapas. La primera es conocida como preproceso de los datos y comprende la transmisión a los centros de control de información. En esta primera etapa ya se realizó un primer filtrado y verificación de los datos. En la segunda etapa se procede con el tratamiento inteligente de la información, donde se obtienen parámetros importantes mediante algún algoritmo. Posteriormente se elaboran mensajes de respuesta codificados, para ordenar toda la información y difundirla; Esta se puede propagar mediante medios estáticos, señales variables, y sistemas a bordo de los vehículos (previo al viaje o durante el mismo).

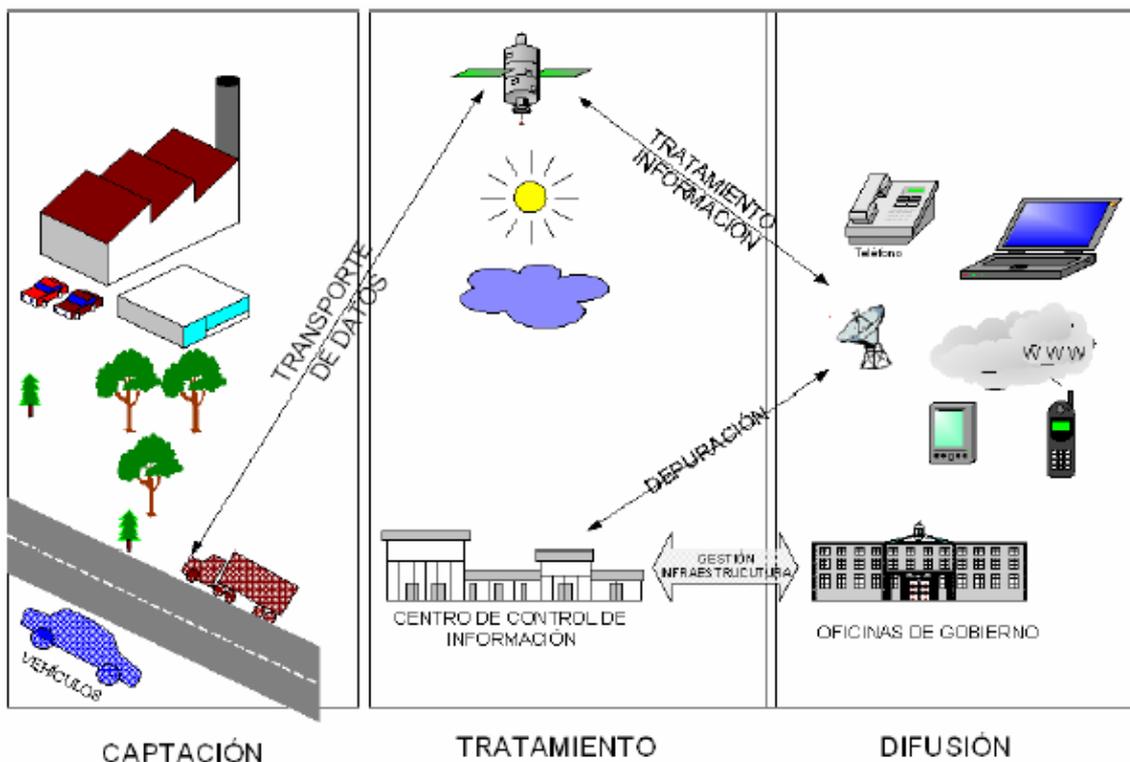


Figura 3.2 Tratamiento de información
Fuente: elaboración propia

Los servicios que se consideran como ITS por el Departamento de Transporte de Estados Unidos son treinta y dos y se enumeran en la tabla 3.1; estos aplican en todos los modos de transporte, con sus respectivas particularidades, fomentando la intermodalidad dentro de las cadenas de transporte.

Paquete de servicios al usuario	Servicios al usuario
Administración de viajes y de transporte	1) Información antes de salir de viaje 2) información para el conductor en tránsito 3) Selección de rutas 4) Reservaciones y vehículos compartidos 5) Información de servicios para el viajero 6) Control de tránsito 7) Administración de incidentes 8) Administración de la demanda de viajes 9) Verificación y reducción de emisiones 10) Información de intersecciones ferrocarril carretera
Operaciones de transporte público	11) Administración del transporte público 12) Información para el viajero en tránsito 13) Transporte público personalizado 14) Seguridad para el usuario del transporte público
Pago electrónico	15) Servicios de pago electrónico
Operaciones de vehículos comerciales	16) Liberación electrónica de vehículos comerciales 17) Inspección automática de seguridad al lado de los caminos 18) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades 19) Procesos de administración de vehículos comerciales 20) Respuesta a incidentes con materiales peligrosos 21) Administración de flotillas comerciales
Manejo de emergencias	22) Notificación de emergencias y personal de seguridad 23) Administración de vehículos de emergencia
Sistemas avanzados de control de vehículos y seguridad	24) Eliminación de colisiones longitudinales 25) Eliminación de colisiones laterales 26) Eliminación de colisiones en intersecciones 27) Mejoras visuales para evitar choques 28) Alertas de seguridad 29) Activación de restricciones al movimiento antes de los impactos 30) Operación automática de vehículos
Manejo de información	31) Funciones de información almacenada
Administración de mantenimiento y construcción de caminos	32) Operaciones de mantenimiento y construcción

Tabla 3.1 Clasificación de servicios de usuarios ITS, según ITS América.

Fuente: Iteris, 2000

La amplitud y complejidad de los servicios ITS permite una diversidad de clasificaciones que van de acuerdo a la tecnología o al tipo de servicio prestado. Tomando el caso de servicios prestados en los caminos (urbanos o rurales) una clasificación útil es la separación con respecto a los servicios aplicados a la infraestructura y los servicios prestados al vehículo. En la figura 3.5 se puede observar este tipo de clasificación.

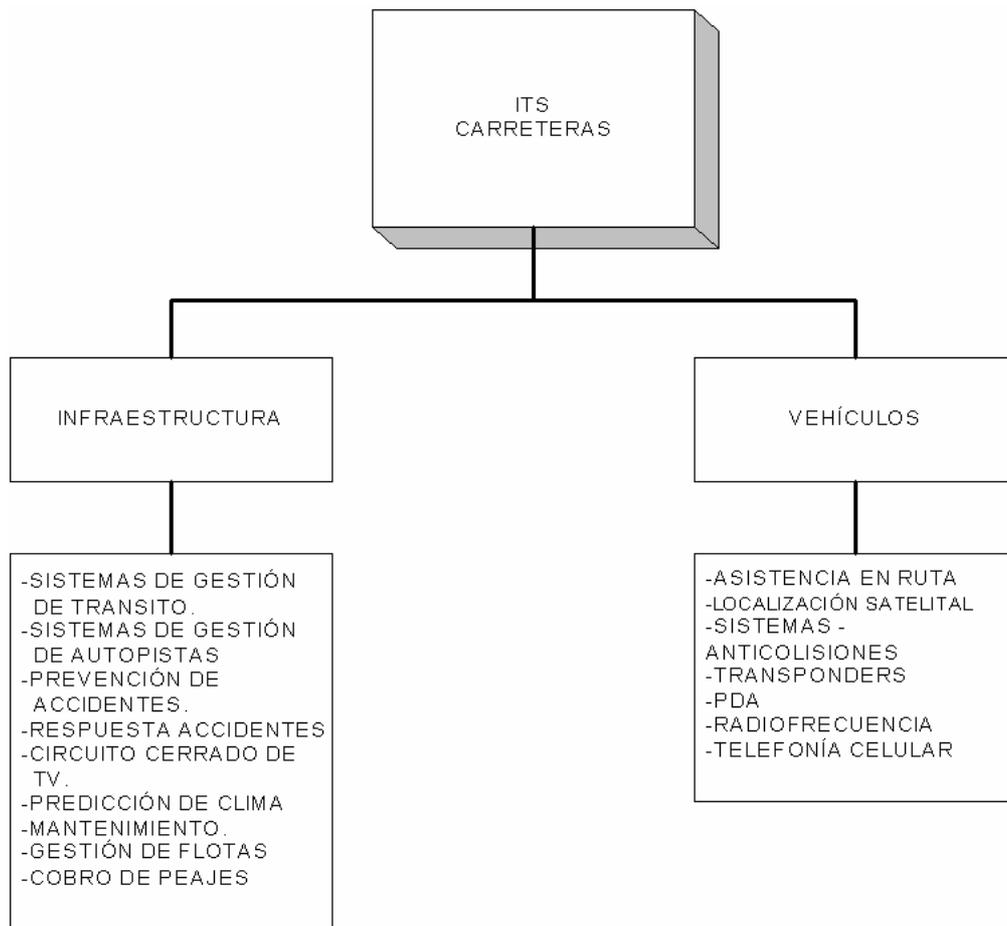


Fig.3.3 Clasificación ITS en base a vehículos e infraestructura
Fuente: Libro verde ITS, Comisión de Transporte, España, 2003

3.6 Descripción de los ITS aplicables al TUM en la ciudad de México

Una vez identificados los servicios ITS se procederá a segmentar al sector urbano y más específicamente al TUM, puntualizando los servicios ITS que se ofrecen en este sector. Los sistemas de *gestión avanzada de tráfico* mediante el uso de cámaras, fibra óptica, letreros electrónicos de notificación variables para usuarios en vías urbanas, son parte de un esfuerzo realizado por los gobiernos de las ciudades por mejorar los niveles de servicio en sus vialidades; también buscan la integración de los sistemas medulares: Control de señalización (semáforos) y tránsito, control de incidentes, (accidentes en carretas y vías rápidas) servicios de emergencia (policía y bomberos).

La implementación de un sistema de gestión avanzada en varias ciudades de nuestro país, generaría una mejora en la calidad de vida de cualquier área urbana donde se implemente, los problemas de tráfico son una de las mayores desafíos por resolver; la integración de estos sistemas no resolverían los problemas, sin embargo generarían una integración que permiten una mejora sustancial.

En la tabla 3.2 se enumeran los servicios que se pueden ofrecerse a los transportes urbanos de mercancías en la ciudad de México, tomando como referencia la plataforma ITS de Estados Unidos.

Paquete de servicios al usuario	Servicios al usuario
Administración de viajes y de transporte	1) Información antes de salir de viaje 2) Información para el conductor en tránsito 3) Selección dinámica de rutas
Pago electrónico	4) Servicios de pago electrónico
Operaciones de vehículos comerciales	5) Procesos de administración de vehículos comerciales 6) Administración de carga intermodal 6.1) Monitoreo de carga en tránsito 6.2) Administración de la interfase intermodal 7) Administración de flotillas comerciales 7.1) Administración de carga 7.2) Administración de flotillas 7.3) Mantenimiento de la flotilla de vehículos comerciales.
Sistemas avanzados de control de vehículos y seguridad	8) Monitoreo de seguridad a bordo de las unidades 9) Alertas de seguridad

Tabla 3.2 Servicios ITS ofrecidos a los usuarios de transporte de carga, de acuerdo con el Departamento de Transporte de los EUA.
Fuente: Iteris, 2000

La implementación de los ITS en vehículos de carga urbanos e infraestructuras tiene importantes efectos en el territorio y la población. Al optimizar las infraestructuras existentes, haciéndolas más efectivas y reducir su congestión, contribuyen a reducir la necesidad de expansión de las vías con nuevas infraestructuras. Además, en un periodo corto de tiempo, impactan de manera positiva en la calidad de vida, incrementando los niveles de movilidad y seguridad al disminuir la accidentalidad, el estrés de los usuarios y las emisiones contaminantes.

Los ITS colaboran en la reducción de los retrasos en el tiempo de viaje, a través de proporcionar la información exacta veraz y oportuna. La vigilancia avanzada del tráfico, los sistemas de control de señales y los sistemas de ordenación de las arterias permiten reducciones muy significativas en los tiempos de viaje. Por otra parte, se ha constatado que los peajes electrónicos son capaces de incrementar la capacidad de las rutas entre un 200% y 300%. Asimismo, los programas de gestión de incidentes pueden reducir notablemente los retrasos asociados a la congestión que aquellos producen.⁹

Los ITS reducen el grado de incertidumbre antes y durante el viaje por el conocimiento de la ruta y de los posibles incidentes. En ese sentido, hay que señalar que los Sistemas Avanzados de Información al Viajero (*Advanced Traveller Information Systems*) permiten obtener información de las condiciones de tráfico en tiempo real, proveen de información al viajero y ofrecen sistemas de asignación dinámicas de tráfico y guiado

⁹ <http://www.its.dot.gov/metro-its/brochure.htm>

automático en ruta; sobra decir las ventajas ofrecidas a los sistemas de transporte de mercancías en la ciudad de México.

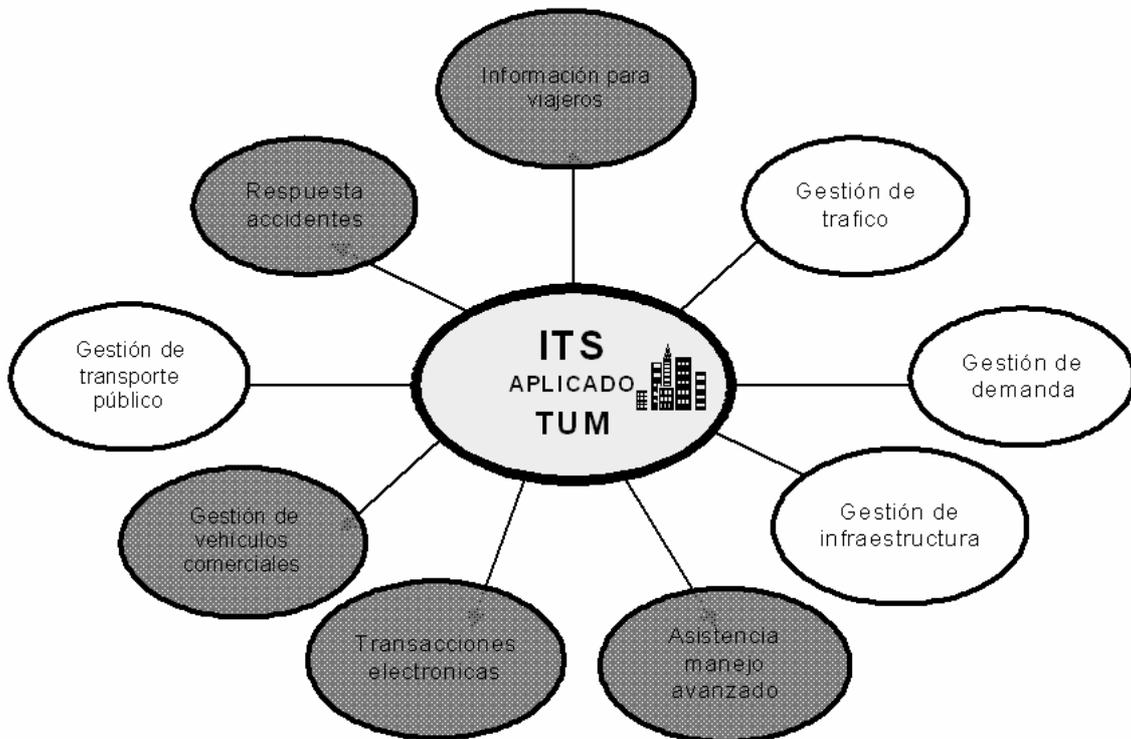


Figura 3.4 Campos de aplicación de los ITS en el TUM
Fuente: Elaboración propia.

Todo lo anteriormente señalado causa a mediano plazo, una reducción efectiva de los costos de operación, permitiendo una mayor productividad del sistema de transporte, puesto que los conductores tienen mayores facilidades y mayor seguridad en sus operaciones. Cabe hacer énfasis en la necesidad de apoyo por parte de las autoridades para la puesta en marcha, haciendo su parte del trabajo implementando sistemas en infraestructura y facilitando la implementación en las empresas privadas, las cuales tienen un margen de recuperación más corto de su inversión inicial; estos esfuerzos deben estar acompañados de la creación de comités ITS para facilitar e integrar la implantación.

Un buen ejemplo lo demuestran en diversos estudios efectuados en EUA, de los que se deriva que la reducción de los costos de operación puede llegar a suponer hasta el 25%; Sin embargo, hay que tener en cuenta que los costos iniciales de inversión son muy elevados.¹⁰

¹⁰ <http://www.its.dot.gov/metro-its/brochure.htm>

En las áreas metropolitanas los beneficios son aún más tangibles:

- Reducción de retrasos.
- Disminución de accidentes.
- Reducción del tiempo de respuesta ante siniestros.
- Mejora de las condiciones de conducción, reduciendo el estrés en los conductores.
- Mejora de información y reducción de tiempos muertos.
- Disminución de los costos de operación y mantenimiento.
- Aumento de la intermodalidad.
- Reducción en el consumo de combustible.
- Reducción de impactos ambientales.

En uno de los diversos estudios desarrollados por el USDOT, en 1997, valorando la rentabilidad de las inversiones, los resultados fueron sobresalientes:

- El valor presente de los beneficios de los ITS al 2003 fue de doscientos cincuenta millones de dólares.
- La proporción beneficio-costo resulto 5.7 a 1, llegando hasta a 8.8 a 1 en zonas de alta congestión.
- El 80% de los beneficios se producían en la reducción de los accidentes y de los tiempos de viaje.

Estas conclusiones son sólo beneficios directos generados por los ITS, faltaría considerar los beneficios indirectos como las economías de escala o los nuevos empleos que éstos generaron.

Los problemas de movilidad, de seguridad y medioambientales requieren de nuevas soluciones que hagan del transporte urbano de carga un transporte sostenible. La correcta selección de las nuevas tecnologías de la información aplicadas a los transportes urbanos de mercancías contribuye decisivamente a ese objetivo, si bien no excluyen la implementación de otras medidas complementarias.

Se ha comprobado en otros países, que los ITS no sólo contribuyen a una mayor productividad de los sistemas de transporte de carga en las grandes urbes como la nuestra, con la ocurrencia positiva que ello tiene sobre la economía, sino que constituyen en sí mismos un mercado de alto potencial económico con una interesante proyección a futuro.

3.7 Proceso de Selección de tecnología ITS

Al seleccionar una tecnología de información adecuada a las necesidades, que responda a los objetivos de usuarios y desarrolladores, es primordial considerar los beneficios que se generarán, sin olvidar los requerimientos técnicos necesarios para la puesta en marcha; por ejemplo: los sensores introducidos para la gestión de tráfico pueden servir para la gestión del camino. La aplicación candidata puede ser seleccionada en base a los servicios que puede proveer, a los que podría complementar, los estándares a considerar en el sistema y por último pero no menos importante, el marco normativo jurídico. Si estos requerimientos se pueden alcanzar, entonces la aplicación puede ser introducida.

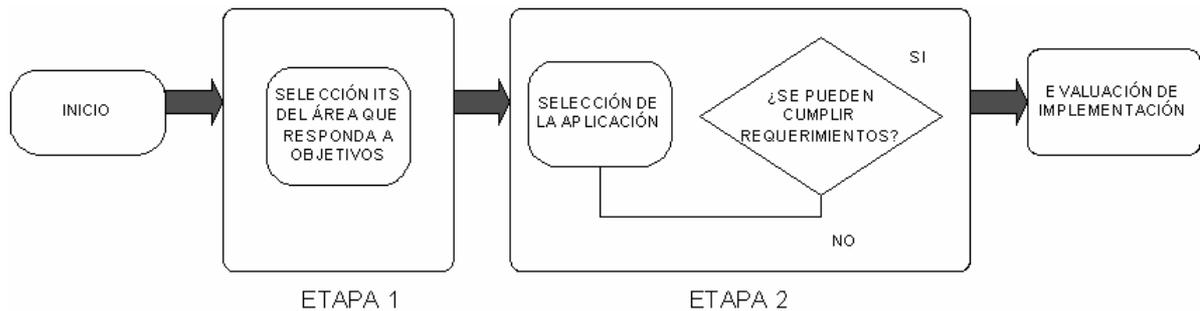


Figura 3.5: Selección de aplicación.

Fuente: “Two stage selection model for ITS applications”, Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004.

El flujo de aplicación de la tecnología ITS seleccionada es el siguiente:

1.- Seleccionar la aplicación (selección del servicio), La aplicación deseable es seleccionada con base en el tipo de servicio, sus características y los beneficios.

2.- Identificación de requerimientos:

Ejemplo:

- Requerimientos de uso de acuerdo a las características de los dispositivos seleccionados.
- Requerimientos de comunicación entre los usuarios y la infraestructura o los centros de comunicación y control.
- Requerimientos para la funcionalidad del centro de control.
- Adquisición de datos antes de comenzar la operación del sistema.
- Regulaciones.
- Asuntos institucionales.
- Estándares.
- Estándares opcionales.

Antes de que la tecnología sea seleccionada, se debe juzgar la aplicación considerando sus beneficios cuantitativos y cualitativos, sus costos así como la aceptación del sistema.

