



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Ingeniería

## SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE: SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVAS

T E S I S   P R O F E S I O N A L  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERA CIVIL

P R E S E N T A  
PAMELA STELLA HERNÁNDEZ CHÁVEZ

DIRECTOR: ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA  
MÉXICO, D.F.

FEBRERO 2014



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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Facultad de Ingeniería

**SISTEMAS INTELIGENTES DE  
TRANSPORTE:**

**Situación actual y Prospectivas**



*Pamela Stella Hernández Chávez*





UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

Señorita

PAMELA STELLA HERNANDEZ CHAVEZ

Presente

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA  
COMITÉ DE TITULACIÓN  
FING/DICyG/SEAC/UTIT/170/2013

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ que aprobó este Comité, para que lo desarrolle usted conforme a la opción I. "Titulación mediante tesis o tesina y examen profesional", para obtener su título en INGENIERIA CIVIL

**"SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE:SITUACIÓN ACTUAL Y PROSPECTIVAS"**

**INTRODUCCIÓN**

- I. PANORAMA GENERAL Y CONCEPTOS BÁSICOS
  - II. GRUPOS DE SERVICIO EN LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE
  - III. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL MUNDO
  - IV. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN MÉXICO
  - V. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS
- BIBLIOGRAFÍA**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"  
Cd. Universitaria a 8 de Enero de 2014  
EL PRESIDENTE DEL COMITÉ

M. EN I. JOSÉ LUIS TRIGOS SUÁREZ  
JLTS/MTH

Vo Bo  
20/01/2014  
A Doméneghi C

Vo Bo  
20/ene/2014  
Ing. Humberto Esquivel Castañeda

Vo Bo  
Ing. Ernesto René Mendoza S.  
20/ene/2014

13/Enero/2014

Vo. Bo  
Rodrigo T. Sepúlveda H.  
20/ene/14





# Dedicatoria

A mi **madre, Francisca Chávez Calzada**, por todo el apoyo que me ha brindado, por ayudarme a ser la persona que soy  
y por siempre creer en mí.  
Por ser un gran modelo de vida.

A mi **padre, José Albino Hernández Chávez**, por enseñarme a dar lo mejor de mí y no poner obstáculos ante lo que la vida nos da.  
Por ser un gran modelo de perseverancia.

A mi **hermana, Rosario Isis Hernández Chávez**, por siempre exigirme ser una mejor persona, por ser una gran amiga y compañera de vida.  
Por ser un gran modelo de apoyo.

# Agradecimientos

A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir este momento.

A **todos mis amigos** de la licenciatura, por todo el apoyo que he recibido de ellos en esta etapa, en especial a: Oscar Minor, Miguel Gallardo, Miguel Abreu y Mario Bautista; quienes más que ser mis amigos son parte de mi familia, por su incondicionalidad y apoyo. De la misma forma a Edwing Isidro por su apoyo, comprensión y cariño.

A los **ingenieros**: Vicente Chávez Blancas, Ricardo Gómez y José Luis Domínguez, por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente; pero sobre todo por su calidad humana, por brindarme su amistad y apoyo para lograr mis metas personales.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por brindarme la educación, cultura y conocimientos necesarios para ser una mejor persona para la sociedad.

A la empresa **TECHINT, Ingeniería y Construcción** por darme las facilidades y la oportunidad para demostrar mi potencial como Ingeniera.

A todos... GRACIAS



# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
--------------------	---

## CAPÍTULO 1

PANORAMA GENERAL Y CONCEPTOS BÁSICOS.....	3
1.1.    CONCEPTOS GENERALES.....	4
TRANSPORTE.....	4
SISTEMA .....	4
SISTEMA TELEMÁTICO .....	4
SISTEMA DE TRANSPORTE.....	5
SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE .....	6
MODO Y MEDIO.....	6
ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE.....	8
MOVILIDAD .....	9
1.2.    ANTECEDENTES DEL TRANSPORTE E ITS.....	9
1.3.    NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE.....	12
POLÍTICAS DE MEDIO AMBIENTE .....	12
ADELANTOS TECNOLÓGICOS.....	14
PROBLEMAS DE SEGURIDAD .....	15
OPTIMIZAR TIEMPOS DE TRASLADO .....	16
ESPACIOS LIMITADOS.....	17
1.4.    BENEFICIOS AL IMPLEMENTAR SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE .....	18
BENEFICIOS SOCIALES.....	19
BENEFICIOS ECONÓMICOS.....	20
BENEFICIOS AMBIENTALES.....	20
1.5.    ITS EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE .....	21
AÉREO.....	21