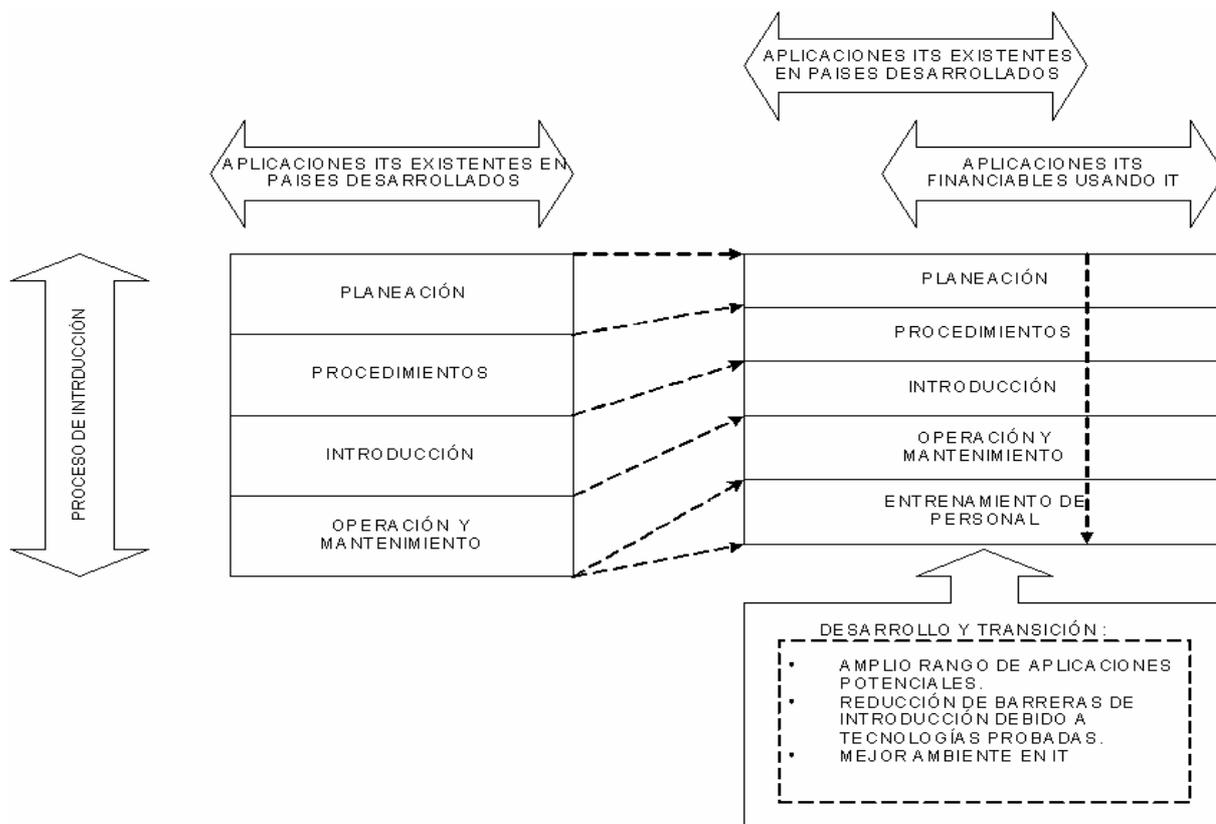


Figura 3.6: Expansión del rango de aplicación y simplificación en el proceso de introducción.
Fuente: “Innovate approaches to application of ITS”, Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004.

3.8 Beneficios internos y externos en transporte de carga urbano

El transporte urbano de carga siempre busca la optimización de recursos que le reditúen beneficios tanto económicos como operativos por lo que esta siempre en búsqueda de servicios asociados (tecnologías aplicadas a vehículos) que le permitan un funcionamiento más óptimo.

Existen dos tipos de beneficios que se miden en estos sistemas debido a sus impactos:

A) *Beneficios internos*: Son aquellos beneficios directos a los usuarios de los sistemas de transportación, como son: mejoras en la movilidad, en los niveles de servicio y los tiempos de recorrido.

B) *Beneficios externos*: Son aquellos que afectan a los no usuarios directos del sistema de transportación como son: menor congestión en zonas de implementación, reducción de emisiones a la atmósfera, incremento en la productividad. Es importante determinar

(si es posible) si los impactos externos son resultado de los impactos internos o si no están relacionados.

Si los beneficios internos están relacionados por ejemplo: valor de la tierra versus mejoras de tiempo no deben incluirse en la evaluación económica por que seria un doble conteo, en el caso que no se relacionen los impactos se debe medir en ambos análisis.

Al considerar los beneficios durante el tiempo debido a la novedad de los proyectos la falta de información histórica no permite medir efectos a largo plazo por no poder comparar los resultados, inclusive algunos efectos a corto plazo no son aún cuantificables.

EFECTOS INTERNOS A SER RESUELTOS EN EL CORTO PLAZO		Inform. para Viajeros	Gestión de Tráfico	Gestión de la Demanda	Gestión de Caminos	Asist. Manejo Avanzada	Transac. Ffinanc. Electrón.	Gestión Vehíc. Comer.	Gestión Trans. Púb.	Resp Incidentes
1	INCREMENTO MOVILIDAD	○	○			○	○	○	○	
	ALIVIO DE CONGESTION		○	○						
	MEDIO AMBIENTE	○	○	○		○	○	○	○	
	MEJORAS EN SEGURIDAD		○	○		○				○
	MEJORAS EN LA GESTION DE CAMINOS				○					
2	MEJORAS EN SEGURIDAD	☀			☀			☀	☀	☀
	DISMINUCIÓN INCERTIDUMBRE DE VIAJE	☀	☀	☀				☀	☀	
	EFICIENCIA EN OPERADORES				○		○	○	○	○
	EFICIENCIA EN USUARIOS	☀			☀	☀	☀	☀	☀	☀
3	REGIONALES	☀					☀	☀		
	INDUSTRIA IT	VEHICULOS	☀			☀				☀
		INFRA ESTRUCTURA	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀	☀

Tabla 3.3 Nueve tipos de ITS y tres tipos de beneficios

Fuente: "Two stage selection model for ITS applications", Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004.

La tabla 3.4 muestra las relaciones entre los nueve tipos principales de ITS y los tres tipos de beneficios/incentivos; algunos puntos importantes en esta tabla son:

1. Está construida con 130 casos ITS alrededor del mundo*, incluyendo planeación de desarrollo.
2. El significado de los símbolos nos indica los efectos en el corto plazo. El símbolo ○ indica beneficios cuantificables. El símbolo ☀ indica beneficios no cuantificables, directamente o por el momento.

* "Two stage selection model for ITS applications", Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004

- Algunos efectos son complicados de clasificar, como amplio beneficio social, beneficios individuales o beneficios adicionales. El criterio considerado es:
 - Amplio beneficio social, afecta no sólo a los usuarios del camino sino a la sociedad en su conjunto.
 - Beneficios individuales, son disfrutados en su mayoría por los usuarios directos y los operadores de la vía.
 - Los beneficios adicionales no están directamente relacionados a la superficie de transporte, pero contribuyen de una manera global en las políticas de transporte.

Dentro de los amplios beneficios sociales, el incremento de movilidad se refiere a los efectos de incrementar la velocidad de viaje, pero no alivia la congestión, este efecto se refiere a efectos que permiten directamente reducir la congestión.

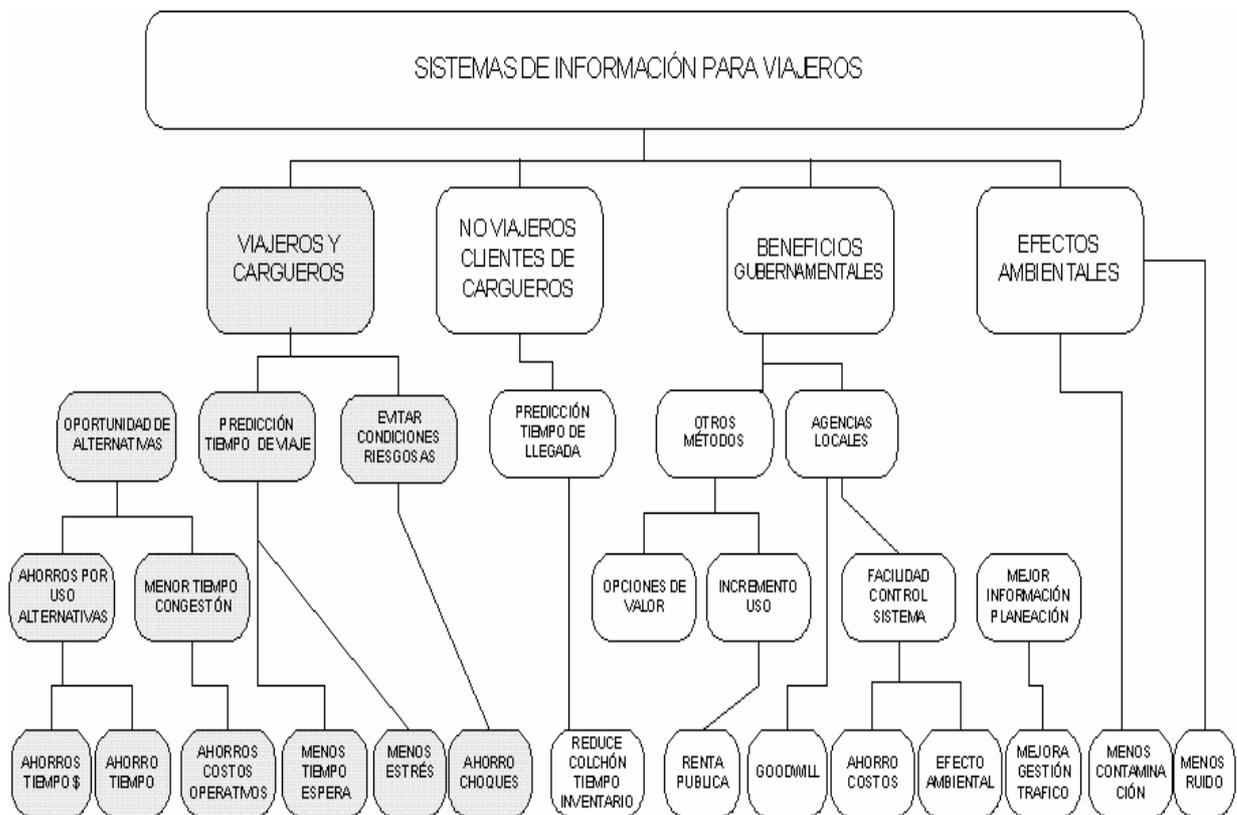


Figura 3.7: Diagrama de beneficios en un sistema de información para viajeros.
 Fuente: "A framework for the evaluation of ITS benefits" Zhong Reng Pen et al, Center of Urban Transportation Studies, University of Wisconsin, 2000

3.9 Impacto en la logística del TUM con la aplicación de proyectos ITS

En la cadena de suministros y los procesos logísticos, el impacto del desarrollo de proyectos ITS puede directa o indirectamente, (a través de otros niveles), afectar los siguientes niveles:

- Infraestructura del sistema de transporte.
- Servicios logísticos y sus proveedores.
- Entorno (giro) del negocio.

El desarrollo de proyectos ITS crea una mejora del sistema de gestión, benéfico en la logística del transporte y sus proveedores, modificando de manera positiva el entorno del negocio. Las compañías que ofrecen servicios ITS (incluyendo las del sector público) desarrollan e incrementan la eficiencia de sus propias operaciones y mejoran la competitividad de sus clientes; por otro lado la gestión de la infraestructura por parte de las autoridades del transporte se simplifica.

Los proyectos comerciales e industriales pueden crear condiciones previas para la operación eficiente y el desarrollo de compañías proveedoras de servicios logísticos. La realización y puesta en marcha de proyectos ITS se pueden llevar a cabo en diferentes niveles de varias empresas o enfocarse totalmente en una compañía, el método de evaluación será sólo aplicado para una sola empresa, aunque puede ser útil para otras, sin llegar a generalizar debido a su naturaleza casuística.

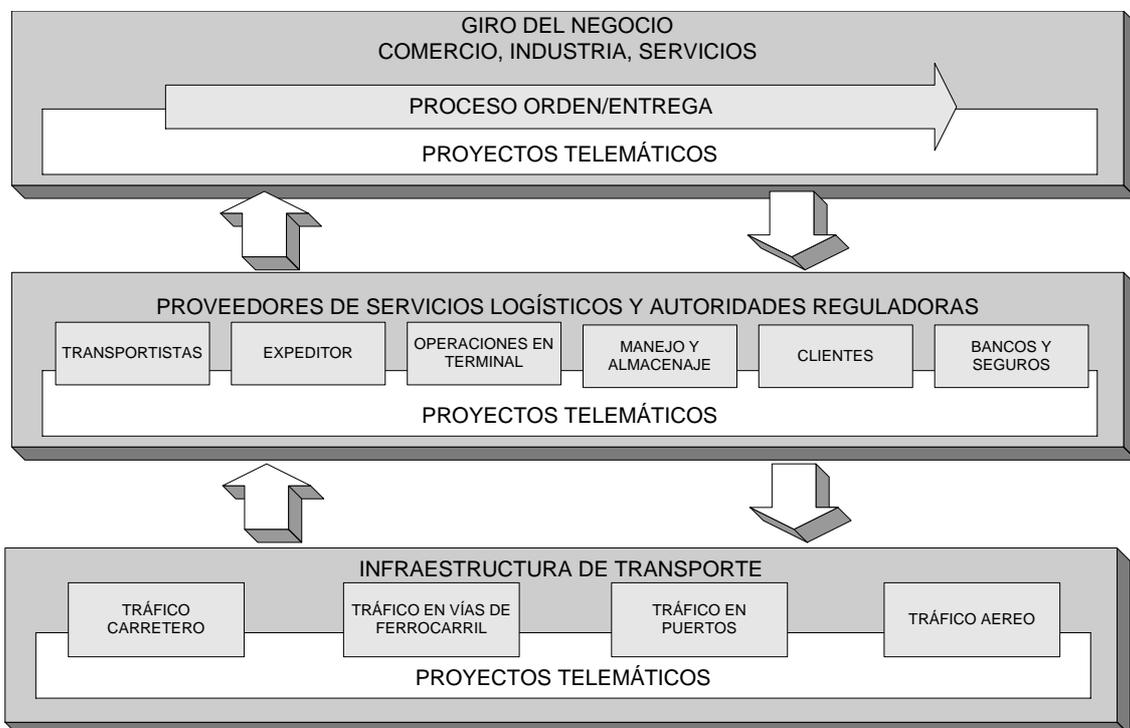


Figura 3.8: Impactos de los proyectos ITS en la logística del TUM
Fuente: "Guidelines for evaluation of ITS projects Viking", Finlandia, 2002

Los ITS se presentan como una forma complementaria de trabajar en la búsqueda de soluciones a los problemas que enfrenta el proceso de transportación en todos los niveles. Los diferentes tipos de aplicaciones parecerían ser completamente independientes entre sí, pero existen traslapes entre ellos, particularmente en los dispositivos que usan, los cuales pueden ser funcionales para diferentes aplicaciones al mismo tiempo. Cuando se quiere introducir una aplicación ITS la oportunidad de compartir elementos en común debe ser explorada, sencillamente porque la reducción de costos incrementa la eficiencia y permite prevenir la incompatibilidad entre sistemas, lo cual genera el desarrollo de plataformas locales (como se muestra en la figura 3.11) que son el marco para los ITS. Obvia señalar que es recomendable tener una de antemano.

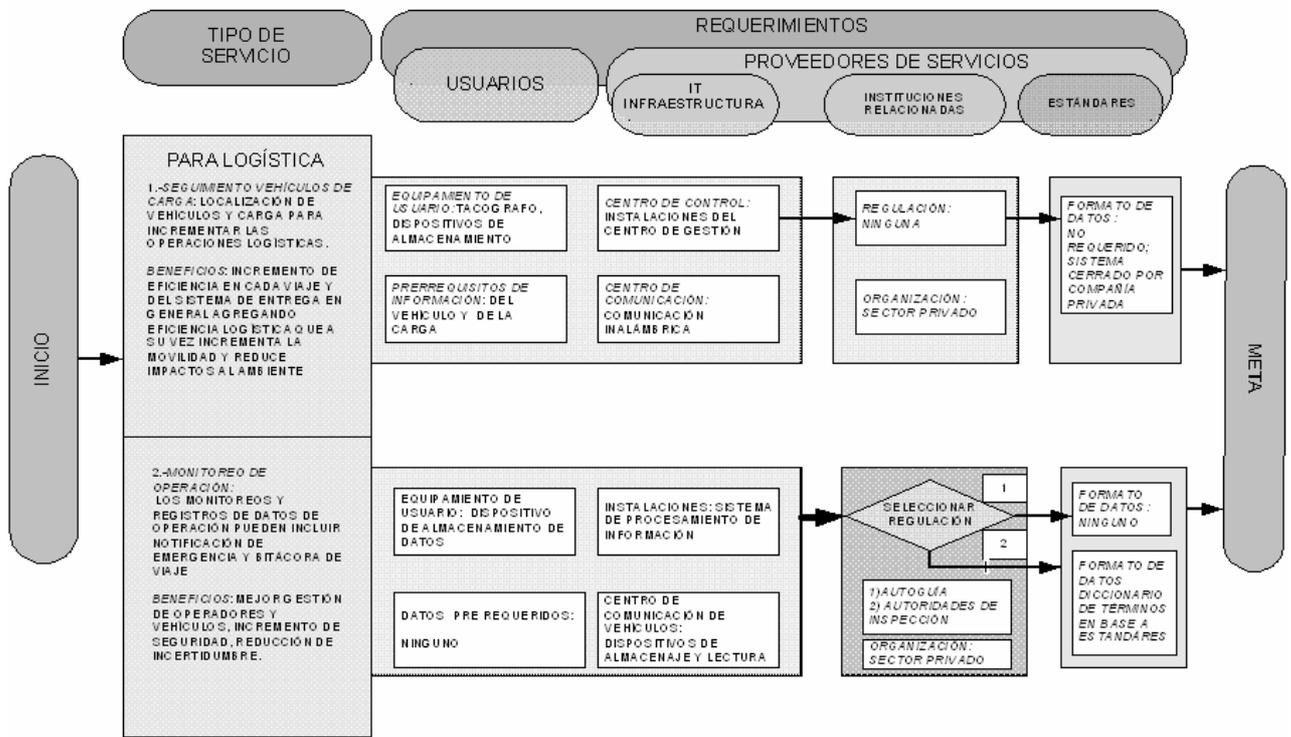


Figura 3.9: Ejemplo modelo de selección de aplicaciones para gestión de vehículos comerciales.
Fuente: "Two stage selection model for ITS applications", Toshiyuky Yokota, World Bank, 2004.

Capítulo 4 La ciudad logística

4.1 Definición de logística

El concepto de logística es usado en diferentes esferas como matemáticas (del griego Logis: el arte de calcular), economía, estrategia militar. El concepto original de logística fue usado por primera vez por los militares, al referirse al mantenimiento y suministro de alimentos, municiones, servicios médicos, transportes, primordialmente para las tropas en batalla, después el concepto encontró cabida en la economía. La definición original puede ser vista con el origen de la palabra, la expresión viene del francés; Logistique, Logis: colocar o acomodar. En esta tesis el concepto útil y aplicado es el del tipo económico: Logística: “Aquella parte del proceso de la cadena de suministros que planea, implementa el flujo y el almacenaje eficiente y efectivo de bienes, servicios y la información asociada desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de cumplir los requerimientos del consumidor” (Council of Logistics Management, 2001). Con esto podemos comprobar la importancia integradora del transporte como parte del proceso logístico de adquisición y distribución de bienes de consumo.



Figura 4.1: Diagrama del proceso logístico
Fuente: www.ccmg.org, 2007

4.1.1 El proceso logístico

Todas las interacciones ocurrientes en producción, movimiento y almacenaje de mercancías, describen la estructura del proceso logístico. Como cualquier proceso, puede representarse como red; a través de esta trama los bienes (mercancías) son movidos. Dos elementos diferentes en una red representan las funciones principales del proceso logístico:

1. Los nodos (centros de carga)

- Se pueden realizar actividades de ensamble final (valor agregado).
- Desconsolidación de la carga. (dispersas o unitarias).
- Almacenaje de los bienes.
- Consumo: venta directa a mayoristas.
- Eliminación: Reciclaje o deshecho de defectuosos.

2. Las redes: son parte de las rutas de transporte (infraestructura).

Por lo que se puede notar, la evolución ocurrida en el proceso de transportación ha pasado del enfoque simplista de considerar al transporte como el movimiento entre redes para conectar dos nodos y ha entendido que es un proceso inmerso dentro del proceso logístico, con muchas aristas a considerar.

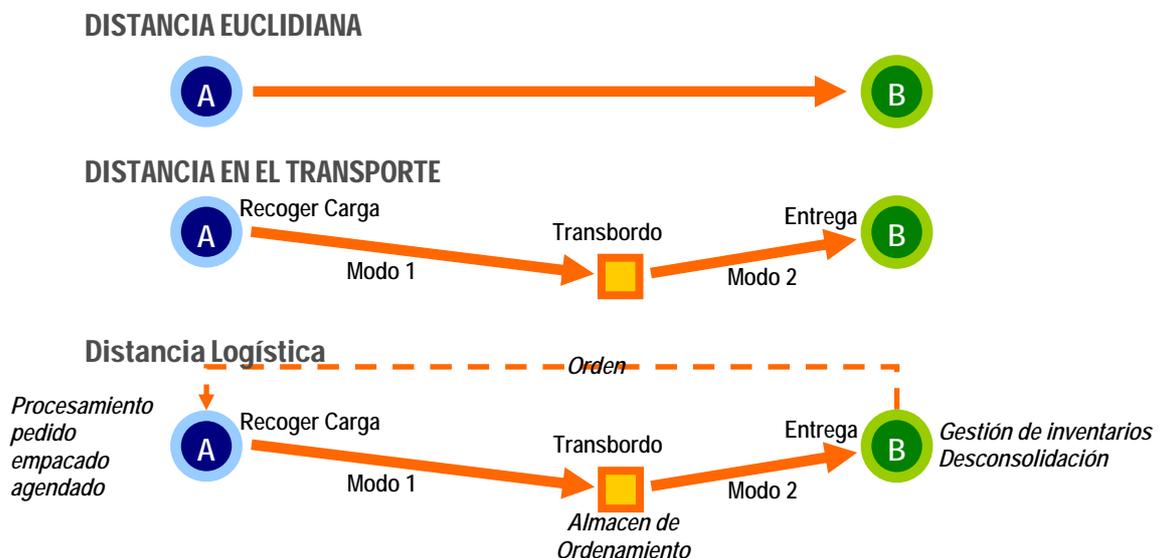


Figura 4.2: Evolución del proceso de transportación

Fuente: Jean Paul Rodrigue, Planning Transportation, Hofstra University NY. 2005

4.2 Principios económicos de la logística

El proceso logístico por si mismo se maneja en función de factores de producción como son: Tiempo, Costos, y Calidad. La posición geográfica de los diferentes nodos siempre se decidirá en base a criterios como:

- Costos de producción.- Particularmente de personal, energía consumida en el proceso y áreas de producción.
- Costos de almacenamiento y ubicación del almacén.
- Costos y tiempos requeridos para realizar labores de consolidación y desconsolidación de las mercancías.

- Factores de calidad en producción, transporte y desconsolidación.
- Competitividad de costos en transporte (en dinero y tiempo).

La variable final considerada en el proceso logístico para manufactura y distribución de un bien, es el total óptimo requerido de su producto en el mercado de consumo. La elección de localización, los medios de transporte y las rutas de transporte para poder traer los bienes al cliente a un precio razonable, en el momento correcto, la cantidad exacta y en las condiciones especificadas.

La localización de centros de producción está casi siempre supeditada a los menores costos de producción, salarios bajos y menor legislación, que facilitan a compañías su puesta en marcha. Las distancias adicionales por estos criterios de ubicación se compensan al reducir los costos de producción y organizar una correcta cadena de transporte que permite no perder competitividad.

Cualquier almacén debe de ser evitado al máximo cuando sea posible, debido a que durante el almacenaje de artículos un ligero costo es agregado; salvo algunas excepciones donde se le agrega valor a las mercancías a través de algún subproceso (ensamble final, empaque, entre otros) muchos autores consideran a los productos almacenados como un capital improductivo.

Los servicios de desconsolidación de carga optimizan los costos del transporte, en el cual grandes unidades de carga optimizan el traslado de mercancías con materiales, equipos de empaque y paletizado, que simplifican el proceso de pulverización de una carga, agilizando el proceso logístico.

En las largas rutas de transporte entre los centros de producción y los centros de consumo, el factor tiempo se ha convertido en el de mayor relevancia en el proceso logístico; por un lado el transporte y el capital combinados resultan en costos del transporte, por otro lado la minimización de tiempos de almacenaje debido a sus altos costos incrementa una alta dependencia de confiabilidad de los servicios de transporte. Las prácticas de justo a tiempo derivan en cortos tiempos de traslado con muy alta confiabilidad (la cual se pierde debido a los graves problemas de saturación) que es demandada por los clientes. Por parte de los operadores de almacenes y vehículos se busca la manera de maximizar la carga del vehículo.

La elección de medios y rutas de transporte son optimizadas por si mismas; es decir están sujetas por otros elementos lo cual hace que ya sean difíciles de mejorar. Los costos de personal para procesos masivos de producción distan mucho de los costos de transportación, sin embargo el valor compartido del trabajo es alto y juega un rol dominante en los tiempos del transporte. El significativo crecimiento de los volúmenes de transportación es determinado por diferentes costos de producción más que por los mismos costos de traslado de los bienes.

4.3 Ciudad Logística

El concepto de ciudad logística es relativamente nuevo como campo de investigación, trae consigo los desafíos del movimiento creciente de mercancías dentro de las áreas urbanas. De acuerdo con el Instituto para la Ciudad Logística (the Institute for City Logistics), ciudad logística “es el proceso para la total optimización de la logística y las actividades de transporte realizado por compañías privadas en áreas urbanas” considerando factores como el tráfico, el medio ambiente y el consumo de energía dentro de un marco económico redituable. (Taniguchi *et al.* 1999, 2001)

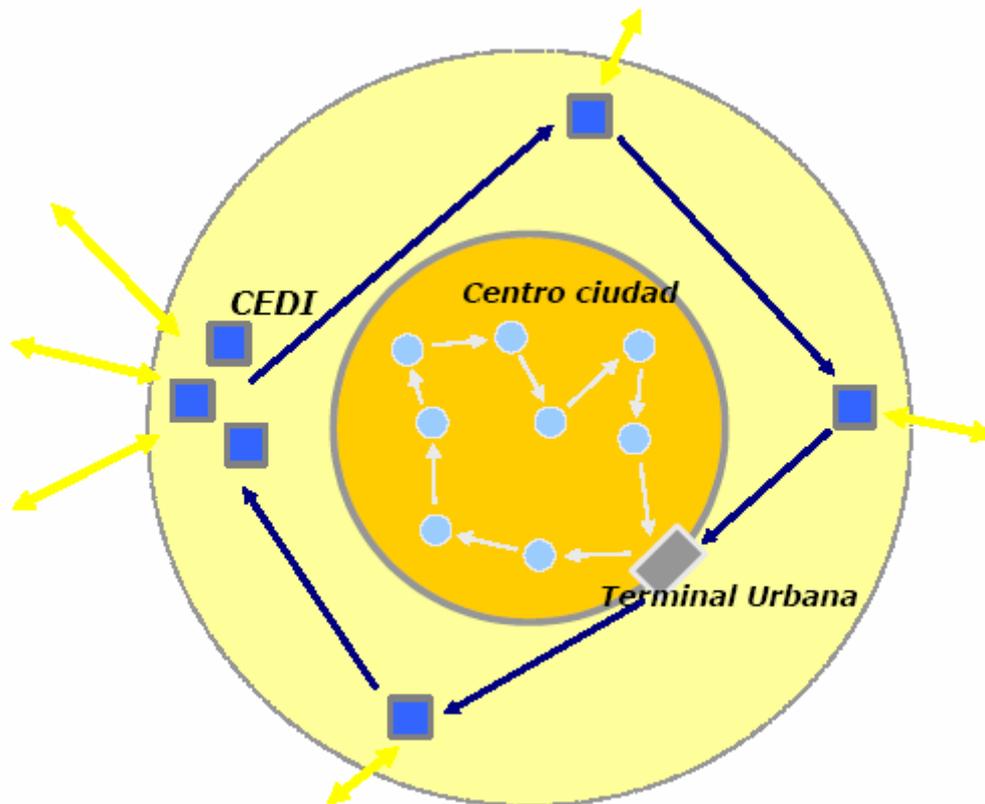


Figura 4.3 Esquematización de la ciudad logística

Fuente: Jean Paul Rodrigue, Planning Transportation, Hofstra University, 2005

Como estrategia de distribución puede tomar distintas formas; como se muestra en la figura 4.3 una zona de alta densidad de tráfico, por lo general las zonas céntricas de las ciudades pueden suministrarse por un sistema independiente de carga, a través de una micro plataforma logística de distribución *(mPLU) (Fornolls, J; 1998).

Los vehículos usados en la distribución son de menor tamaño (pueden ser camionetas modificadas o vehículos eléctricos especiales) adaptados a las necesidades urbanas. Las terminales urbanas usadas pueden ser instalaciones cercanas a los centros de

* Es un sistema logístico de plataforma que permite realizar una distribución de productos terminados en una zona urbana con vialidad de acceso restringido (horarios, tamaño de vehículos).

distribución, cada uno de los cuales esta conectado a su respectiva cadena de suministros. Así, un amplio rango de productos de diferentes cadenas de suministros pueden incrementar su eficiencia de distribución en puntos céntricos conflictivos.



Imagen 4.1 Vehículos usados en la distribución de ciudad logística.

Fuente: www.alianzaflotillera.com.mx, 2007

La diferenciación de productos incrementa el costo de almacén en lugares donde el espacio es reducido y caro; los vehículos habituales de reparto tienen severos problemas de espacio para maniobras de carga y descarga, sin olvidar el estacionamiento; el tamaño de sus cargas es rara vez el máximo y los clientes deben manejar diferentes proveedores todos los días con esta problemática.

El concepto de ciudad logística usualmente comienza con la optimización de la distribución en las zonas céntricas de las ciudades. Los municipios o delegaciones y las cámaras de comercio locales deben iniciar los primeros acercamientos con todos los actores involucrados (pequeñas y grandes compañías distribuidoras). Lo ideal es que surja una nueva compañía que opere en la zona restringida con instalaciones de recepción, consolidación, y trasbordo. Por supuesto con vehículos adecuados a las zonas de difícil acceso, que cumplan las reglamentos de poca emisión a la atmósfera, que no sean ruidosos y que operen generalmente con ventanas de tiempo perfectamente establecidas. Para expandir la cobertura de este servicio, inclusive con características de mayor especialización como servicios refrigerados y detallistas, la calidad que ofrezca la nueva compañía a las empresas que necesitan distribuir sus productos en las áreas conflictivas debe ser superior a los servicios regulares del lugar para que este resulte atractivo, aunque es difícil convencer a las compañías que han logrado optimizar sus entregas en estos lugares porque además la publicidad que ofrecen los vehículos de reparto es importante en el posicionamiento de sus marca. Hay algunos ejemplos muy claros de esto en el centro histórico de la ciudad de México, donde algunas empresas refresqueras y otras del área de alimentos “botanas”, así como empresas que trasladan textiles, han logrado alta eficiencia.

4.3.1 Beneficiarios

- * Compañías que desean reducir entregas distantes. (Mayores de 60 Km.)
- * Transportistas a los que las entregas en zonas céntricas les resultan costosas.
- * Delegaciones y municipios que desean reducir gastos en mantenimiento de caminos.
- * Población en general que desea la reducción de emisiones y reducción de ruido.

4.4 El proceso orden/entrega en la cadena de suministros

Para realizar una mejor evaluación de toda la cadena de transporte y las mejoras factibles a implementar durante el último eslabón, es decir el llamado “kilómetro final” es útil realizar un análisis desde la perspectiva del proceso orden/entrega (figura 4.4); de esta manera el proceso ayuda de manera clara a resaltar impactos primarios y secundarios de la puesta en marcha de cualquier proyecto ITS de apoyo. Estos impactos pueden ser de tipo cualitativo o de orden económico. Algunos de estos proyectos también podrían tener impactos socioeconómicos que tienen que ser considerados.

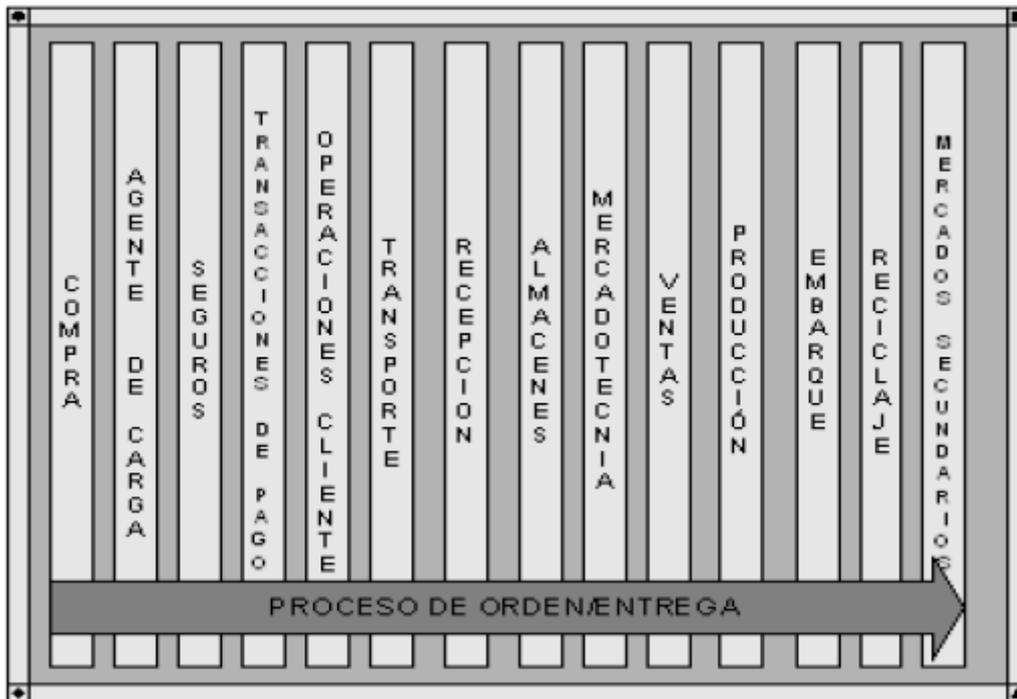


Figura 4.4 Proceso orden/entrega
 Fuente: “Guidelines for the evaluation of ITS projects” Viking, 2002

Como ejemplo de un análisis desde la perspectiva orden/entrega, la tabla 4.1 representa una matriz de impactos con el objetivo de reducir los daños en las mercancías. La columna de la izquierda muestra las organizaciones involucradas en el proceso. La fila de la parte superior de la tabla muestra a los participantes de este proceso y los impactos, debido al desarrollo de algún proyecto, se marcan con los siguientes tonos:

● El color oscuro denota los impactos más representativos en los cuales el análisis se debe enfocar

◐ El tono achurado representa los impactos secundarios a considerar en el proceso de evaluación.

○ El color claro muestra impactos menos significativos o muy complicados de medir.

Área Impacto	Vendedor	Comprador	Embalaje	Almacén	Agente carga	Transporte Terrestre	Transporte FFCC	Transporte Aéreo	Embarque	Estibadores	Puerto	Seguros	Bancos	Aduanas	Seguridad puerto	SP
Vendedor																
Comprador																
Embalaje/almacén																
Agente carga	EC	EC	EC									E				
Transp.. Terrestre																
Transp. FFCC																
Transp. Aéreo																
Embarque									EC	EC						
Estibadores									EC	EC	S					
Puerto																
Seguros																
Bancos																
Aduanas																
Seguridad puerto																

Tabla 4.1 Matriz de impactos en el proceso orden/ entrega

Fuente: Elaboración propia

Las letras describen la naturaleza de los impactos:

E = Impacto del tipo económico

C = Impacto del tipo cualitativo

S = Impacto del tipo Social

Si el proyecto tiene una gran cantidad de impactos sociales, la evaluación será del tipo socioeconómica, la cual corresponde realizar primordialmente a organismos gubernamentales de planeación, para calcular impactos en la sociedad donde se piensa implementar alguno de estos proyectos.

Si los proyectos promueven una gran cantidad de impactos en la sociedad modificando la operación logística sustancialmente, estos impactos deben ser evaluados usando la siguiente escala:

- Menor (poco significativo).
- Moderado (causa algunos impactos secundarios y es necesario).
- Significativo (causa impactos directos y es absolutamente necesario).

Los cambios en los métodos de operación logística incluyen:

- Entregas adicionales, así como reducción de unidades de entrega (por ejemplo: reducción en el tamaño de envíos o incremento de entregas directas a clientes).
- Cambio en las rutas de entrega.
- Cambio en los vehículos usados para entregas, para incrementar competitividad.

Todas las valoraciones de los impactos en los cambios de operación y métodos, se deben discutir para ver si éstas se encuentran dentro de los objetivos principales que son perseguidos. En el análisis del proceso orden/entrega es primordial poner atención a los beneficios futuros. Un ejemplo simple es: si el proyecto es del tipo EDI (intercambio electrónico de datos), se debe calcular el valor agregado que estos servicios brindan a la compañía interesada, que podrían ser desarrollados después de un tiempo de la puesta en marcha de un proyecto de este tipo; el propósito podría no ser tan benéfico económica y cualitativamente e incluso los costos de implementación no brindan algún atractivo, pero en muchos casos el análisis del proceso orden/entrega tiene que incluir estimaciones de beneficios futuros para hacer énfasis en todos los beneficios potenciales de la puesta en marcha.

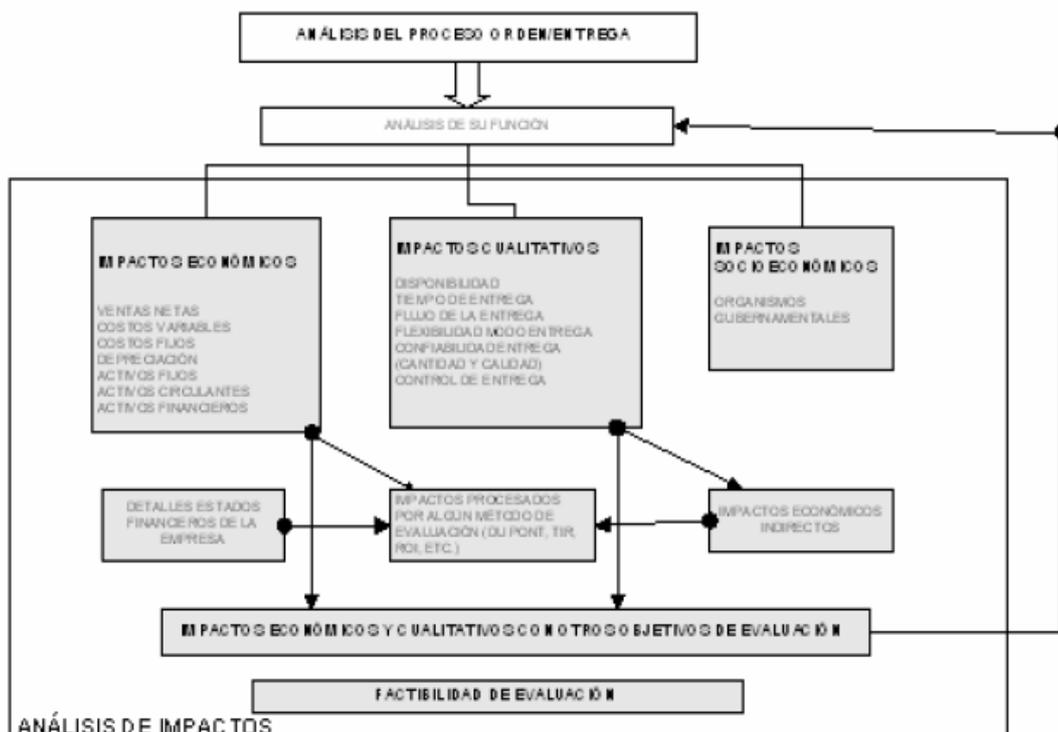


Figura 4.5: Diagrama de análisis de impactos en el proceso orden/entrega
Fuente: "Guidelines for the evaluation of ITS projects" Viking, 2002

4.5 Clasificación de proyectos ITS en apoyo a la logística de distribución

Los diversos proyectos ITS afectan los procesos logísticos en diferentes partes de la cadena de suministros, durante el proceso Orden/Entrega. En el proceso Orden/Entrega la logística de proyectos ITS se puede dividir en siete categorías de acuerdo a cómo y en qué parte del proceso impactan. Un proyecto puede auxiliar a diferentes tipos de propósitos simultáneamente.

En la tabla 4.2 se presentan las categorías de los proyectos ITS y la forma en la que estos impactan la logística de operación de las empresas de distribución de mercancías.

PROYECTOS ITS		
PROYECTO	ENFOQUE	DESCRIPCION
K1	Intercambio electrónico de datos (EDI)	Desarrollo de proyectos de intercambio electrónico de datos (Ej. Transmisión de documentos electrónicos de la carga)
K2	Rastreo y trazado de rutas de envío	Desarrollo de proyectos que contribuyan a la gestión del transporte y el manejo de bienes
K3	Control de entregas	Proyectos que contribuyan al control del tiempo de entrega dentro de la cadena de suministros (Ej. Control de retrasos)
K4	Gestión de riesgo	Desarrollo de proyectos que contribuyan a disminuir el daño de la carga y cualquier situación riesgosa (control de las circunstancias de traslado)
K5	Transmisiones y mercadotecnia	Proyectos que contribuyan al desarrollo del mercadeo y transmisión de productos logísticos (desarrollo de productos para mejorar la cadena de suministros vía Internet)
K6	Planeación y control de funciones logísticas	Proyectos que contribuyan a la planeación y control de funciones logísticas en el proceso de Orden/Entrega (sistemas de gestión y control de entregas, mejoras de eficiencia en compañías de transporte)
K7	Planeación y control de funciones de gestión de la infraestructura de transporte	Proyectos que contribuyan a mejorar la planeación y control en infraestructura del transporte (mantenimiento, congestión, señalización dinámica, semáforos)

*Los proyectos K1 y K2 crean las bases para los servicios de valor agregado de los proyectos K3 a K6
Tabla 4.2 Tipos de proyectos ITS.

Fuente: "Guidelines for the evaluation of ITS projects" Viking, 2002

El objetivo de la evaluación de la logística en proyectos ITS consiste en mostrar:

- Impactos económicos y comerciales en las empresas usuarias y en las proveedoras de servicios.
- Impactos cualitativos convertidos directamente en impactos económicos mensurables, útiles para las compañías proveedoras de servicios logísticos.

El método de evaluación de los proyectos ITS se debe desarrollar para el caso específico estudiado tomando en cuenta las particularidades de los actores involucrados y sus necesidades, para impactar el ambiente de operación y el proceso lo más posible; sin olvidar efectos secundarios mejoras en los participantes (benéficos de preferencia). Existen diferentes métodos de evaluación, los más utilizados son: Du Pont, Tasa Interna de Retorno (TIR), Retorno de la inversión (ROI), principalmente. Evaluando desde la perspectiva del proceso orden/entrega este procedimiento presenta un modelo preliminar para función de análisis, como se mostró en la figura 4.5.

4.6 Análisis de impactos

Los diferentes modelos de evaluación detectan los diversos impactos y el nivel de influencia que estos ejercen en los proyectos ITS mencionados en el apartado anterior, el objetivo primordial de las compañías privadas de distribución de mercancías es conocer:

- El cambio en el porcentaje de ingresos.
- El cambio en el volumen de ventas.
- La tasa de retorno del capital.
- El capital requerido y los costos.

El modelo Du Pont requiere información de los estados financieros de la empresa; con su rotación de activos totales indica la eficiencia con que la empresa utiliza sus activos para generar ventas.

Los impactos cualitativos se deben estimar con técnicas de planeación ponderando los beneficios para que éstos se puedan cuantificar (en forma de dinero principalmente) y sean útiles durante la evaluación económica.

4.6.1 Impactos económicos

Los impactos directos de un proyecto ITS se dan principalmente en esta área; para facilitar el análisis de los mismos, en la tabla 4.3 se presenta un resumen de los principales impactos directos.