MARÍTIMO .....	22
TERRESTRE .....	23
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	26

## CAPÍTULO 2

GRUPOS DE SERVICIO EN LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE .....	27
<b>2. GRUPOS DE SERVICIO .....</b>	<b>29</b>
2.1. CLASIFICACIÓN .....	29
2.1.1. GESTIÓN DE TRÁNSITO Y DEMANDA .....	30
2.1.2. GESTIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO .....	44
2.1.3. PAGOS ELECTRÓNICOS .....	52
2.1.4. GESTIÓN DE VEHÍCULOS COMERCIALES .....	54
2.1.5. RESPUESTA A INCIDENTES .....	62
2.1.6. SISTEMAS AVANZADOS DE SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS .....	66
2.1.7. GESTIÓN DE INFORMACIÓN .....	70
2.1.8. GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA .....	74
2.2. PROCESO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA ITS .....	79
2.3. DISPOSITIVOS ITS .....	84
CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	89

## CAPÍTULO 3

SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL MUNDO: Ejemplos de aplicación y estándares .....	90
<b>3. ITS EN EL MUNDO .....</b>	<b>91</b>
3.1. TENDENCIAS MUNDIALES .....	92
3.2. ORGANISMOS INTERNACIONALES .....	95
3.3. NORMALIZACIÓN .....	97
3.3.1. ESTÁNDARES MUNDIALES .....	97
3.3.2. TIPOS DE ESTÁNDARES .....	99
3.3.3. NORMAS ITS .....	101
3.4. EUROPA .....	103

3.5.	JAPÓN.....	105
3.6.	Estados Unidos.....	107
3.7.	PAÍSES EN DESARROLLO .....	109
3.8.	PROYECTOS DESARROLLADOS EN OTROS PAÍSES .....	110
	E-SAFETY.....	110
	E-CALL .....	111
	ESTOCOLMO.....	112
	LONDRES .....	113
	SINGAPUR.....	119
	OREGÓN.....	121
	CARRETERAS INTELIGENTES Estados Unidos .....	122
	HOLANDA.....	122
	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	124

## **CAPÍTULO 4**

	SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN MÉXICO.....	125
<b>4.</b>	<b>ITS EN MÉXICO.....</b>	<b>126</b>
4.1.	SISTEMAS DE TRANSPORTE ACTUALES EN MÉXICO .....	126
	CARRETERAS .....	127
	FERROCARRIL.....	128
	TRANSPORTE AÉREO.....	128
	PUERTOS .....	129
	TRANSPORTE URBANO.....	130
4.2.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	133
	4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE UNA ARQUITECTURA EXITOSA .....	135
4.3.	DISCIPLINAS Y SECTORES INVOLUCRADOS .....	135
4.4.	ORGANISMO – ITS MÉXICO.....	137
4.5.	SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN MÉXICO.....	142
	4.5.1. ACTUALES .....	142
	4.5.2. POSIBLES.....	148
4.6.	DIFICULTADES PARA IMPLEMENTAR ITS EN MÉXICO .....	152

4.6.1.	PROBLEMAS SOCIALES .....	154
4.6.2.	PROBLEMAS ECONÓMICOS .....	156
4.6.3.	PROBLEMAS AMBIENTALES .....	157
	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.....	159
	CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	160
	BIBLIOGRAFÍA .....	162



## INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre apareció en la tierra, la necesidad de transportarse de un lado a otro de una manera segura ha sido siempre una prioridad para asegurar su supervivencia; conforme el hombre se volvió sedentario fue prioritario buscar una forma aún más segura y rápida de transportar alimento y materiales a las comunidades, fue así como surgieron los sistemas de transporte.