IMPACTOS ECONÓMICOS DIRECTOS	
Objetivo	Definición
Ventas netas	Se obtienen durante las operaciones actuales del negocio.
Costos variables	Dependen del número de bienes manufacturados o vendidos. En las industrias estos costos incluyen la adquisición de materia prima y equipamiento, salarios, costos indirectos por empleo de combustibles, así como mantenimiento.
Costos fijos	No dependen del número de bienes manufacturados o vendidos. Están divididos entre los salarios del personal, rentas y otros costos que se generan mes con mes.
Depreciación	Reducción de los costos de adquisición debido al desgaste por uso de los activos.
Activos fijos	Son artículos individualmente transferibles que rinden beneficios por más de un año financiero.
Activos circulantes	Son artículos que son consumidos o transferidos como parte de un proceso.
Activos financieros	Consiste en dinero, documentos cobrables (cheques, facturas) que no están en forma de dinero.

Tabla 4.3 Asignación de impactos económicos.

Fuente: "Guidelines for the evaluation of ITS projects" Viking, 2002

4.6.2 Impactos cualitativos

Los proyectos ITS en el transporte se deben ponderar a manera de hacer factible su cuantificación; algunas de las características más importantes se enumeran en la tabla 4.4

IMPACTOS CUALITATIVOS	
Objetivo	Definición
Disponibilidad	Se refiere a la capacidad de entrega que tiene un proveedor de bienes terminados para satisfacer la demanda cuando es necesario.
Lead Time	Se refiere al tiempo desde la recepción del pedido hasta el momento en que el cliente recibe el producto.
Confiabilidad entrega	Se refiere a la confianza del tiempo de entrega; es decir, que no varíen los tiempos pactados en contrato.
Flexibilidad modo entrega	Capacidad del proveedor de servicios de transporte y de los clientes de reaccionar a cambios e incidentes en el modo de entrega.
Confiabilidad modo entrega	Entrega de pedidos a tiempo en la cantidad acordada y sin sufrir daños.

Tabla 4.4 Asignación de impactos cualitativos.

Fuente: "Guidelines for the evaluation of ITS projects" Viking, 2002

Los impactos totales, desde un punto de vista de empresas privadas de distribución, deben ser evaluados de forma metódica, basados en estados financieros; los resultados se pueden expresar directamente en dinero o en porcentaje de incremento o decremento.

Las acciones más importantes a seguir se definen en base a la utilización de un método de evaluación de proyectos ITS para sustentar por adelantado una elección de sistema seleccionado, conociendo la mayor parte de los impactos primarios, secundarios (benéficos y perjudiciales) para generar un compendio de resultados. Las pautas de evaluación necesitan ser mejoradas y desarrolladas, debido a la falta de información por la novedad de esta área, cualquier proyecto debe ser documentado, monitoreado frecuentemente y almacenado para mejorar los procesos de evaluación de proyectos ITS posteriores.

Capítulo 5

Criterios de planeación de un ITS aplicado al TUM

5.1 Gestión de riesgo en proyectos ITS

El riesgo juega un papel importante en la implementación de un ITS. Algunos riesgos son inevitables, mientras que otros pueden mitigarse si se identifican y se atienden; es muy importante identificar tanto como sea posible los riesgos potenciales, desde las fases iniciales del proceso de planeación e implementación. Un riesgo inevitable puede ser definido claramente desde el principio y se puede mitigar su impacto durante la estrategia de desarrollo. También puede reconocerse que esos riesgos podrían ser asociados a enfoques particulares o elecciones de equipo en específico.

Los factores de riesgo asociados a cada enfoque pueden llevarse en un registro donde se comparen los enfoques de selección. Los riesgos evitables pueden ser identificados y evitados con una correcta estrategia de desarrollo para navegar alrededor de ellos.

Son numerosas las estrategias de gestión de riesgo que se convierten en opciones viables cuando se desarrolla una plataforma de ITS, estos incluyen los siguientes:

- Expansión de mercados para productos ITS. Sabiendo la elección en particular de un producto o servicio, se incrementará globalmente el tamaño del mercado para el mismo, puede ser un importante factor el gestionar el uso y la aplicación de la nueva tecnología. En este caso el distribuidor o vendedor que ha invertido en el desarrollo del producto o servicio espera recuperar su inversión, también comparte el riesgo.
- Promoción de estándares. El gran escenario futuro de los ITS también deberá identificar los estándares requeridos a nivel regional, local, y nacional y los niveles de los productos. En el contexto de USA, la arquitectura nacional para ITS identifica la necesidad de estándares de desarrollo y promoción formando la plataforma para actividades de desarrollo, característica con la cual debería de comenzar el desarrollo de la plataforma ITS México aún pendiente.
- Sinergia entre actores involucrados sin importar si son del sector privado o público; se busca integrar a todos los participantes.
- Identificar y confirmar necesidades, objetivos, problemas y publicar manuales normas y reglamentos para controlar su desarrollo de forma organizada.
- Integrar los ITS a los procesos de planeación del transporte, como parte de las políticas cotidianas a desarrollar.

Tan pronto como se lleguen a expandir y a comprender mejor el papel que los proyectos ITS juegan en nuestra sociedad, su integración se logrará de una manera más rápida y permitirá el desarrollo de sociedades de la información, donde la tecnología aplicada al transporte es una herramienta que ayuda en la solución de los problemas del proceso de transportación en todas sus modalidades.

5.2 Know how en proyectos ITS (“leapfrog”)

Los países en desarrollo están frecuentemente en desventaja con respecto a los países desarrollados; en la construcción de infraestructura básica encargada de integrar sus sociedades y desarrollar sus economías, este largo proceso requiere de tiempo, una gran inversión e investigación; todo esto es factible en economías desarrolladas. En el caso de los países en desarrollo la falta de recursos y el retraso en su infraestructura retrasa mucho su progreso, sin embargo al construir infraestructura ésta puede ser diseñada y adecuada a las nuevas tecnologías de información; por lo que en muchos casos estos países son capaces de instalar dispositivos electrónicos en vehículos e infraestructura de una manera más rápida y eficiente.

Otra ventaja muy importante son los costos de las tecnologías de información que día con día se reducen, permitiendo a países pobres instalar nuevas tecnologías en el proceso de transportación caso; contrario ocurre en países ricos donde las actualizaciones de sus equipos resultan costosas. Un ejemplo muy claro es la telefonía móvil y el Internet que se extienden a gran velocidad. Otro aspecto definitivo en la implementación de proyectos ITS es que se tiene la ventaja de que estas tecnologías han sido probadas y desplegadas previamente en sus países de origen, lo cual las hace maduras, estables, bien entendidas y más baratas de adquirir y operar.

Este salto tecnológico (figura 5.1) es una buena razón para emigrar a las infraestructuras inteligentes de una manera más rápida, a diferencia de algunos países desarrollados que han tardado más de una década en mejorar su plataforma¹¹

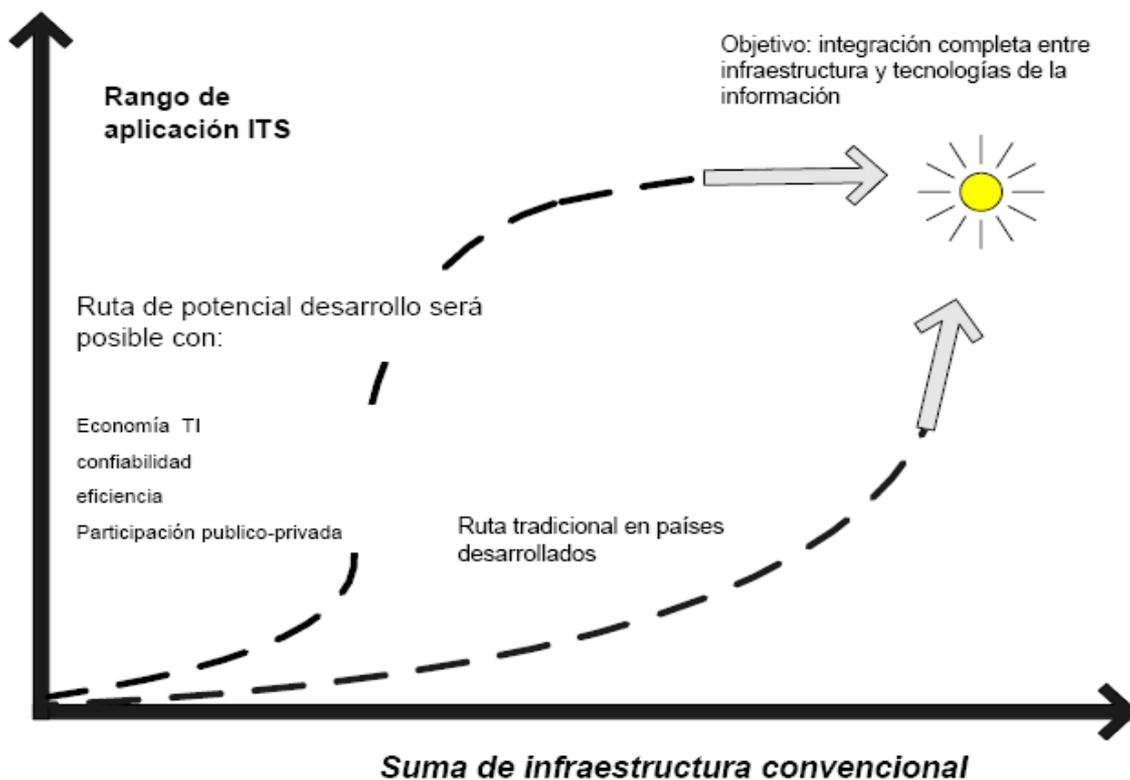


Figura 5.1 Salto tecnológico en proyectos ITS

Fuente: "ITS Technical note for developing countries", Toshiyuki Yokota, 2004

¹¹ Toshiyuki Yokota, "ITS Technical note for developing countries", note 1, World Bank, 2004.

5.3 Indicadores del desempeño en el TUM

Los indicadores del desempeño utilizados en el transporte urbano de mercancías son variables respecto al tipo de compañía y al giro de la misma así como sus prioridades, muchos de estos indicadores son difíciles de medir por el impacto indirecto que tienen (o porque el impacto es a largo plazo); en la tabla 5.1 se enumeran las principales métricas del desempeño, consideradas para realizar el análisis. Cabe mencionar que sólo se evaluarán impactos directos en flotillas de transporte, así como los costos que generan. Los impactos indirectos quedan fuera del alcance de esta investigación.

La evaluación de los impactos de un proyecto ITS en flotillas urbanas de transporte debe comenzar describiendo los cambios en la utilización de la flotilla debido a la implementación; esto ayudará a determinar si la utilización de un ITS cambiará el tamaño de la flota o los costos de operación. Estos dos indicadores se consideran los más importantes. Los demás costos operativos se pueden determinar caso por caso.

INDICADORES DEL DESEMPEÑO EN EL TUM	
INDICADOR	METODO DE EVALUACIÓN
Tamaño de la flota	Monitoreo del tamaño de la flota, análisis de los estados financieros
Rango de utilización	Monitoreo de la operación del negocio
Inversión en flota	Monitoreo de la operación del negocio, análisis de los estados financieros
Costos de utilización (personal y costos del vehículo)	Monitoreo de la operación del negocio, análisis financiero simulación
Cambios en la planeación de la utilización (disminución del tiempo de uso)	Monitoreo, inspecciones
Necesidad de equipamiento adicional	Inspecciones
Cambios en el mantenimiento de la flota	Inspecciones, monitoreo
Cambios en los tiempos de uso de la flota (tamaño requerido durante horas pico, tiempos de utilización por debajo de su capacidad)	Monitoreo de la operación del negocio
Número de quejas debido al uso de la flota	Monitoreo de quejas

Tabla 5.1 Indicadores del desempeño en el transporte urbano de mercancías
Fuente: Guidelines for the evaluation of ITS projects, "Viking" Fits, 2002

Durante la evaluación previa (sin proyecto), los impactos de los ITS en la flota son estimados en base a experiencia previa o en registros de casos similares (en este caso debido a la falta de información de proyectos previos en la ciudad se utilizaran esta clase de registros basados en el "know how" de ITS América). El monitoreo de la operación debe estar enfocado en calcular todos los costos de operación desglosados (unitariamente). Los impactos en la logística de operación y cómo impacta en el negocio de la compañía, requerirá otra medición más compleja.

5.4 Descripción de caso

5.4.1 Introducción

Alimento para Todos, I.A.P., Banco de Alimentos Cáritas es una *Institución de Asistencia Privada*¹², miembro de la *Asociación Mexicana de Bancos de Alimentos AMBA* trabajan en estrecha colaboración con *Cáritas Arquidiócesis de México*.

Iniciaron actividades el 12 de septiembre de 1994 bajo el patrocinio del *Fondo para la Asistencia, Promoción y Desarrollo Institución de asistencia privada (FAPRODE)* y *Cáritas Arquidiócesis de México, I.A.P.*; el 7 de Abril de 1995 se constituyen jurídicamente como una *Institución de Asistencia Privada*.

(<http://www.alimentoparatodos.org.mx>)

Desde la fundación de la Institución en 1995, son miembros de la *Asociación Mexicana de Bancos de Alimentos (AMBA)* y actualmente fungen como representantes de la *Región Centro* de la AMBA, la cual abarca los estados de: Oaxaca, Puebla, Guerrero, Estado de México, Morelos y Veracruz así como también el *Distrito Federal*.



Imagen 5.1 Entrada principal de APT

Fuente: Elaboración propia, logotipo facilitado por la institución, Junio 2007



Figura 5.2 Logotipo de la asociación

Su bodega central se encuentra ubicada en la calle de Tamemes No 23, colonia Paseos de Churubusco, cercano a la central de abastos de la ciudad de México.



Imagen 5.2 Localización del banco de alimentos

Fuente: Elaboración propia en la plataforma Google Earth ©, 2007

¹² Las instituciones de asistencia privada "IAP" son entidades jurídicas que con bienes de propiedad particular ejecutan actos con fines humanitarios de asistencia, sin propósito de lucro.

5.4.2 Operación logística de la institución

La fundación *Alimento Para Todos IAP* se encarga de recuperar de la industria alimentaria, donativos alimenticios de productos perecederos y no perecederos, aptos para consumo humano. Cuenta con el apoyo de:

- 563 donadores de la Central de Abasto.
- 99 empresas de la Industria Alimenticia.
- 3 cadenas de Tiendas de Autoservicio (Grupo Wal-Mart, Comercial Mexicana y Waldos Dólar Mart de México).

Los alimentos acopiados se seleccionan y el equipo de nutrición de la Institución conforma paquetes nutricios que se entregan a las personas que más lo necesitan de acuerdo a su modelo Integral de Atención Alimenticia.

A los beneficiarios se les entrega alimento para su consumo diario, de acuerdo a tablas nutricionales, tomando en cuenta las características particulares de la población atendida (niños, ancianos, enfermos, mujeres y familias).

El alimento que se les entrega cuenta con buena presentación y es perfectamente aprovechable; se les entrega en promedio el 50% de sus necesidades nutricionales.

El ahorro que obtienen a partir de este apoyo, se orienta a que puedan adquirir alimentos de calidad para cubrir el otro 50% de sus necesidades alimenticias.

Actualmente la institución está trabajando en un proyecto de capacitación e impacto nutricional con las comunidades inscritas al programa.

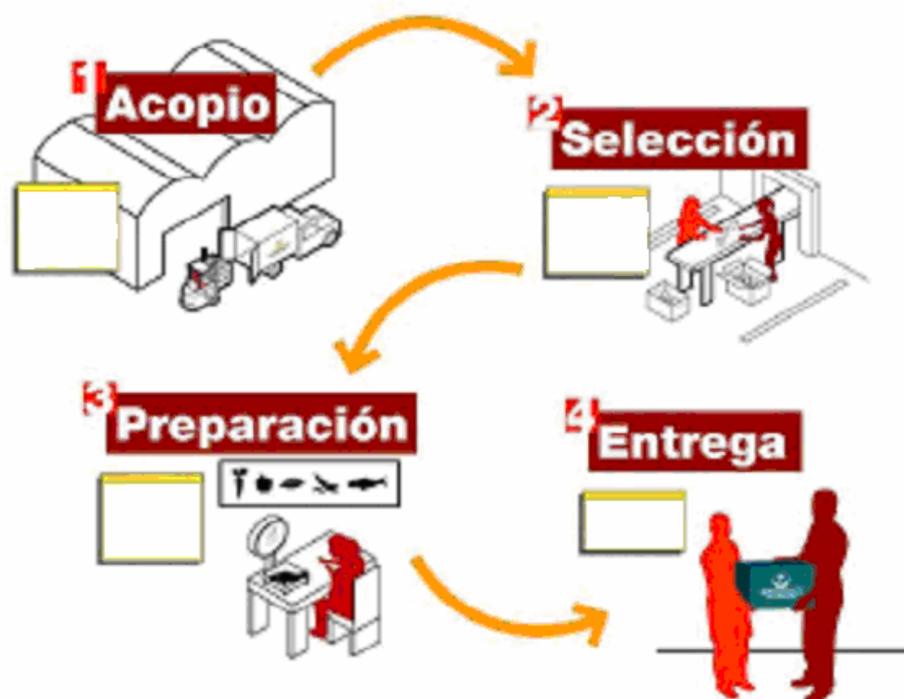


Figura 5.3 Diagrama de proceso del banco de alimentos

Fuente: Proporcionado por el departamento de comunicación de la institución, 2007

La problemática detectada es en el área de donación de tiendas principalmente; se debe cubrir una demanda de 78 tiendas en toda la ciudad y parte del área metropolitana, con solo ocho vehículos con una capacidad de carga total de 15.5 toneladas.

Es muy difícil definir en cuántas tiendas se cumplirá con la capacidad de carga del vehículo (peso y volumen), debido a que las mermas son aleatorias y en muchas ocasiones el vehículo tiene que regresar al centro de acopio de mercancías o visitar tiendas donde no se realiza donación en ese día perdiendo, gran cantidad de tiempo y combustible en el traslado, y proseguir con las tiendas restantes del itinerario del día.

Los procedimientos de carga/descarga se realizan por el mismo operador, tanto en la tienda al recibir la mercancía donada como al entregarla en el almacén.

Las rutas se asignan con base en los domicilios de los operadores; teóricamente para que los recorridos sean menores y las tiendas puedan atender a los operadores en los horarios establecidos.

DESCRIPCIÓN DE LA FLOTA			
	AÑO	PLACAS	CAPACIDAD DE CARGA
NISSAN ESTACAS	2003	8410-BZ	1.00
NISSAN CHASIS LARGO	2003	8411-BZ	1.00
NISSAN CHASIS LARGO	2004	8114-CA	1.00
CHEVROLET CHASIS CABINA 3600	2005	1987-CC	3.50
NISSAN CHASIS LARGO	2006	8350-CE	1.00
CHEVROLET CHASIS CABINA 3600	2007	9898-CF	3.50
EUROVAN CHASIS CABINA DIESEL STD	2006	1858-CG	1.00
CAMIONETA FORD heavy duty 6cil diesel	2007	4087-CG	3.5

*15.50 tn
Capacidad total*

Tabla 5.2 Características de la flota
Fuente: Departamento de tráfico APT, 2007



Imágenes 5.3 y 5.4 Flota de carga de APT
Fuente: Elaboración propia, Junio 2007



Imagen 5.5 Geo-referenciación de los chóferes y los puntos de atención
Fuente: Elaboración propia en la plataforma Google Earth ©, 2007

Los accesos de la mercancía al almacén se registran en formatos de ingreso que son llenados de manera manual y posteriormente se capturan en la base de datos como ingresos.



Imagen 5.6 y 5.7 Ingresos de mercancías al almacén
Fuente: Elaboración propia, Junio 2007

5.5 Logística inversa

Para poder comprender mejor qué tecnologías son factibles de utilizar en un caso particular como éste, donde se trata evidentemente de un proceso de logística inversa, es importante analizar la definición y los procedimientos de esta área de la logística.

El concepto de logística inversa ha evolucionado, transformándose de un concepto netamente de logística del reciclaje a uno más integral, no obstante el elemento constante en la evolución del mismo es el flujo inverso, típico de la mayoría de los procesos industriales.

Según el glosario de términos logísticos (CLM “logistics terms and glossary” 2003), la logística inversa se define como: “un segmento especializado de la logística enfocado al movimiento y la gestión de productos y recursos posteriores a su venta.”

Su gran diferencia, como se mencionó en otro apartado, son el sentido de los flujos dentro de la cadena de suministros, en este caso de cliente-proveedor-productor. De manera general, un concepto más global sería:

El proceso de planear, implementar y controlar con eficiencia y a un costo efectivo, el flujo de materia primas, en proceso, productos terminados, así como la información recibida desde los puntos de manufactura, distribución y uso final al punto de recuperación o disposición final del producto, con el propósito de recuperar algún porcentaje de valor del mismo o disponer de manera adecuada los productos finales e intermedios de la cadena de suministros.¹³

5.5.1 ITS Aplicados a logística inversa

Los procesos de logística inversa se consideraron por mucho tiempo exentos de aplicación ITS debido a sus particularidades difíciles de controlar, tales como; aleatoriedad, carencia de un programa de flujos reversos por parte de las empresas, así como los costos que significan la devolución de mercancías debido a mermas, inventario estacional, reinventario, recuperaciones, reclamaciones, exceso de inventario, primordialmente. Pero ¿qué ha hecho que las empresas de estos rubros como el reciclaje y la recolección busquen este tipo de soluciones? Las empresas de transporte son en gran parte las que dañan los productos en maniobras no adecuadas, en procesos de empaque, embalaje y embarque; lo cual hace que las compañías traten de minimizar las mermas de las mercancías, y en caso que estas se presenten, gestionarlas rápidamente y al menor costo.

La gran difusión de las tecnologías con aplicaciones al transporte ha permitido que estos procesos de transportación se integren a proyectos ITS gradualmente, además la reducción en los costos de implementación de todas las tecnologías acerca a todos los sectores hasta ahora excluidos por los elevados precios de algunas tecnologías, como los transponders, que día con día se abaratan y se convierten en opciones competitivas.

Debido a esta tendencia se está generando un nuevo mercado de compañías (medianas y pequeñas) y de procesos con oportunidades de mejoras notables que reditúan en

¹³ Rogers, Dale S/ Tibben- Lembke, Ronald, “Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices”; Reverse Logistics Executive council, p2.

mayor competitividad permitiendo a estas empresas progresos en su logística (información y procedimientos). Todas estas compañías son el gran mercado que se explotara en un futuro cercano en el área ITS.

5.5.2 Alcance y clasificación de la logística inversa

Este concepto va más allá del rehusó o reciclaje de empaques de los productos. La logística inversa también incluye la devolución de mercancías debido a mermas, inventario estacional, reinventario, recuperaciones, reclamaciones, exceso de inventario, etc.; Así como programas de reciclaje, disposición de equipo obsoleto y recuperación de bienes, estos últimos términos frecuentemente asociados a cuestiones ambientales.

Es común encontrar en la literatura y en Internet, términos como logística de retornos, logística de recuperación, entre otros, todos ellos alusivos a prácticas de recuperación de valor, por lo que caen dentro del contexto de logística inversa.

Es importante mencionar que la logística inversa difiere de la gestión de residuos, ya que esta última tiene un enfoque de recuperación de residuos, principalmente en los procesos de producción y puede ser como apoyo de prácticas y metodologías bien establecidas como: producción más limpia, minimización de residuos, prevención de la contaminación u otro elemento de gestión de la empresas. En tanto que la logística inversa incluye tanto a residuos, como subproductos o cualquier material susceptible a la recuperación de valor dentro de la cadena de suministro.

Otro factor diferencial entre ambas, es el énfasis que la logística verde destaca en una logística amigable con el ambiente en todas las actividades y no necesariamente en los flujos inversos (ejemplo: el uso de flotas vehiculares más eficientes en consumo y con reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera).

La logística inversa no se da necesariamente por cuestiones ambientales (por ejemplo en la logística de devoluciones el motivo principal son razones económicas), sin embargo ambas ramas convergen en la logística inversa de recuperación, ya que inherentemente se busca menor explotación de los recursos materiales, al tiempo que se incrementa la productividad de los recursos.

Las actividades que caen dentro de la logística inversa han sido clasificadas de acuerdo a diferentes perspectivas, atendiendo así los bienes del flujo reverso que vienen del usuario final o de otro participante del canal de distribución como son los mayoristas y los detallistas; como también, si el bien del flujo reverso es un empaque o un producto.

5.5.3 Logística inversa de recuperación

Grupo de actividades que tienen por objeto recuperar los materiales desechados por los grupos de consumidores y reintroducirlos en la cadena de suministros, u otra cadena suministro diferente, o bien sólo para proceder a su adecuada eliminación.

Por el lado económico se busca un reaprovechamiento económico de los productos, subproductos y residuos, sobre los que el fabricante tiene cierto grado de corresponsabilidad, debido a políticas de la empresa o por aspectos regulatorios.

Con estos argumentos es posible identificar que los productos de recuperación deberían seguir las siguientes premisas:

- Que se traten de productos fuera de uso, debido a que hayan finalizado su vida útil o bien que ya no satisfagan las necesidades del consumidor.
- Que los productos recuperados fuera de uso produzcan un aprovechamiento económico, al menos parcial de su valor agregado.
- Que se obtenga un nuevo ciclo de vida para el producto fuera de uso o para algunos de sus componentes o materiales.

5.5.4 Gestión de actividades de recuperación

Las opciones de gestión para productos fuera de uso pueden clasificarse en los rubros siguientes:

1. Reutilización. Existe un aprovechamiento integral del producto retornado o de sus componentes, una vez realizadas las operaciones de limpieza, selección y mantenimiento. La calidad de los productos reutilizados o de sus componentes muchas veces es tan buena como la de los productos originales, aunque existe un número límite de reutilizaciones.
2. Refabricación. Consiste en recuperar partes y componentes del producto fuera de uso, para su utilización en la fabricación de nuevos productos.
3. Reciclaje. Existe recuperación de los materiales con los que está fabricado el producto; la recuperación de estos materiales involucra un procesamiento, de manera que el producto original pierde su identidad. Los materiales recuperados se utilizan para elaborar el mismo producto, muchas veces con menor calidad, o bien otros productos.

5.5.5 Logística inversa de devolución

Básicamente integrada por devoluciones que se presentan a lo largo de la cadena de suministro y que por distintos motivos no satisfacen las necesidades y especificaciones del cliente. Esta clase de logística tiene un mayor arraigo en productos de consumo final, donde con frecuencia se presenta que los clientes devuelvan los productos cuando estos no satisfacen sus necesidades; las devoluciones suponen pérdida por esa venta, de suerte que este tipo de logística tiene un carácter de no deseada, respondiendo más a atender una necesidad del cliente que una responsabilidad del productor.

Tanto la logística de devoluciones como la de recuperación suponen un flujo de materiales y productos, desde el consumidor final hacia el fabricante o recuperador.

5.5.6 Gestión de actividades de devolución

Esta actividad es prioritaria para muchas empresas ya que, se estima que las devoluciones rondan entre un 5 y 12 % del volumen total de ventas en una compañía, dependiendo del sector y del mercado en el que se desenvuelva. En USA se estima que el número de devoluciones en línea es de 5.6 % de las ventas, lo que representó \$4,857 millones de dólares para el 2001; este valor se estimó en \$7,582 millones de dólares para el 2006¹⁴. Para toda la industria estadounidense se estima que los costos de la logística inversa exceden \$35,000 millones de dólares por año¹⁵.

Del total de productos devueltos, aproximadamente la mitad son defectuosos, generalmente debido a fallos de fabricación (más de un 90%) o a desperfectos sufridos durante su distribución del mismo (transporte, almacenaje, exposición, etc.); el otro 50 % de los productos devueltos tienen como causa los errores de compra (talla, tamaño, especificaciones, etc.), motivos contractuales (“si no queda satisfecho”, “el cliente siempre tiene la razón”...), o por ajustes de inventario (insuficiencia de la demanda, obsolescencia del producto, rotación de existencias, etc.).

Esta diversidad de causas hace muy difícil establecer una relación a detalle de opciones que dispone la empresa para gestionar estos productos devueltos. No obstante, estas opciones pueden agruparse de la siguiente forma:

1. Reutilización de productos en otros mercados. Esta opción supone la venta del producto a igual o menor costo, dependiendo si el producto presenta fallas o no en su funcionamiento, ya que esto puede implicar etapas intermedias de mantenimiento reparación o refabricación. Dentro de esta categoría se pueden citar el caso de la compañía GENCO,¹⁶ empresa con presencia mundial que ha desarrollado un sistema de recuperación de activos (Asset Recovery Services) que proporciona nuevos mercados a los productos devueltos alrededor del mundo. Este tipo de reutilización presenta distintas posibilidades que van desde el reciclaje de materiales que constituyen al artículo devuelto, hasta su reparación, refabricación o su utilización en mercados secundarios.
2. Donación de los productos devueltos. Otra opción para los productos devueltos es la donación que se realiza principalmente a instituciones de beneficencia, organizaciones no gubernamentales, fundaciones (Alimento Para Todos está en esta categoría), entre otras. Esta opción presenta ventajas como son deducción de impuestos fiscales, además de que la empresa adquiere una imagen de responsabilidad social como compañía socialmente responsable.
3. Eliminación. La opción menos deseada porque además de que no hay recuperación de los productos, existe la posibilidad de hacer erogaciones monetarias para su disposición final. A pesar de las posibilidades de recuperar valor económico de los productos devueltos, esta opción sigue siendo una práctica común en sectores como el agroalimentario, alimentos de consumo humano y el sector farmacéutico con los medicamentos, donde la variable tiempo es un factor a considerar por la caducidad de los productos.

¹⁴ Rogers, D, Larson, P. “E-commerce reverse logistics” RLEC spring 2001 meeting, Memphis, 2001.

¹⁵ Caldwell, Bruce. “Reverse Logistics”, informationweek.com, april 12, 1999

¹⁶ <http://www.genco.com/>

Los estudios del Reverse Logistics Council¹⁷ indican que, dentro de la logística de devoluciones la opción de reutilización con prácticas de reparación, refabricación o reciclaje se aplica en un 70%, las donaciones entre un 5 y 10% y la opción de eliminación supone entre un 20 a un 25% de los productos devueltos.

Las causas más comunes asociadas a la logística de devoluciones y las opciones de gestión se enumeran en la figura 5.3

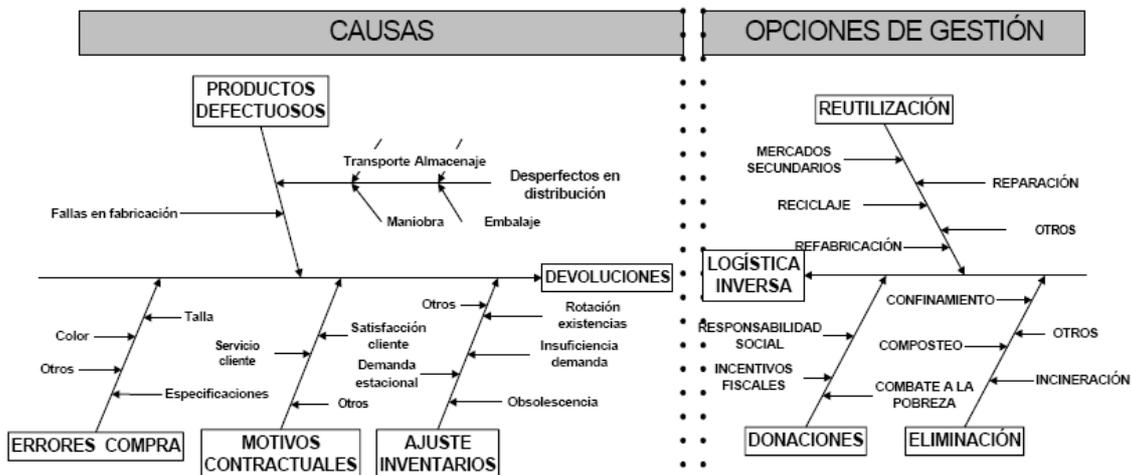


Figura 5.4 Causas de devolución de productos y opciones de gestión

Fuente: Hector Martínez Martínez, “Logística inversa: red para la recuperación de PET en tiendas de autoservicio de la zona metropolitana de la ciudad de México”, tesis maestría, UNAM, 2005, con modificaciones propias.

5.5.7 Logística de recuperación versus Logística de devolución

La característica distintiva de la logística de devoluciones, como se ha mencionado, es que presentan un carácter no deseado, asociado la mayoría de veces a la pérdida de la venta del producto devuelto. Las empresas realizan la gestión de la logística de devoluciones no sólo por motivos contractuales, sino también para no perder la venta o peor aun perder los clientes.

En cualquier caso las empresas deberán buscar minimizar el número de devoluciones a lo largo de la cadena de suministros, poniendo todos los medios a su alcance para lograrlo. Por ejemplo, controles de calidad que eliminen la incorporación de productos defectuosos a los mercados, sistemas de transporte y distribución que minimicen las mermas de las mercancías, mejoras en los proceso de empaque, embalaje y embarque, políticas de devolución más rigurosas, entre otros.

En tanto que la característica distintiva de la logística de recuperación es que aplica a productos fuera de uso que han finalizado su ciclo de vida, en este caso las empresas deberán buscar mecanismos para recuperar el valor económico de estos productos, al menos de forma parcial. A manera de resumen se presenta en la tabla 5.1 las características y las opciones de gestión existentes en la logística de devoluciones, así como en la logística de recuperación.

¹⁷ <http://www.rlec.org>

CARACTERÍSTICAS DE LA LOGÍSTICA DE DEVOLUCIONES Y LA LOGÍSTICA DE RECUPERACIÓN			
		CARACTERÍSTICAS	OPCIONES DE GESTIÓN
LOGÍSTICA INVERSA	LOGÍSTICA DEVOLUCIONES	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso no deseado • No existe venta del producto • Se busca recuperar valor parcial del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar en mercados secundarios • Eliminación • Donaciones
	LOGÍSTICA RECUPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Existe voluntad de recuperación • Responsabilidad compartida • Maximizar recuperación del valor del producto y algunos subcomponentes 	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilización • Refabricación • Reciclaje.

Tabla 5.3 Características de la logística de devoluciones y la logística de recuperación.

Fuente: Hector Martínez Martínez, “Logística inversa: red para la recuperación de PET en tiendas de autoservicio de la zona metropolitana de la ciudad de México”, tesis maestría, UNAM, 2005.

5.5.8 Administración de la logística inversa

Desde la perspectiva sistémica, la administración de la logística inversa ofrece grandes ventajas al bajar costos y optimizar el uso de los recursos; aún hay retos importantes como son una mayor coordinación y una mejor integración por parte de todos los actores involucrados en estos procesos. Un factor medular es la mejora en los flujos de información, ya que muchas empresas aún son renuentes de compartir información considerada confidencial dentro de la organización.

Otro factor relevante dentro de la administración de la logística inversa es el uso de las tecnologías de información. Las organizaciones que integren las nuevas tecnologías dentro de sus sistemas logísticos inversos lograrán un doble objetivo, integrar su sistema logístico con proveedores y clientes, al mismo tiempo que se cumplen los objetivos de reducir costos o maximizar la recuperación mediante la mejor gestión de la información del sistema.

5.5.9 Retos de la administración en la logística inversa

Al considerar la logística inversa como un sistema, los retos en su gestión se pueden agrupar de la siguiente forma:

- A) Diseñar la función de logística inversa para la ventaja competitiva estratégica.
- Diseñar un marco de referencia para construir ventajas competitivas sustentables, basado en una serie de actividades bien establecidas.
 - Vincular la función de logística inversa al tipo de producto, reconocer que cada red debe ser diseñada con diferentes objetivos basados en el tipo de productos.
 - Definir las técnicas para coordinar nuevos productos con enfoque de cadena de suministros, incluyendo diseño para la recuperación de componentes o materiales. El diseño de nuevos productos contribuye al éxito de las empresas, pero si a esto se añaden innovaciones en la cadena de suministros del nuevo producto, el éxito a mediano y largo plazo podrá asegurarse.

B) Integración y coordinación hacia el interior de la organización. Implementar una relación de colaboración hacia dentro de la organización implica:

- Organizar roles funcionales.
- Definir procesos participativos.
- Definir indicadores de desempeño y controlarlos.
- Administración de la logística inversa dentro de la organización.

C) Integración y coordinación hacia el exterior de la organización. Asociación efectiva de la logística inversa en toda la cadena de suministros para lograr:

- Definir las competencias principales en la cadena de valor.
- Definir elementos de motivación por la asociación.
- Definir la estructura de la asociación.

D) Administración de la información. Implica definir los elementos del sistema de información, las innovaciones tecnológicas que el sistema requiere (hardware y software), e incluso barreras; se deben localizar las mismas para facilitar la implementación.

E) Maximizar la recuperación de valor. El enfoque tradicional de la cadena de suministros es la minimización de costos, que implica una intensiva y frecuente revisión

de las actividades y procesos dentro de la cadena para determinar dónde hay costos factibles de reducción o eliminación. En logística inversa habría que agregar como reto de gestión, la maximización de la recuperación de valor de los productos.

5.5.10 Implicaciones estratégicas, tácticas y operativas en la logística inversa

La gestión de la logística inversa puede tener tres niveles de consideraciones estratégica, táctica y operativa; el nivel o los niveles de gestión deseados impactarán en el diseño y funcionamiento de la logística inversa dentro de la empresa o bien dentro de la cadena de suministros. Identificar el nivel de gestión deseado es de vital importancia al momento de planear¹⁸ el sistema de logística inversa, que depende en gran medida del tipo de producto(s) a recuperar o devolver. El proceso de planeación está íntimamente relacionado con las tomas de decisiones, de manera que, debe tomarse en tres niveles:

1. Decisiones estratégicas. Decisiones que tendrán un efecto a largo plazo dentro de la organización, tomadas por la alta dirección, que establecerá los objetivos y los planes enfocados principalmente al diseño de la red logística inversa que incluye definir participantes, flujos, ubicación y capacidad de las diferentes instalaciones de la logística inversa (almacenes, centros de recuperación, plantas de reutilización o recuperación, etc.).
2. Decisiones tácticas. Punto intermedio que conecta los objetivos y los planes estratégicos con la consecución de los planes operativos. Dentro de este rubro pueden incluirse la definición de los medios de transporte, la asignación de rutas (por ejemplo: desde los centros de recolección hasta los centros de almacenamiento y/o reproceso).
3. Decisiones operativas. Decisiones a corto plazo que concretan los planes estratégicos y tácticos. Incluye por ejemplo, configuración de los cargamentos (en los medios de transporte, operación de los centros de recolección.).

¹⁸ Chase, Ricard/ Jacobs Robert F. Aquilano Nicholas J. “Operations management for competitive advantage”, tenth edition, pp 362, 2004

5.6 Toma de decisiones con objetivos múltiples

Un proceso cotidiano en casi todas las actividades que realizamos los seres humanos es la toma de decisiones; el transporte urbano de mercancías no es la excepción, el resultado de los acontecimientos, más aún en los aspectos técnicos, depende básicamente de la elección realizada; dentro de cualquier programa de planeación, resulta de la mayor importancia este proceso, por lo que se concluye que el mejor desarrollo del mismo, conlleva a un mejor desempeño del planeador en la consecución de sus objetivos.



Figura: 5.5: Ejemplo de modelos sistémicos útiles para la toma de decisiones en apoyo al TUM.
Fuente: Elaboración propia.

Se entiende por toma de decisiones el proceso mediante el cual se identifica un conjunto de soluciones posibles, se estiman sus consecuencias bajo diferentes puntos de vista y se comparan éstas bajo ciertas normas mediante una función matemática para elegir la más conveniente. A las soluciones posibles se les llama también alternativas y los puntos de vista conforman los criterios. A la persona o grupo de personas encargadas de la toma de decisiones en cualquier momento del proceso se le llama decisor.

La toma de decisiones representa una serie de dificultades para el investigador, quien dada la complejidad e imposibilidad de conocer la realidad, debe de identificar y sintetizar los aspectos esenciales del sistema en estudio; es indispensable que el planeador mantenga una actitud objetiva frente al problema, de evaluar alternativas para conseguir esta meta, es necesario contar con métodos sencillos que lo apoyen a tomar una decisión de acuerdo con sus objetivos y metas, simplificando así su actividad. Existe una amplia gama de técnicas (figura 5.5), con diferentes grados de complejidad y actividad para la toma de decisiones agrupan de acuerdo a la siguiente tabla:

TÉCNICAS DE APOYO EN LA TOMA DE DECISIONES	
PROCESO DE SOLUCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Programación lineal.	Ecuaciones lineales y desigualdades.
Programación no lineal.	Ecuaciones no lineales y desigualdades.
Programación dinámica.	Decisiones secuenciales. "optimalidad"
Simulación.	Procesos dinámicos.
Programación heurística.	Cualquier situación.

Tabla 5.4 Técnicas para la mejor toma de decisiones.

Fuente: Joloma Romero Martha Estela, "La técnica ELECTRE un software en Visual Basic 4.0", Tesis de maestría, DEPMI, UNAM, 2000.

5.7 Análisis multicriterio

Para resolver cualquier problema de decisión o asignación con base en diferentes opciones y requerimientos, es necesario recurrir al análisis multicriterio. Dentro de los problemas multicriterio podemos distinguir dos grupos característicos; por un lado aquellos problemas de decisión en los que el conjunto de alternativas a considerar por parte del centro decisor es infinito; tanto en el caso monocriterio como en el multicriterio, suelen denominarse problemas continuos dado el carácter matemáticamente continuo del conjunto de soluciones factibles.

Por otra parte, se encuentran los problemas de decisión de tipo discreto, en los que el conjunto de alternativas a considerar por parte del centro decisor es finito y normalmente no muy elevado. El interés práctico de los problemas multicriterio discretos resulta evidente. Así pues existen multitud de contextos de decisión en los que un número reducido de alternativas o elecciones posibles deben evaluarse con base en varios atributos.

Para el tratamiento y el análisis apropiado del tipo de problemas señalados en segunda instancia, se han desarrollado gran número de métodos de decisión multicriterio, todos ellos de gran interés y de importante aplicación en la práctica.

En concreto nos referiremos a un amplio conjunto de métodos de decisión multicriterio agrupables bajo la denominación común de métodos de superación, pues todos ellos giran en torno del concepto teórico de las relaciones de superación, propuesto por un grupo de investigadores franceses a mediados de los años sesenta y que hoy en día goza de una amplia aceptación dentro del mundo de la decisión multicriterio discreta.

El primer representante de los métodos de superación ha sido el método ELECTRE, (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité; Eliminación y selección traduciendo la realidad) nacido de la mano del investigador Bernard Roy, quien es considerado como un verdadero maestro de toda una generación de estudiosos de la decisión multicriterio y autoridad mundialmente reconocida en este campo.

ELECTRE es una técnica flexible que proporciona resultados consistentes, es útil para jerarquizar y seleccionar un conjunto de alternativas, aun en los casos, que son la mayoría, en que las métricas no sean comparables. Es factible para hacer de una manera sencilla, un análisis de sensibilidad sobre las mismas alternativas y criterios, permitiendo así identificar la alternativa óptima para el planeador.

Existen cuatro variantes de este método, el primero fue ELECTRE I (permite diferenciar las alternativas buenas de las malas), posteriormente se mejoró con ELECTRE II (es posible ordenar las alternativas, considerando el grado de credibilidad de la supremacía de una alternativa sobre la otra), otra modificación es ELECTRE III (maneja conjuntos borrosos, afina las escalas de evaluación) y electre IV (también maneja conjuntos borrosos, se utiliza cuando no es posible jerarquizar los criterios). Para el caso de esta tesis, se utilizó el método ELECTRE I desarrollado en Microsoft Excel©, por considerar que ofrece una plataforma amistosa que se puede encontrar en cualquier organización.