Al paso del tiempo el transporte ha mantenido su importancia y ha adquirido más responsabilidades que antes, tanto que ahora la vida de todos ha sido influenciada por algún sistema, de modo que todo aquello que es tangible ha sido transportado desde otro lugar. Actualmente del transporte dependen muchos aspectos del mundo actual, tales como: seguridad, comodidad y eficiencia (económica o ambiental).

El crecimiento poblacional demanda no sólo de espacios, si no de mejores y más eficientes condiciones de vida y servicios, la administración del tiempo y la planeación de actividades son temas de relevada importancia en ámbitos como la salud, la economía, la seguridad y la calidad de vida de las poblaciones. A medida que las poblaciones crecen, se incrementa de igual modo las necesidades de transportar más servicios y mercancías.

No podemos dejar de lado que los avances en tecnología han permitido a la sociedad poder realizar actividades en un tiempo menor que sin ellos. Las personas ahora pueden obtener información en tiempo real sobre sucesos que afectan su vida diaria. El Internet, sistemas de posicionamiento global (GPS), las redes móviles, los celulares, por mencionar algunos ejemplos, han mejorado notablemente las condiciones de vida de la gente por ser un medio de acceso a la información desde cualquier lugar a cualquier hora. Estos beneficios aportados por la tecnología son de gran utilidad para los sistemas de todo tipo, hablando específicamente del transporte, la tecnología actual permite conocer el estado de cada vehículo, monitorear las características del sistema, los tiempos de espera, la calidad del servicio, agilizar la comunicación e intercambio de información entre pasajeros, conductores y operadores, entre otros.

No aprovechar los beneficios que la tecnología ofrece a los sistemas de transporte sería un gran error, pues la tendencia al crecimiento que muestra la infraestructura del transporte y la demanda del servicio demuestran que los espacios físicos, la calidad del servicio y las condiciones medioambientales no son suficientes ni satisfactorias para dar abasto a las necesidades actuales, ocasionando todo tipo de problemas, el más observable actualmente es el control de tránsito.

Es por eso que muchos países han optado por buscar una forma más inteligente de gestionar la construcción, operación y mantenimiento de las infraestructuras del transporte implementando tecnologías que permitan mejorar la eficiencia sin poner en riesgo la calidad y capacidad del sistema ni del medio ambiente. En el caso de México, la capacidad de garantizar el transporte de personas y mercancías de manera correcta y eficiente es un requisito fundamental para una economía moderna exitosa. Pero para poder solucionar el problema del transporte se requiere de la participación de muchos sectores y disciplinas, además de un sistema en el cual participen el gobierno, el sector privado, pasajeros e incluso vehículos de forma integrada. Los sistemas inteligentes surgen como una oportunidad para mejorar los sistemas de transporte aprovechando las inversiones realizadas por países considerados como potencias mundiales, así como las experiencias buenas o malas que han tenido y la apertura de los gobiernos actuales en cuanto a la construcción de nueva infraestructura en el país.

Partiendo de lo anterior, podemos seleccionar y adecuar las soluciones a nuestra problemática del transporte y hacer partícipe a la sociedad para comenzar a implementar sistemas inteligentes en ellos y obtener los beneficios en un plazo no muy lejano.

Es momento de buscar una solución más inteligente y sustentable a los problemas del transporte en México.

El objetivo de este documento es ofrecer un panorama general de las aplicaciones y beneficios que ofrecen los sistemas inteligentes de transporte al transporte actual y evaluar la factibilidad de implementarlos en México como una opción para la solución de los problemas actuales del transporte carretero.

En el capítulo 1 se definen los conceptos generales dentro de los transportes, para el Capítulo 2 se hace una descripción de los servicios que los Sistemas Inteligentes de Transporte ofrecen a los usuarios, el tercer Capítulo nos ejemplifica cuáles son los proyectos que otras partes del mundo han desarrollado con los transportes y finalmente el capítulo 4 nos menciona cuáles son los servicios que se pueden ofrecer en los transportes en México. Una vez revisado el tema, se encontrará al final del documento las conclusiones del trabajo.