Actualmente, se conocen distintas versiones implementadas con software del método ELECTRE que han ido enriqueciendo la metodología inicial, para permitir, de ese modo, ampliar notablemente el abanico de problemas a los que pudiera aplicarse. Entre los métodos más recientes aparecidos dentro de la categoría de los métodos de relaciones de superación, cabe destacar al método PROMETHEE. Su referencia pionera es Jean Pierre Brans et al. (1984) y en la actualidad también se dispone de diversas versiones implementadas con software del método, que han ido perfeccionando las ideas iniciales y ampliando la gama de problemas a ser tratados en la práctica. Jean Pierre Brans fue discípulo de Bernard Roy y continuador de los métodos de superación abriendo una nueva perspectiva en los mismos.

A partir de estos dos grandes exponentes, los métodos ELECTRE y los métodos PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations; Metodo de clasificación de preferencias para el enriquecimiento de las evaluaciones), han aparecido un gran número de variantes y de métodos conexos, propuestos y aplicados principalmente por estudiosos y profesionales europeos. Por ello, es frecuente encontrarse con la denominación de “Escuela Europea de la Decisión Multicriterio” (que hasta hace muy pocos años era reconocida como la escuela Franco-Belga), en contraposición a la escuela americana, más orientada hacia los métodos de la utilidad multiatributo.

Todos estos métodos discretos se caracterizan porque: Son métodos de sobreclasificación.

5.7.1 Fundamentos básicos de los métodos de sobreclasificación

Son teóricamente menos sólidos pero más fáciles de aplicar a problemas reales. Tienen un número reducido de alternativas o de elecciones posibles que deben ser evaluadas en base a varios atributos o criterios.

La alternativa A sobreclasifica a la alternativa B (o la alternativa A es preferible a la alternativa B), cuando A es igual o superior a B en una mayoría de criterios y cuando en los restantes criterios la diferencia de puntuación no es demasiado importante.

La sobreclasificación se establece en base a dos conceptos: concordancia y discordancia:

La concordancia cuantifica hasta qué punto, para un elevado número de atributos, la alternativa A es más preferida que la alternativa B.

La discordancia cuantifica hasta qué punto no existe ningún atributo para el que B sea mucho mejor que A.

5.8 La necesidad de evaluación de las tecnologías aplicadas al TUM

La constante búsqueda de mejora en la operación logística conduce a muchas compañías a la búsqueda de soluciones, intentando ordenar y sistematizar sus procesos; a través de su departamento de planeación trabajan para elegir cierta tecnología, ya sea para adquisición de un nuevo sistema o para evaluar una tecnología existente y/o en servicio. Una vez implementada la tecnología permite al personal de la empresa administrar los vehículos, simular distintos escenarios, registrar bitácoras detalladas con datos confiables y obtener información en tiempo real.

La implantación de herramientas en una empresa lleva un proceso de evolución y redefinición en sus procesos. Su ciclo de vida consiste en varias etapas empezando por la fase en la que se decide implementar un sistema. Le sigue el proceso de aceptación, es decidir qué producto se implementará y qué empresa llevará adelante el proyecto. Una vez seleccionados comienza la fase de implantación en la que se evaluará el sistema; para esta fase la consultora (recomendada) que lleva el proyecto propone una metodología de trabajo con base en su experiencia en implantaciones y entrenamiento.

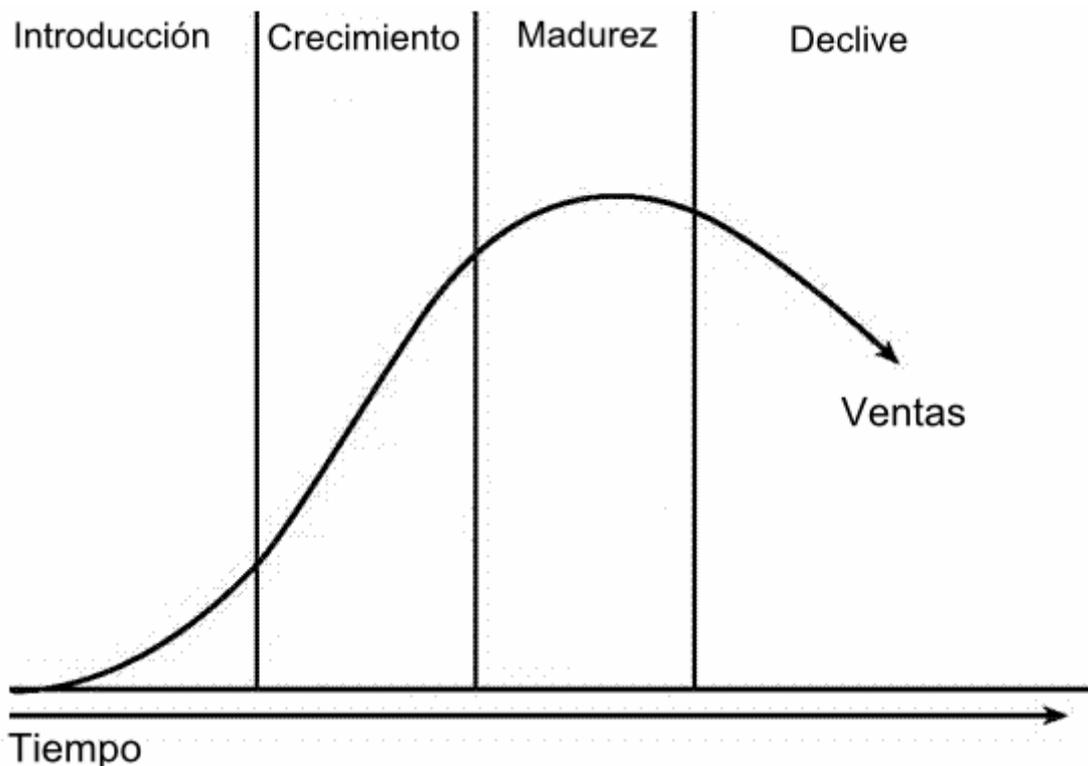


Figura 5.6: Ciclo de vida del producto
Fuente: Notas del Seminario de Transporte Urbano de Mercancías, 2006

Posteriormente le sigue la etapa de uso y mantenimiento del sistema, y finalmente se retira o se realiza una renovación tecnológica del producto, cuando se considera que debe ser reemplazado por otra tecnología o que los requerimientos que le da a los procesos del negocio ya no son los adecuados.

La importancia del impacto de cualquier tecnología en los procesos cotidianos de la organización y la inversión que la misma debe hacer en términos económicos, hacen que el proceso de selección de la herramienta sea un tema delicado. Se debe tener en cuenta también que no es una tarea que se haga frecuentemente y que se espera un determinado retorno de la inversión en términos monetarios, costo-beneficio y de tiempo de uso.

Con esta metodología se intenta organizar y orientar el proceso de selección tecnológica aplicada a vehículos de distribución y recolección urbana, donde cualquier empresa pueda escoger el sistema que mejor cumpla sus necesidades básicas, sin favorecer alguna marca o tipo de tecnología en específico, sino apoyándose en argumentos no sólo de tipo económico; encontrando el producto adecuado en el mercado, evaluando aspectos funcionales, técnicos, de capacitación, y mantenimiento; así también, auxiliándose durante el proceso de selección de la empresa asignada a la puesta en marcha de algún sistema, soportado en la planificación general del proyecto y la puesta en marcha del mismo.

5.9 Diagnostico inicial

Después de conocer toda la logística de operación de la organización, se realizo una primera etapa de análisis cuyos resultados se resumen en la siguiente matriz FODA.

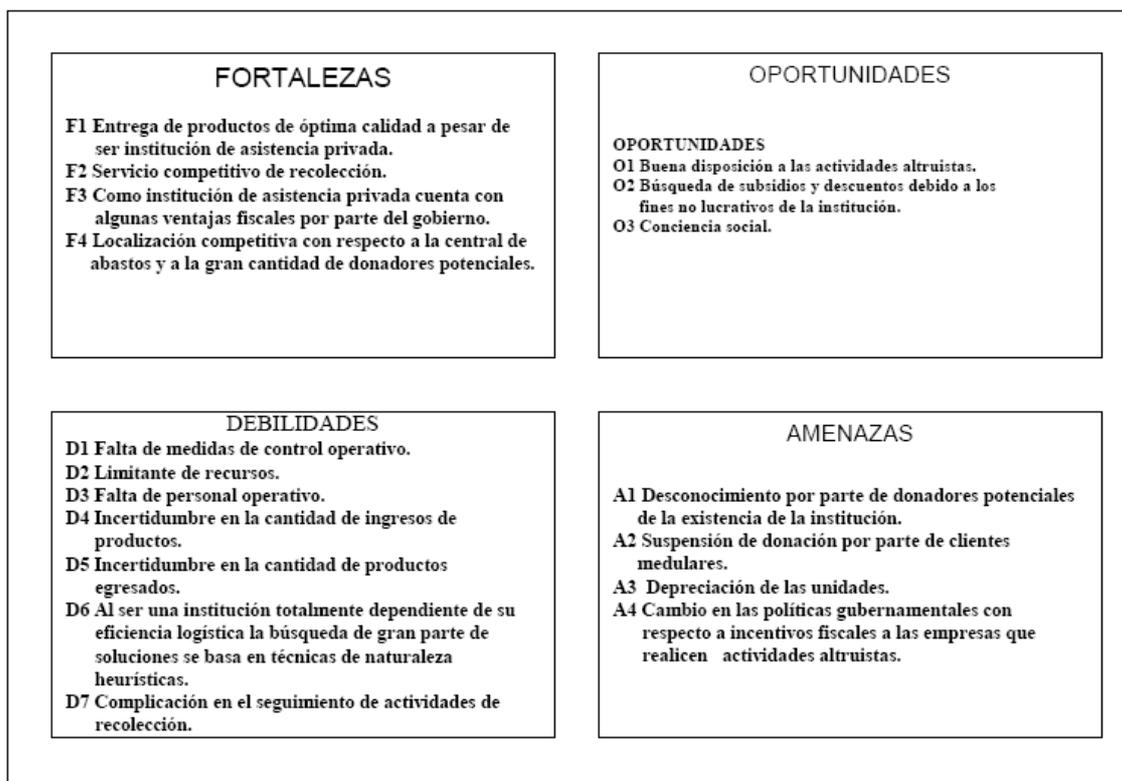


Figura 5.7: Matriz FODA

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se analizó las relaciones entre los diferentes criterios; para revisar el

funcionamiento de la organización tanto como es percibida al interior como al exterior, como se observa en la tabla 5.5.

F O D A		RELACIÓN ENTRE CRITERIOS													
		ANÁLISIS INTERNO													
		Fortalezas				Debilidades									
A E N X Á T E R N O I S I S	O p o r t u n i d a d e s		F1	F2	F3	F4	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
		O1	X		X	X	X						X		
		O2		X	X	X			X	X					
		O3			X	X							X		
A m e n a z a s	A1		X	X							X				
	A2	X	X	X				X	X	X					
	A3		X									X	X		
	A4			X						X					

Tabla 5.5: Análisis de relación entre criterios con la matriz FODA.
Fuente: Elaboración propia.

En general, se observa que el mayor problema dentro de la institución son las áreas operativas relacionadas con aspectos logísticos: almacén, inventarios tanto de ingresos como de egresos, el área de recolección de tiendas y el control de vehículos. No resulta factible el trabajar con voluntarios porque se requiere personal profesional y dedicado tiempo completo; en las diferentes áreas.

La solución que más resulte conveniente debe de impactar a la organización de la forma profunda, es decir, alguna tecnología que no sea sólo una solución aislada a un problema específico, sino que además brinde integración entre otros departamentos.

F O D A		RELACIÓN ENTRE CRITERIOS												
		ANÁLISIS INTERNO												
		Fortalezas				Debilidades								
A E N X Á T L E I R S I O S	O p o r t u n i d a d e s	F1	F2	F3	F4	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	
		O1	Estrategias Agresivas				Estrategias Adaptativas							
		O2	-Trabajar solo con voluntarios. -Capacitación constante de personal.				-Recibir donaciones por parte hacienda y del gobierno. -Firmar convenios con donadores (asesoria). -Firmar convenios con Universidades.							
	O3													
	A m e n a z a s	A 1 A 2 A 3 A 4	Estrategias Preventivas				Estrategias Contingentes							
A1	-Mejora operativa urgente.				-Campaña de publicidad en medios									
A2	-Aplicación de tecnologías de la información.				-Firma de convenios de colaboración con otras instituciones de asistencia privada.									
A3	-Planes de Mantenimiento de vehículos -Control de mercancías. -Control de almacén.													
A4	-Control de inventario.													

Tabla 5.6: Análisis de estrategias con la matriz FODA.

Fuente: Elaboración Propia.

Por último se analizaron las alternativas y se definieron las estrategias (tabla 5.6) más factibles de aplicar dentro de la organización. El diagnóstico clarifica que parte de los activos más importantes en este proceso son los vehículos; por el rol medular que desempeñan, junto con personal operativo, es decir los operadores de las unidades; al mejorar las rutas de distribución, el mantenimiento de los vehículos y la operación logística en esta parte del proceso generará mejoras a corto, mediano y largo plazo; así como ahorros importantes en tiempos del proceso y en recursos.



Figura 5.8: Diagnostico de la problemática.
Fuente: Elaboración propia.

5.10 Aplicación de la metodología Electre

Basado en la necesidad de soluciones operativas para la institución; después de un análisis de la tecnología disponible en el mercado, con aplicaciones al transporte urbano de mercancías en un proceso de logística inversa se eligieron como alternativas viables de implementar; las que se enumeran en la tabla 5.5, incluyendo como primer alternativa, la continuidad en el proceso, sin modificación; con esto se pretende demostrar el riesgo potencial por costo de oportunidad al mismo tiempo de reforzar la necesidad de realizar cambios en los procesos logísticos, mediante la aplicación eficiente de tecnologías para el transporte, bajo un enfoque sistémico lo que genera un autentico Sistema Inteligente de Transporte (ITS).

PROBLEMA: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS APLICADAS AL TUM	
Alternativas	
a ₁	Seguir operando de la misma forma
a ₂	Implementación de sistemas de posicionamiento global (GPS), y de sistemas de información geográfica (SIG)
a ₃	Implementación de lectores de códigos de barras 2D y etiquetadotas
a ₄	Implementación de tarjetas de consumo de combustible
a ₅	Implementación de software de administración de flotillas
a ₆	Implementación de dispositivos PDA (asistente digital personal)

Tabla 5.7: Alternativas tecnológicas para el TUM
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la alternativa uno consiste en seguir operando los vehículos de la misma forma, aunque esto no es factible, ayudará a contrastar de mejor manera el análisis. Otra observación a señalar es que en la alternativa número dos se enlistan un par de soluciones a la vez; esto es debido a que un sistema de posicionamiento global requiere una plataforma de algún sistema de información geográfica para que pueda operar, es decir, son complementarios.

Los criterios a considerar en la evaluación se enlistan en la siguiente tabla:

CRITERIOS	
C ₁	Costo
C ₂	Escalabilidad
C ₃	Requerimientos
C ₄	Durabilidad
C ₅	Obsolescencia
C ₆	Mejora Operativa

Tabla 5.8: Criterios considerados en la evaluación
Fuente: Elaboración propia

La justificación de los criterios se consideró en base a necesidades de la institución (es importante recordar que el análisis es causístico y dependerá del planeador ajustar los criterios convenientes).

- Costo.- La inversión inicial se debe justificar tomando en cuenta que quien invierte no siempre es una compañía grande; con la reducción de costos en estas tecnologías, muchas pequeñas y medianas empresas comienzan a migrar a soluciones de última tecnología.
- Escalabilidad.- Debido a que los ciclos tecnológicos son cada vez más cortos, es muy importante que el equipo que se elija ofrezca opciones de escalabilidad con actualizaciones que le den plusvalía a la inversión.
- Requerimientos.- Cualquier mejora en la operación de la organización tiene ciertos requerimientos, lo ideal es que después de analizar con lo que cuenta la compañía, éstos sean mínimos; por ejemplo: si se cuenta con una red local, servicios de telefonía móvil, equipo de cómputo actualizado, etc.
- Durabilidad.- Toda inversión tiene su retorno de inversión en cierto intervalo de tiempo, el cual se puede medir en meses o años dependiendo la magnitud del proyecto; en cualquier inversión se busca que los beneficios se extiendan el mayor periodo posible. En lo que respecta al equipamiento, se busca que cumpla con normas y estándares internacionales, lo cual garantiza su larga duración.
- Obsolescencia.- El miedo de cualquier compañía está en invertir en tecnología costosa y que en corto tiempo puede convertirse en un elefante blanco, lo cual genere un costo de activos, en lugar de agregar valor a los procesos de transportación.

- Mejora operativa.- Lo esencial para lo cual se busca las tecnologías de información aplicadas al proceso de transportación, es la integración e interoperabilidad con los otros departamentos íntimamente relacionados con la recolección y la distribución, como son: almacén e inventarios, por nombrar sólo algunos. El mejor monitoreo en la operación deriva en indicadores del desempeño, más confiables para la organización.

Las escalas de evaluación, al igual que los criterios, se eligieron de la forma que se menciona en el apartado del procedimiento dentro de este mismo capítulo.

ESCALAS PARA LA EVALUACIÓN	
Criterios	Escalas
c₁	1 a 50
c₂	10 a 40
c₃	Bajo (B=5); Medio (M=10); Alto (A=15)
c₄	0 a 10
c₅	Alta 10; media 20; baja 30
c₆	Baja (B=5); Media (M=10); Alta (A=15)

Tabla 5.9: Escalas consideradas para los criterios de evaluación.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidos todos los criterios y sus respectivas escalas de evaluación se procede al llenado de la matriz decisional.

EVALUACIONES						
	c₁	c₂	c₃	c₄	c₅	c₆
a₁	49	5	5	1	10	5
a₂	45	30	10	8	20	15
a₃	30	35	5	7	20	15
a₄	30	20	5	6	20	10
a₅	25	15	5	9	20	10
a₆	45	20	10	9	20	15

Tabla 5.10: Matriz decisional.
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para poder iterar se requiere del vector de pesos para el cual se asignaron los siguientes valores:

Criterios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	Total
Pesos	25	20	10	10	10	25	Σ = 100

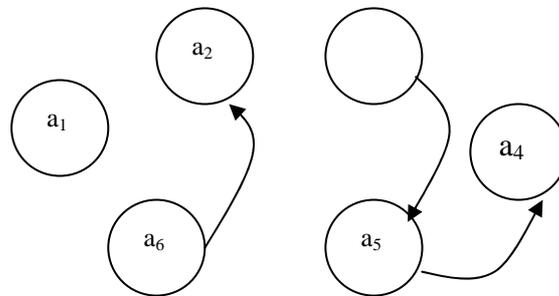
Utilizando el programa Microsoft Excel ©, se obtienen las respectivas matrices de concordancia y discordancia:

Matriz de concordancias						
	a₁	A₂	a₃	a₄	a₅	a₆
A₁	-	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
A₂	0.25	-	0.55	0.1	0.2	0.8
A₃	0.35	0.8	-	0.45	0.3	0.8
A₄	0.35	1	1	-	0.55	1
A₅	0.35	0.9	0.9	0.9	-	1
A₆	0.25	0.9	0.55	0.3	0.2	-

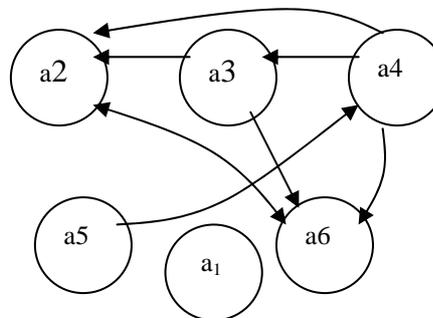
Matriz de discordancias						
	A₁	A₂	A₃	a₄	a₅	a₆
A₁	-	0.5102	0.6122	0.3061	0.2041	0.3061
A₂	0.0816	-	0.1020	0.0000	0.0204	0.0204
A₃	0.3878	0.3061	-	0.0000	0.0408	0.3061
A₄	0.3878	0.3061	0.3061	-	0.0612	0.3061
A₅	0.4898	0.4082	0.4082	0.1020	-	0.4082
A₆	0.0816	0.2041	0.3061	0.0000	0.0000	-

Después del cálculo de las matrices concordante y discordante, se realiza un análisis de sensibilidad con tres escenarios en diferentes niveles de concordancia (p) y discordancia (q), lo cual brinda una mejor información para sustentar una elección en particular; procediendo a realizar el Kernel respectivo.

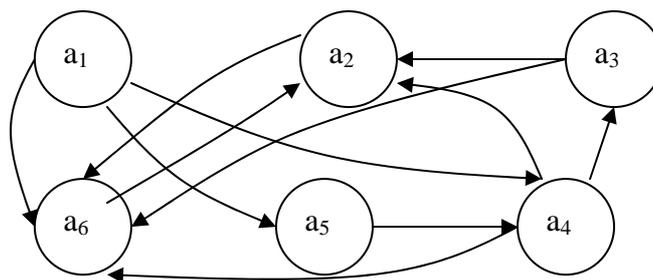
G₁ (0.90, 0.30)						
	a₁	A₂	a₃	a₄	a₅	a₆
a₁	-	0	0	0	0	0
a₂	0	-	0	0	0	0
a₃	0	0	-	0	1	0
a₄	0	0	0	-	0	0
a₅	0	0	0	1	-	0
a₆	0	1	0	0	0	-



G₂ (0.80, 0.35)						
	a₁	A₂	a₃	a₄	a₅	a₆
a₁	-	0	0	0	0	0
a₂	0	-	0	0	0	1
a₃	0	1	-	0	0	1
a₄	0	1	1	-	0	1
a₅	0	0	0	1	-	0
a₆	0	1	0	0	0	-



G ₃ (0.70, 0.40)						
	a ₁	A ₂	a ₃	a ₄	a ₅	a ₆
a ₁	-	0	0	1	1	1
a ₂	0	-	0	0	0	1
a ₃	0	1	-	0	0	1
a ₄	0	1	1	-	0	1
a ₅	0	0	0	1	-	0
a ₆	0	1	0	0	0	-



Una vez realizadas las iteraciones, son notorias la existencia de redundancia entre las alternativas dos (a₂: Implementación de GPS y GIS) y la número seis (a₆: Implementación de dispositivos PDA) esto se debe a que sus evaluaciones son muy similares. En caso de empate estos se pueden romper arbitrariamente según considere el tomador de decisiones. (Realizando un análisis de sensibilidad con un nivel de concordancia mayor se comprueba quien domina más).

Las alternativas quedan clasificadas en la siguiente forma:

JERARQUIZACIÓN DE ALTERNATIVAS				
VALORES		No ALTERNATIVAS		JERARQUIZACIÓN
p	q	DOMINA	ES DOMINADA	
0.90	0.30	a ₃ (1) a ₅ (1) a ₆ (1)	a ₂ (1) a ₄ (1) a ₅ (1)	a ₃
0.80	0.35	a ₂ (1) a ₃ (2) a ₄ (3) a ₅ (1) a ₆ (1)	a ₂ (3) a ₃ (1) a ₄ (1) a ₆ (3)	a ₄ a ₁ a ₅
0.70	0.40	a ₁ (3) a ₂ (1) a ₃ (2) a ₄ (3) a ₅ (1) a ₆ (1)	a ₂ (3) a ₃ (1) a ₄ (2) a ₅ (1) a ₆ (4)	a ₆ a ₂

Tabla 5.11: Tabla resumen de alternativas.

Fuente: Elaboración propia.

5.11 Conclusiones sobre el estudio de caso

Después de realizar el análisis con ELECTRE la tecnología más adecuada y recomendable para la institución, consiste en implementar, lectores de códigos de barras en 2D y etiquetadoras, los cuales integrarán varios procesos e incrementarán su eficiencia y conexión dentro de la cadena además no será una solución aislada; como se concluyo en el diagnostico inicial. Aunque se debe ser más analítico para notar que la

búsqueda de soluciones integradoras llevará a que con el tiempo esta solución sólo sea parcial, si bien con oportunidad de combinarse con otras para mejorar la operatividad de las rutas.

Otro aspecto a destacar son la opción número dos (a_2 : Implementación de GPS y GIS) y la número seis (a_6 : Implementación de dispositivos PDA) que son combinaciones de varias tecnologías a la vez, por lo cual, teóricamente no resultan atractivas debido a su alto costo inicial de implementación; sin embargo estas tecnologías incluyen algunas de las otras, por ejemplo: un dispositivo PDA que incluye localizador satelital, dispositivos inalámbricos que lo hacen más robusto y altamente compatible con otras tecnologías y su impacto no sólo se hace notorio en aspectos de transporte, además mejora la operación en almacén e inventarios, un costo inferior al de todas las otras alternativas, cuya suma sería mayor.

5.12 Recomendaciones sobre el estudio de caso

Las operaciones de logística inversa tienen una dinámica muy particular en el aspecto de manejo de materiales; la unitarización de la carga sería una oportunidad de mejorar la operación y reducir tiempos de consolidación y desconsolidación de la carga: Las tecnologías de código de barras en 2D permiten impactar todo el flujo dentro de esta cadena suministro. Día a día se comprueba la importancia de la información para incrementar eficiencia en todos los procesos de transportación; pero no de una manera aislada; la tendencia indica que los sistemas integradores (mercancía-vehículo-inventario-almacén) llegarán a ser básicos para cualquier negocio o empresa que aspire a ser competitiva, además que los precios en estos equipos siguen descendiendo, lo cual es un buen principio para su difusión e integración masiva.

Otro factor recomendable es buscar la unificación de la flota de carga en modelos similares con motor a diesel para abatir costos de mantenimiento e incrementar el ahorro de combustible. Por último quiero hacer notar que en un futuro no muy lejano se dará (ya se está llevando a cabo) una reconversión tecnológica en motores y combustibles que es importante que las compañías estén preparadas para afrontar todo lo que esto implique.

Conclusiones

La aplicación de tecnología ITS implica una inversión considerable para su puesta en marcha; por lo que la elección de la tecnología más adecuada es medular; sin embargo, es importante resaltar que dicha inversión no es excesivamente alta en comparación con los costos de operación y mantenimiento de los sistemas actuales o el alto costo de perder competitividad ante los competidores. Adicionalmente, con base en estudios beneficio-costo o retorno de la inversión de sistemas monitoreados en su desempeño se podría comprobar la conveniencia de utilizar estas tecnologías.

Es importante señalar también, que aún cuando existen beneficios inmediatos para el uso de tecnología ITS, es en el mediano y largo plazos cuando se podrán valorar las decisiones de aplicación de ITS. Es trascendental realizar trabajos de monitoreo para documentar la mayor cantidad de sistemas tecnológicos en uso; aplicados al proceso de transportación en todas sus modalidades.

Las flotillas de carga de las empresas requieren un buen sistema de información en línea para viajeros que les permita optimizar al máximo sus servicios ofrecidos, para ser más competitivas y elevar su productividad, en una ciudad que demanda más eficiencia en los servicios de carga para reducir los impactos que estos le generan.

Así como estas tecnologías plantean un nuevo paradigma para el diseño y operación de los sistemas de transporte, de igual manera es necesario conocer y comprender nuevos esquemas y parámetros de evaluación de proyectos, coherentes a estas nuevas necesidades.

En México la tecnología ITS ha comenzado a aplicarse mediante diferentes dispositivos tecnológicos en determinados sistemas; por ejemplo: algunos sistemas de semaforología en las Ciudades de México, León y Guadalajara; el uso de tarjetas para el pago electrónico de peaje (sistema IAVE) desde 1992, en carreteras operadas por CAPUFE, próximamente se actualizará de acuerdo a su programa de modernización, diversificando sus servicios y operaciones para los transportistas; la instalación de dispositivos para cruces prioritarios en transporte colectivo (Tren Ligero) en la Ciudad de México; el sistema integral de transporte metropolitano en Monterrey, (SINTRAM) pantallas de señalización dinámica (en la Autopista del Sol y principales vialidades de la Ciudad de México), el uso de localizadores satelitales (GPS) en algunas flotas de transportistas privados, además de la aplicación de sistemas digitalizados para la navegación (GIS) y el prototipo NATAP (ITS fronterizos) de aduanas para la agilización de cruces fronterizos.

La falta de incentivos por parte de las autoridades hacía los usuarios particulares que han logrado implementar un sistema ITS, han limitado la eficiencia y la eficacia, lo cual ha creado escepticismo y desconfianza por estas tecnologías; conjuntamente de no aceptar las medidas de control operativo que ofrecen los ITS (Enforcement), la implementación global de los ITS requerirá un cambio del paradigma hasta ahora conocido en el transporte en nuestra ciudad (y en nuestro país)

La aplicación de esta tecnología conlleva a revisar y adecuar los aspectos legislativos, jurídicos (incluso crear nuevos), normativos y socioculturales, necesarios para su correcta selección, implementación, gestión y control. La puesta en marcha de estos sistemas por parte de los usuarios particulares fomentara el desarrollo de todo el sector; desde un punto de vista de planeación un enfoque paso a paso que permita la implantación de estos sistemas, su regulación, la creación de leyes y normas, e instituciones que los controlen lo que permitiría la actualización y coordinación entre sistemas para conservar su utilidad con el paso del tiempo y llegar así a un desarrollo real de la plataforma ITS para México que es urgente desarrollar.

El método ELECTRE es una técnica heurística confiable que asiste a los tomadores de decisiones permitiendo comparar varias soluciones, por pares a la vez, jerarquizando el conjunto de alternativas y considerando los factores objetivos y subjetivos del problema a pesar de que las escalas no sean comparables entre si mostrando las bondades de la técnica por si misma. Al utilizar este método en aplicaciones de selección tecnológica para los sistemas de transportación se corrobora su utilidad y vigencia; es importante señalar que durante el proceso de ponderación de las alternativas lo primordial para que el modelo funcione es que los criterios estén claramente definidos para evitar inconsistencias en la evaluación y poder pronunciar recomendaciones confiables, con bases firmes. La versatilidad de la técnica ELECTRE permite que tenga un alto grado de sensibilidad la cual permite construir una gran diversidad de escenarios, agregar o quitar criterios y/o alternativas para adecuar a las necesidades específicas de las empresas de transporte que persiguen diferentes objetivos o que simplemente están en nichos de mercado distintos.

En el último cuarto del siglo veinte la informática y la computación modificaron diversos sistemas, entre ellos los de transporte; durante la última década del segundo milenio surgieron y se desarrollaron los sistemas inteligentes de transporte en los países más industrializados; ¿hasta donde llegará México utilizando esta tecnología para desarrollar sus modos de transporte? y primordialmente, ¿hasta donde llegará nuestro país en la aplicación de ITS para mejorar la operación de los transportes de carga y reducir los impactos que estos generan en la ciudad?

Es importante señalar la evolución que la logística de distribución urbana ha sufrido en años recientes en aspectos como: el urbanismo (facilidades de carga/descarga, diseño de infraestructura especializada) los métodos de producción (producción justo a tiempo con sus procedimientos de jalar en toda la cadena de suministros) los métodos de comercialización (e-commerce); los sistemas integradores (mercancía-vehículo-inventario-almacén) llegarán a ser básicos para cualquier negocio o empresa que aspire a ser competitiva, los flujos de información en tiempo real en ambos sentidos de las cadenas de suministros; las ventanas de atención para distribución o recolección a través de Internet para vialidades restringidas en el kilómetro final, los vehículos altamente especializados a su nicho de mercado, que todos enlazados con los ITS generan las “ciudades logísticas” que hacen de cualquier centro urbano un mejor lugar para cohabitar.

Otra aplicación de gran utilidad al aplicar una metodología como ésta, es que nos muestra una tendencia tecnológica y nos puede dar el orden de implementación de varios proyectos útiles, pero que por limitaciones presupuestales es difícil de lograr; así

el tomador de decisiones tendrá herramientas para asignar proyectos y solo le resta plantear un horizonte de tiempo para su puesta en marcha.

Las aportaciones resultantes en la elaboración de esta tesis son el de mostrar que las tecnologías son un principio útil para agregar valor, no costo, al proceso de distribución y recolección de las empresas y que las nuevas tendencias de negocios dedicados a transporte de carga deberían comprender los aspectos sistémicos para el mayor beneficio de las tecnologías, impactando en costos logísticos y beneficios tangibles al cliente. La logística no es una moda; es una evolución irreversible, las buenas prácticas generan ventajas competitivas (valor agregado) frente a los competidores y son la clave para sobrevivir en el mercado.

Como extensión de este trabajo se recomienda desarrollar metodologías similares aplicables a la de adquisición tecnológica ITS en otros modos de transporte, y a la búsqueda de proyectos que tengan un mayor alcance con otros departamentos (almacén e inventarios), con el propósito de integrar y mejorar la gestión de la cadena de suministros con aplicaciones tecnológicas. Lo que generaría mayor valor agregado debido a una mejor gestión en cada eslabón de la cadena, culminando en mejores prácticas de negocio, mejor servicio al cliente, reducción de tiempos y costos, así como en mayores utilidades para la empresa.

Anexos

I.- Aspectos teóricos del método ELECTRE

Sean:

A_1, A_2, \dots, A_n	Posibles soluciones o alternativas.
C_1, C_2, \dots, C_m	Criterios de evaluación.
W_1, W_2, \dots, W_m	Peso específico de cada uno de los criterios; mide la importancia relativa de cada criterio.
e_1, e_2, \dots, e_{mn}	Elementos de la matriz de alternativas y criterios.
$MC = mc (A_i, A_j)$	Matriz de concordancia.
$MD = md (A_i, A_j)$	Matriz de discordancia.
P	Parámetro o nivel de concordancia.
Q	Parámetro o nivel de discordancia.

Procedimiento

I. Definir las posibles soluciones o alternativas (A_1, A_2, \dots, A_n); éstas deben conformar un conjunto definido claramente, estar bien diferenciadas y permanecer estables durante la etapa actual del proceso de decisión.

II. Especificar los criterios de evaluación (C_1, C_2, \dots, C_m), los cuales deben ser mutuamente excluyentes y exhaustivos; así mismo, es necesario definir las métricas correspondientes. La elección de la escala depende de cada problema específico; esta puede ser de naturaleza cualitativa (escala subjetiva, por ejemplo: excelente, bueno, regular, malo, pésimo) o de naturaleza cuantitativa (escala objetiva, por ejemplo: cuantificar de 1 a 100); incluso es posible se requieran diferentes rangos de medición para los criterios de medición.

III. Determinar el peso específico para cada uno de los criterios (W_1, W_2, \dots, W_m); dada la asignación de pesos a los criterios traduce el sistema de valores del planeador; se debe ser muy objetivo en esta fase, para evitar un posible sesgo, además de la opinión del decisor, se podría utilizar la consulta de expertos o alguna otra técnica para definirlos.

IV. Construir la matriz de alternativas - criterios (e_1, e_2, \dots, e_{mn}); esta matriz la conforman las evaluaciones de cada solución bajo los diferentes criterios, las evaluaciones constituyen una estimación de la medida en que cada alternativa satisface un criterio dado. Estas se pueden obtener de estudios previos o bien de opinión de expertos.

V. Construir una matriz de concordancia $MC = mc (A_i, A_j)$. Esta matriz expresa qué tanto acuerdo hubo en las evaluaciones de las alternativas con base en los criterios, comparando siempre dos soluciones a la vez.

Regla de preferencia.- Para dos alternativas A_k y A_i que son evaluadas por medio de criterio C_j , preferimos la alternativa A_k sobre la A_i si y solo si:

$e_{kj} (A_k) \geq e_{ij} (A_i)$; esto significa que A_k es al menos tan buena como A_i según el criterio C_j

Sea Π_{kl} un parámetro de impacto, donde:

$$\Pi_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{si } e_{kj} \geq e_{ij} \\ 0 & \text{si } e_{kj} < e_{ij} \end{cases}$$

Entonces la matriz de concordancia (MC definida como la importancia relativa de los criterios en que $A_k \geq A_i$) se construye con los índices:

$$mc(A_i, A_j) = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_{kl} * W_j}{\sum_{j=1}^n W_j}$$

VI. Construir la matriz de discordancia (MD = $md(A_i, A_j)$) Esta matriz expresa que tanto desacuerdo hubo en las evaluaciones de las alternativas según cada criterio.

Regla de discordancia.- se define como mayor rango relativo que no está de acuerdo con la hipótesis de que A_k es preferida a A_i cuando $\Pi_{kl} = 0$

Sean d = rango máximo de las escalas de evaluación

$\text{Max}(e_{ij} - e_{kj})$ = Máximo intervalo en que $e_{kj} (A_k) < e_{ij} (A_i)$,

Donde $j = 1, \dots, m; k \neq j$

Entonces, la matriz de discordancia se construye con los índices

$$md(A_k, A_i) = \frac{\max(e_{ij} - e_{kj})}{d}$$

VII. Relación de sobreordenación o sobreclasificación. El concepto de ordenación debe tener en cuenta las evaluaciones correspondientes a todos los criterios, para lo cual se utilizan los índices de concordancia y discordancia.

Regla de sobreordenación o de sobreclasificación.- Se dice que un elemento A_k sobreordenada a A_i si cumple con los siguientes requerimientos:

- Exista un indicador de mayoría de criterios pares los cuales se puede afirmar A_k es al menos tan bueno como A_i (índice de discordancia)
- Ningún criterio en desacuerdo con esta mayoría muestra una superioridad demasiado fuerte que A_i es mejor que A_k (índice de discordancia)

Sean: P = Parámetro de concordancia
 Q = Parámetro de discordancia

Entonces, una alternativa A_k sobreordenada A_i si existen $P, Q \in [0,1]$ tal que:

$$\begin{aligned} mc(A_k, A_i) &\geq P \\ md(A_k, A_i) &< Q \end{aligned}$$

Donde P y Q son definidos arbitrariamente en $[0,1]$. En general se maneja que el umbral de concordancia de P varíe de 0.5 a 1, siendo más severo en su aproximación a uno; y que el umbral de discordancia de Q varié de 0.5 a 0, siendo más severo cuando se aproxima a cero. Un perfecto resultado para la concordancia es uno, y un fatal resultado para la discordancia es cero.

A_k^* es la mejor opción, si dados los números $P, Q \in [0,1]$ sucede que:

- Ninguna opción domina a A_k^*
- Las alternativas restantes, son sobreordenadas por otra.

VIII. Contabilizar el número de veces que cada alternativa es sobreordenada por otra y la cantidad de veces que cada alternativa domina a otra, obteniendo así la jerarquización completa. Se recomienda realizar a continuación un análisis de sensibilidad.

IX. Si asignamos diferentes valores a los parámetros de concordancia y discordancia, y repetimos el proceso previo para cada par, obtenemos un análisis de sensibilidad, es decir observaremos los valores de las relaciones binarias de sobreclasificación ante cambios en los parámetros P y Q .

X. Una vez obtenidas las matrices y sus iteraciones con los diferentes índices P y Q se procede a realizar el grafo ELECTRE denominado Kernel, el cual se obtiene de la matriz agregada. En el Kernel se representan, para cada criterio, las relaciones de dominación. Cada vértice representa una de las alternativas o elecciones no dominadas.

Del vértice i al vértice k se traza un arco, si y sólo si el correspondiente elemento de la matriz de dominancia agregada es uno.

Si existe un arco orientado de A hacia B , (figura 1) esto significa que: “Cualquiera que sea el criterio, la alternativa A es superior a la alternativa B , es decir, A domina a B ”.

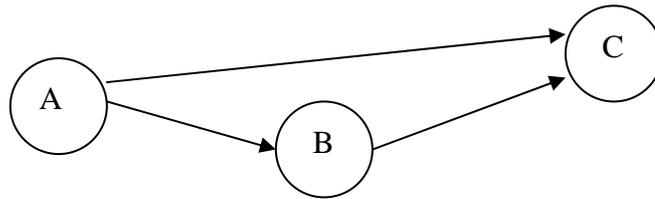


Figura 1: Ejemplo de Kernel.
Fuente: Elaboración propia.

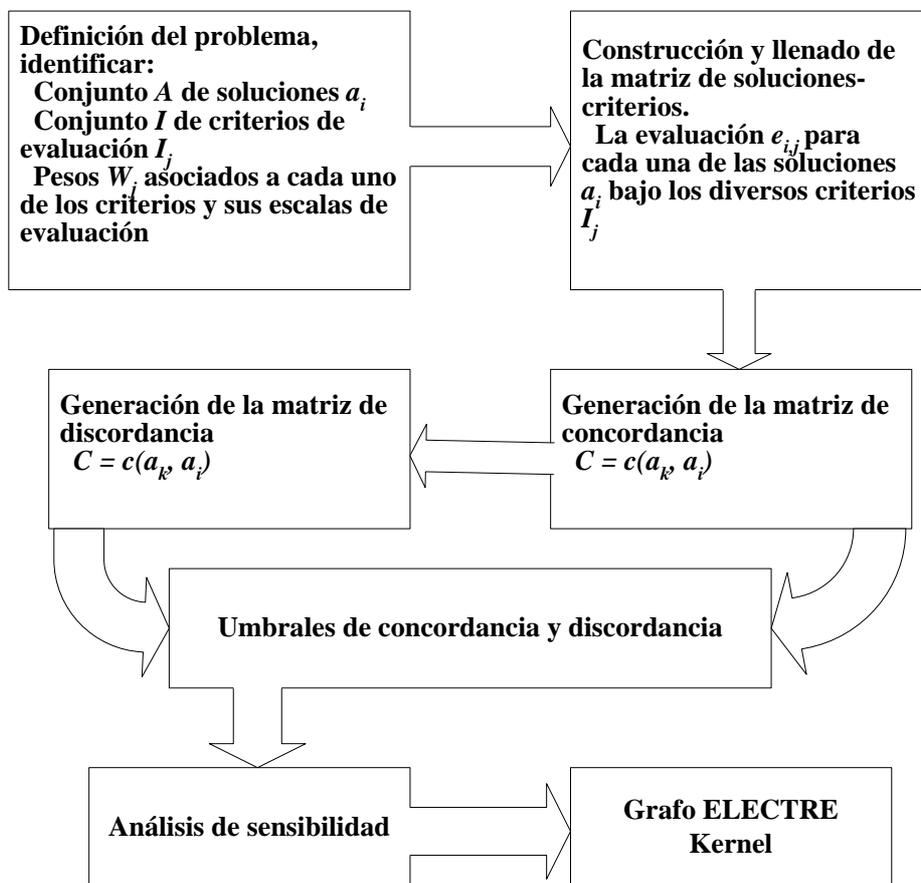


Figura 2 Diagrama de flujo metodología ELECTRE
Fuente: Elaboración propia.

II.- Algoritmo ELECTRE en Microsoft Excel ©

Problema:	SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS APLICADAS AL TUM
-----------	---

Alternativas	
a₁	SEGUIR OPERANDO DE LA MISMA FORMA
a₂	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE LOCALIZACIÓN GLOBAL "GPS" y "SIG"
a₃	IMPLEMENTACIÓN DE ETIQUETADORAS Y LECTORES DE CODIGOS DE BARRAS 2D
a₄	IMPLEMENTACIÓN DE TARJETAS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE
a₅	IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE DE ADMINISTRACIÓN DE FLOTILLAS
a₆	IMPLEMENTACIÓN DE PDA

Criterios		Pesos
C₁	Costo	25
C₂	Escalabilidad	20
C₃	Requerimientos	10
C₄	Durabilidad	10
C₅	Obsolescencia	10
C₆	Mejora operativa	25

100

Criterios	Escalas
c₁	1 a 50
c₂	10 a 40
c₃	Bajo (B=5) – Medio (M=10) - Alto (A=15)
c₄	1A 10
c₅	Alta 10 media 20 baja 30
c₆	Baja (B=5) – Media (M=10) – Alta (A=15)

Evaluaciones						
	C₁	C₂		C₄	C₅	C₆
a₁	49	5	5	1	10	5
a₂	45	30	10	8	20	15
a₃	30	35	5	7	20	15
a₄	30	20	5	6	20	10
a₅	25	15	5	9	20	10
a₆	45	20	10	9	20	15

<i>Matriz de concordancias</i>						
	a₁	a₂	a₃	a₄	A₅	a₆
a₁	-	0.2500	0.3500	0.3500	0.3500	0.2500
a₂	0.7500	-	0.8000	1.0000	0.9000	0.9000
a₃	0.7500	0.5500	-	1.0000	0.9000	0.5500
a₄	0.7500	0.1000	0.4500	-	0.9000	0.3000
a₅	0.7500	0.2000	0.3000	0.5500	-	0.2000
A₆	0.7500	0.8000	0.8000	1.0000	1.0000	-

<i>Matriz de discordancias</i>						
	A₁	A₂	a₃	a₄	a₅	a₆
a₁	-	0.0816	0.3878	0.3878	0.4898	0.0816
a₂	0.5102	-	0.3061	0.3061	0.4082	0.2041
a₃	0.6122	0.1020	-	0.3061	0.4082	0.3061
a₄	0.3061	0.0000	0.0000	-	0.1020	0.0000
a₅	0.2041	0.0204	0.0408	0.0612	-	0.0000
a₆	0.3061	0.0204	0.3061	0.3061	0.4082	-

	<i>Vector de pesos</i>						Sumatoria
	25	20	10	10	10	25	100
e _{1,2}	1	0	0	0	0	0	0.2500
e _{1,3}	1	0	1	0	0	0	0.3500
e _{1,4}	1	0	1	0	0	0	0.3500
e _{1,5}	1	0	1	0	0	0	0.3500
e _{1,6}	1	0	0	0	0	0	0.2500
e _{2,1}	0	1	1	1	1	1	0.7500
e _{2,3}	1	0	1	1	1	1	0.8000
e _{2,4}	1	1	1	1	1	1	1.0000
e _{2,5}	1	1	1	0	1	1	0.9000
e _{2,6}	1	1	1	0	1	1	0.9000
e _{3,1}	0	1	1	1	1	1	0.7500
e _{3,2}	0	1	0	0	1	1	0.5500
e _{3,4}	1	1	1	1	1	1	1.0000
e _{3,5}	1	1	1	0	1	1	0.9000
e _{3,6}	0	1	0	0	1	1	0.5500
E _{4,1}	0	1	1	1	1	1	0.7500
E _{4,2}	0	0	0	0	1	0	0.1000
E _{4,3}	1	0	1	0	1	0	0.4500
E _{4,5}	1	1	1	0	1	1	0.9000
E _{4,6}	0	1	0	0	1	0	0.3000
E _{5,1}	0	1	1	1	1	1	0.7500
E _{5,2}	0	0	0	1	1	0	0.2000
E _{5,3}	0	0	1	1	1	0	0.3000
E _{5,4}	0	0	1	1	1	1	0.5500
E _{5,6}	0	0	0	1	1	0	0.2000

e6,1	0	1	1	1	1	1	0.7500
e6,2	1	0	1	1	1	1	0.8000
e6,3	1	0	1	1	1	1	0.8000
e6,4	1	1	1	1	1	1	1.0000
e6,5	1	1	1	1	1	1	1.0000

G₃ (0.80, 0.35)						
	A₁	a₂	a₃	a₄	A₅	a₆
a₁	-	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO
a₂	FALSO	-	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO
a₃	FALSO	VERDADERO	-	FALSO	FALSO	VERDADERO
a₄	FALSO	VERDADERO	VERDADERO	-	FALSO	VERDADERO
a₅	FALSO	FALSO	FALSO	VERDADERO	-	FALSO
a₆	FALSO	VERDADERO	FALSO	FALSO	FALSO	-

G₃ (0.80, 0.35)						
	A₁	a₂	a₃	a₄	a₅	a₆
a₁	-	0	0	0	0	0
a₂	0	-	0	0	0	1
a₃	0	1	-	0	0	1
a₄	0	1	1	-	0	1
a₅	0	0	0	1	-	0
a₆	0	1	0	0	0	-

Anexo III.- Diseño de SIG en Google Earth ©.

Ubicación de la Institución.



Ubicación de tiendas de autoservicio Walmart



Ubicación Tiendas Superama



Ejemplo de ruta



Monitoreo de distancias



Anexo IV.- Formatos de entrevista.

Formato de entrevista aplicada a operadores de reparto.

- 1.- ¿En tu opinión cuál es la principal causa de retraso en tu ruta?
- 2.- ¿Cuáles son las horas donde se presentan mayor retraso en el reparto?
- 3.- ¿Cuál es el día más problemático?
- 4.- ¿Cuál es el día menos problemático?
- 5.- ¿Es segura tu ruta de reparto?
- 6.- ¿Utilizas alguna tecnología de comunicación (radio, celular) para mejorar tu reparto?
- 7.- ¿Con que frecuencia durante el día?
- 8.- ¿Cuáles son las causas más frecuentes de mermas en el reparto?
- 9.- ¿Con que frecuencia se presentan?
- 10.- ¿Cuántos retrasos en recolección presentas en el día?

Gracias por su tiempo.

Formato de entrevista a aplicada a mandos medios.

- 1.- ¿Cómo cuantifican el desempeño de sus entregas?
- 2.- ¿Qué tecnología de información utilizan para el mejor desempeño en el reparto?
- 3.- ¿Cuál es su eficiencia en la recolección?
- 4.- ¿Qué acciones están tomando para reducir sus retrasos en recolección?
- 5.- ¿Qué acciones están tomando para reducir sus mermas en recolección?
- 6.- ¿Cuáles dispositivos de manejo de materiales utilizan (patín, montacargas, etc.)?
- 7.- ¿Han considerado el leasing como opción para sus actividades de recolección?

Gracias por su tiempo.

Bibliografía

Acha Daza, Jorge A. “Hacia una arquitectura nacional para los sistemas inteligentes de transporte”, publicación técnica 251, Querétaro, Instituto Mexicano del Transporte, 2004.

Aguilar Alcérreca José H. & Lobaco Amaya José F., *Feasibility Evaluation Model by Implementation of ITS Technologies*, Turin, Italy, 7th World Congress on Intelligent Transport Systems, 2000.

Alarcón R. “Metodología para determinar la ubicación de soportes logísticos de plataforma en la Zona Metropolitana del Valle de México”. Tesis de maestría, DEPFI, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.

Antún J.P., Lozano A., Hernández J., Hernández R., “Logística de Distribución Física a Minoristas”. Serie Estudios y Proyectos, México, Instituto de Ingeniería-UNAM, 2005.

Antún J.P., “Toma de decisiones multicriterio: el enfoque ELECTRE”, serie docencia, México, Instituto de Ingeniería-UNAM, México, 2005.

Comisión de Transporte de España, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, “Libro Verde de los Sistemas Inteligentes de Transporte” España, pp 15. 2003.

Eiichi Taniguchi, Dai Tamagawa Kyoto University, “Evaluating city logistics measures considering the behavior of several stakeholders”, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol. 6, pp. 3062 - 3076, 2005.

Granados V. F., “Identificación de los principales corredores de transporte de carga en la Zona Metropolitana del Valle de México.” Tesis de maestría, México, DEPFI, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.

Gobierno del Distrito Federal, “Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México” Secretaria del Medio Ambiente, Distrito Federal, 2002.

Joloma Romero Martha Estela, “La técnica ELECTRE un software en visual basic 4.0”, Tesis de maestría, México, DEPFI, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.

Katalin Tánzos – Zoltán Bokor, “Elaborating a city-logistic conception for the case of Budapest, Budapest Hungary”, Hungary, 2003.

Kulmala Risto, Luoma Juha, et. al., “Guidelines for the evaluation of ITS projects” Fitts publications Viking project, Finland, 2002.

Lobaco Amaya, José F., “Manual sobre Sistemas Inteligentes de Transporte para México”, Capítulos 2 y 3, México, en proceso de edición, 2006.

Lobaco Amaya, José F., "La Implementación de Tecnología ITS para la prevención de accidentes y el incremento de la seguridad en las carreteras y vialidades", Veracruz MX, Comité ITS México, 2000.

Lobaco Amaya, José F., "Diseño de Arquitectura Nacional de ITS y base para Arquitecturas Regionales, en México", Sydney, Australia, 8th ITS-World Congress, 2001.

Lozano A. et al, "Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio ambiente para el valle de México (EIMTC-MAVM)" Laboratorio de transporte y sistemas territoriales, Instituto de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, 2006.

Markus Hesse, Jean-Paul Rodrigue, "The transport geography of logistics and freight distribution", Journal of Transport Geography, 2004

Martínez Martínez Hector, "Logística inversa: red para la recuperación de PET en tiendas de autoservicio de la zona metropolitana de la ciudad de México", tesis maestría, DEPMI, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

Palma A. I., "Una metodología para evaluar técnica y financieramente la adquisición de tecnología de transporte inteligente para las operaciones de distribución." Tesis de maestría, México, DEPMI, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005.

Toshiyuki Yokata, Weiland J. Richard, "ITS Technical note for developing countries"; Technical note 1, World bank, 2004.

Toshiyuki Yokata, Weiland J. Richard, "Two stages selection model for ITS application"; Technical note 2, World bank 2004.

Toshiyuki Yokata, Weiland J. Richard, "Innovative Approaches to the application of ITS in developing countries"; Technical note 3, World bank, 2004.

Toshiyuki Yokata, Weiland J. Richard, "ITS standards for developing countries"; Technical note 4, World bank, 2004

Toshiyuki Yokata, Weiland J. Richard, "ITS System architectures for developing countries"; Technical note 5, World Bank 2004.

Zhong-Ren Peng, Edward Beimborn, Malindi Neluheni, "A framework for the evaluation of the benefits of intelligent transportation systems", Centre for Urban transportation Studies University of Wisconsin-Milwaukee, November 30, 2000.

Sitios en Internet:

<http://www.alianzaflotillera.com.mx>

<http://www.alimentoparatodos.org.mx>

<http://www.citsolutions.com.mx/>

<http://www.copilotosatelital.com.mx>

<http://www.esri.com/>

<http://www.eu-portal.net>

<http://www.guiaroji.com.mx>

<http://www.handheld.com>

<http://www.ibec.org>

<http://www.itsiberoamerica.com>

<http://www.inegi.com.mx>

<http://www.instituteforcitylogistics.org>

<http://www.itsa.org>

<http://www.its.dot.gov/metro-its/brochure.htm>

<http://www.ipc.com.mx/pv-basculas-pesaje-por-ejes.html>

<http://www.sistemasgps.com.mx/navegadoresgpsgarmin.html>

<http://www.smartracking.com.mx>

<http://www.supplychain-software.com>

<http://www.tanquelleno.com.mx>

<http://www.vtt.fi/rte/projects/fits>

<http://www.worldbank.org/transport/roads/its%20docs/>

Glosario

Debido a la gran cantidad de acrónimos en inglés es importante tener una idea del significado general de estos conceptos.

APTS Advanced Public Transportation Systems/Sistemas Avanzados de Transporte Público: conjunto de sistemas y tecnologías que consiguen el aumento de la eficiencia y la seguridad en los sistemas de transporte público, ofreciendo a los usuarios un mayor acceso a la información sobre la operación del sistema.

ATIS Advanced Traveler Information Systems/ Sistemas Avanzados de Información al viajero: tecnologías que informan al usuario acerca de las carreteras, redes de transporte público y cualquier información importante para el viaje.

ATMS Advanced Transportation Management Systems / Sistemas Avanzados de control del Vehículo: conjunto de sistemas y tecnologías que responden a las necesidades y demandas de la gestión de transporte.

AVCS Advanced Vehicle Control Systems/ Sistemas avanzados de Control de Vehículos: conjunto de sistemas y tecnologías que actúan sobre el vehículo, ayudando al conductor en momentos de peligro.

AVI Automatic Vehicle Identification/ Identificación Automática de Vehículo: sistema de identificación de un vehículo por medios totalmente automáticos. Su utilización se refiere a diversas aplicaciones (Smart cards, weight in motion, etc.).

AVL Automatic Vehicle location/ Localización Automática de Vehículo: consiste en la determinación automática mediante el seguimiento de la posición geoespacial del vehículo sobre la superficie de la tierra, usando algún equipo de localización satelital.

CCTV Closed Circuit of Television/ Circuito Cerrado de TV: difusión interna de las imágenes captadas mediante cámaras de video. Puede aplicarse en carreteras y almacenes para cuestiones de seguridad.

CNS/ATM: Communication, Navigation and Surveillance Air Traffic Systems/ Comunicación, Navegación, y Vigilancia Sistemas de Trafico Aéreo: Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión de tráfico aéreo. Afectan a los equipos de tierra y los aéreos.

CVO Comercial Vehicles Operations/ Operaciones de Vehículos Comerciales: tecnologías de optimización de la gestión de vehículos de transporte de carga.

DAB Digital Audio Broadcasting/ Sistemas de Transmisión de Radio Digital: sistemas de transmisión destinada a receptores móviles portátiles y fijos; utilizando transmisión terrestre como microondas satelitales.

Data Dictionary/ Diccionario de datos: es una lista de elementos (incluidos significado y formato) y protocolos (incluidos significado, uso y formato) para una aplicación o una familia de aplicaciones.

DGPS Differential Global Position System / Sistema de Posicionamiento Global Diferencial: es un método de mejorar la recepción del GPS usando la señal de una posición fija de referencia.

DSRC Dedicated Short- Range Communication / Comunicaciones Dedicadas de Corto alcance: comunicación de datos entre un equipo fijo y el vehículo. Se utilizan en el cobro de automático de peajes, solicitud o recepción de información del viajero y/o asistencia en ruta y automatización de la información entre las estaciones de pesaje y los vehículos pesados.

EDI Electronic Data Interchange / Intercambio Electrónico de Datos: sistemas de comunicación entre empresas que permite a través de un lenguaje conocido y compartido por los participantes (protocolo), un intercambio efectivo de información, bien sea documentos comerciales o financieros.

ERP Electronic Road Pricing/Cobro Electrónico Por uso de Infraestructura: sistema automatizado de cobro de peaje variable en función de la congestión del momento.

ETC Electronic Toll collection/ Pago Electrónico de peaje: Sistema automatizado del cobro de los peajes de manera dinámica.

GIS Geographic Information Systems/ Sistema de Información Geográfica: sistemas informatizados de almacenamiento, elaboración y recuperación de datos con equipo y programas específicamente designados para manejar los datos espaciales de referencia geográfica y los correspondientes datos cualitativos o atributos.

GPRS General Packet Radio Services / Servicios Generales paquetizados de radio: servicio de valor agregado que permiten enviar y recibir información utilizando una red telefónica móvil.

PAD Programme Associated Data / Programa Asociado de Datos: información transmitida por DAB, íntimamente ligada a un programa particular o servicio. PAD puede transmitir información DRC (Dinamic Range Control) o información textual que aparece en la pantalla del receptor.

PDA Personal Digital Assistance/ Asistente digital personal: son dispositivos de almacenaje de información utilizados actualmente en actividades de pre-venta para asistir a la distribución de mercancías, aunque algunos se han integrado como servicios de la telefonía móvil (mejor conocidos como palm por su nombre comercial).

RDS Radio Data System / Sistema de Datos por Radio: sistema de emisión de ondas de radio que utiliza la señal portadora para incluir datos de forma digital. Para que todo el sistema funcione es necesario contar con emisoras que utilicen este protocolo de comunicación y equipos de radio que sean capaces de descifrarlo. El sistema permite identificar la emisora por su nombre, mantenerla aunque se cambie de ubicación en el dial (al cambiar de estación emisora durante un viaje), interrumpir la emisora cuando existan informaciones de tráfico, localizar la emisora con mejor recepción entre otras funciones.

VICS Vehicle Information and Communication System / Sistemas de Comunicación e Información del Tráfico: sus primeras aplicaciones fueron lanzadas en áreas metropolitanas y en autopistas.

Bluetooth: estándar para comunicaciones inalámbricas de corto alcance, que se utiliza primordialmente para conectar dispositivos próximos sin necesidad de cables, utiliza transmisores de pequeña potencia y corto alcance (10 metros). Funciona en la banda 2.4 GHz, y puede alcanzar velocidades de hasta 721 kbps. A diferencia de otras tecnologías similares para las comunicaciones inalámbricas a corta distancia como los infrarrojos, el Bluetooth no requiere visibilidad directa entre los dispositivos que se comunican, es decir puede haber obstáculos entre ambos.

Dead reckoning: técnica que calcula la posición actual de un vehículo midiendo la distancia y la dirección en el que el vehículo ha viajado desde que dejó un punto de partida conocido.

Electronic Clearance/ Controles electrónicos: proceso que permite conocer las credenciales de un vehículo al pasar por un punto de control de una carretera, a velocidad normal y sin necesidad de detenerse.

Emergency Notification and personal Security/ Notificación de Emergencia y Seguridad Personal: tecnologías avanzadas que envían de forma automática la posición de un vehículo y la naturaleza del accidente a los agentes de tráfico y a los servicios de emergencia.

Flota Car Data/ Información de Vehículo flotante: información sobre el estado actual de la congestión y problemas en una vía, que envía un móvil en los instantes de transitar sobre ella. Este móvil está equipado con instrumentos telemáticos que le permiten determinar velocidades promedio, tiempos estimados de viaje, y densidad de vehículos.

Free Flow: tipo de peaje que permite el cobro a los vehículos que transitan por la vía, sin necesidad que se detengan, mediante transacciones económicas.

GPS Global Positioning System / Sistema de Posicionamiento Global: propiedad del gobierno Estadounidense, consta de 24 satélites en orbitando la tierra que transmiten datos a receptores terrestres. Por razones de seguridad, la armada Estadounidense introducía deliberadamente un error en la información entregada a los usuarios civiles. En la actualidad este error puede ser corregido casi hasta ser eliminado.

GSM Global System for Mobile/ Sistema Global para Comunicaciones Móviles: sistema compatible de telefonía móvil digital desarrollado en Europa con la colaboración de operadores, administraciones públicas y empresas que permite la transmisión de voz y datos.

GSM-R sistema de comunicación ferroviario utilizado en Europa basado en GSM.

HMI Human-Machine Interface/ Interface Hombre-Máquina: mecanismos que permiten establecer un diálogo entre un software y su usuario.

Intelligent Cruise Control / Control de Crucero Inteligente: sistema que permite al vehículo seguir a otro precedente a una distancia apropiada, controlando el motor y el freno de forma electrónica.

IP Internet Protocol: protocolo empleado para conectar las redes a Internet. Es el protocolo de transporte utilizado como base de Internet que dirige el modo de envío de la información de una zona de la Red a otra en paquetes que se ensamblan cuando llegan a su destino.

OBE On Board Equipment/ Equipo a bordo: equipo ITS situado en el vehículo. Otros términos usados son OBU, On Board Unit, IVE, In Vehicle equipment.

Reader: dispositivo electrónico digital que activa el transponder, del que extrae y valida información.

Smart Card/ Tarjeta Inteligente: sistema portador de información electrónica, bajo formato de tarjetas de plástico del tamaño de una tarjeta de crédito, con un circuito integrado incrustado, que registra y almacena información de los procesos.

SMS Short messages Service/ Servicio de mensajes Cortos: servicio disponible en los sistemas digitales que permite el envío y recepción de mensajes de hasta 160 caracteres a través del centro de operador del teléfono. Si el teléfono destino está colgado o fuera del área de servicio los mensajes son guardados en el centro de mensajes garantizando así que no se pierdan. El servicio es ofrecido dentro de los paquetes básicos de telefonía móvil.

TAG / Transponder: transmisor/receptor electrónico que se adjunta al objeto a identificar. La información se transmite en forma de onda de radio frecuencia.

Tracking / Rastreo mediante monitores: aplicaciones telemáticas que permiten el seguimiento de flotillas mediante pantallas. El servicio de tracking se emplea cuando el rastreo es realizado por una empresa externa, que provee el equipamiento y el soporte tecnológico y humano a las empresas que los soliciten.

TrEPS: herramientas de apoyo para la planeación de las redes de transporte y la toma de decisiones de las operaciones basadas en los ITS.

UECP Universal Encoder Communications Protocol/ Especificación universal del protocolo de comunicación: requisito para alcanzar la interoperabilidad de los sistemas RDS.

UMTS Universal Mobile Telecommunications System/ Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles: tercera generación de tecnología en móviles. Permitirá transmisiones de datos a velocidades de 2Mbits/s. además de voz y los datos que hoy se transmiten permitirán recibir audio y video. Esta tecnología acelera hasta en 200 veces la transmisión de datos desde una red inalámbrica de segunda generación (GSM) y por tanto permite toda clase de servicios para los usuarios de esta tecnología.

VMS Variable Message Signals: Señales de Mensaje Variable: medida de control de tráfico e información a los conductores a través de paneles de texto modificable.

WAP: Wireless Applications Protocol/ Protocolo de aplicaciones inalámbricas: el protocolo WAP es una especificación segura que permite a los usuarios acceder instantáneamente a la información a través de dispositivos manuales inalámbricos tales como: teléfonos móviles, radiolocalizadores, etc. El WAP soporta la mayoría de redes inalámbricas incluyendo GSM, CDM, PCM, TDMA, etc.

WIM Weight in Motion / Pesaje en Movimiento: tecnología que permite pesar vehículos sin necesidad de exigir su detención.

Acrónimos en Español

EVA: Estaciones de Visión Artificial: centros de captación de imágenes que son tratadas para su procesamiento automático.

TUM Transporte Urbano de Mercancías: son las condiciones particulares tanto de los vehículos como de la infraestructura que se enfrentan en la última parte de la cadena de suministros para distribuir las mercancías a los centros de consumo.

SIG: Sistema de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés).

SIT: Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS por sus siglas en inglés)