Incorporación de las tecnologías a los Sistemas de Transporte

# *CAPÍTULO 1*

## *PANORAMA GENERAL Y CONCEPTOS BÁSICOS*

### **Objetivo Capitular**

#### **1.1. Conceptos Generales**

- Transporte
- Sistema
- Sistema Telemático
- Sistema de Transporte
- Sistemas Inteligentes de Transporte
- Modo y Medio
- Tránsito y Tráfico
- Atributos de los Sistemas de Transporte
- Movilidad

#### **1.2. Antecedentes de los Transportes e Sistemas Inteligentes de Transporte**

#### **1.3. Necesidad de Implementar Sistemas Inteligentes de Transporte**

- Políticas de Medio Ambiente
- Adelantos Tecnológicos
- Problemas de Seguridad
- Optimizar Tiempos
- Espacios Limitados

#### **1.4. Beneficios al implementar Sistemas Inteligentes de Transporte**

#### **1.5. ITS en los medios de transporte**

### **Conclusiones del Capítulo**

## **OBJETIVO CAPITULAR:**

Definir los conceptos básicos de los sistemas inteligentes de transporte y enfatizar su importancia actual y futura dentro de las sociedades.

### **1.1. CONCEPTOS GENERALES**

Antes de pasar por completo al tema de los sistemas inteligentes de transporte es necesario definir varios conceptos que serán de gran utilidad para efecto de este documento:

#### **TRANSPORTE**

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) define al transporte como:

“Sistema de medios para conducir personas de un lugar a otro”

El transporte es el traslado de un sitio a otro de personas o mercancías, dado que éstas están en un lugar pero se necesitan en otro. Debe quedar claro que el transporte es una actividad derivada de otras necesidades principales, es decir, es un medio para lograr otros fines, por lo que su buen o mal funcionamiento repercute directamente en otros ámbitos.

Todos los sistemas de transporte deben contar con los elementos principales:

- Lugar de origen
- Contenido (personas o mercancía)
- Tipo de transporte (medio y modo)
- Lugar de destino

#### **SISTEMA**

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados que buscan alcanzar un objetivo común.

#### **SISTEMA TELEMÁTICO**

La telemática es la ciencia que comunica, por medio de equipos informáticos conectados unos a otros, información que fue procesada previamente. Es la unión de las telecomunicaciones con la informática.

Un sistema telemático se refiere a aquel sistema que recibe, procesa y envía la información por medio de alguna tecnología, la comunicación puede ser para cortas o largas distancias.

## SISTEMA DE TRANSPORTE

El sistema de transporte se puede definir como la interacción entre la red vial (infraestructura), las redes de transporte (modo, medio y contenido) y el sistema de gestión (leyes, códigos, procedimientos, reglas, señalización y control). Es considerado un sistema operativo pues consta de los componentes principales de éste: a continuación se describen:

1. **Componentes Estructurales:** Es la parte estática del sistema, su función principal es mantener la relación necesaria entre las partes.

Los aspectos generales de la función de los componentes estructurales de un sistema son:

- a. **Localizar:** Se refiere a proporcionar un lugar determinado para cada actividad.
- b. **Vincular:** Se refiere a mantener en buen estado el sistema, puede ser mediante soportes, contenedores o cualquier otra restricción, ya sea física o conceptual.
- c. **Proteger:** Es todo aquello que proporciona una defensa real contra posibles daños.

2. **Componentes Operativos:** Es la parte del sistema que realiza las actividades del proceso.

Existen 3 clases de componentes operativos:

- a. **Hombres:** Es un elemento real y se refiere al personal que opera el sistema.
- b. **Máquinas:** Igualmente es un elemento real y se refiere a todos los elementos, maquinaria, etc. que conforman el proceso.
- c. **Métodos:** Es un elemento conceptual y es la forma por la cual se hace el proceso, es decir, es el procedimiento que se sigue para realizar una actividad.

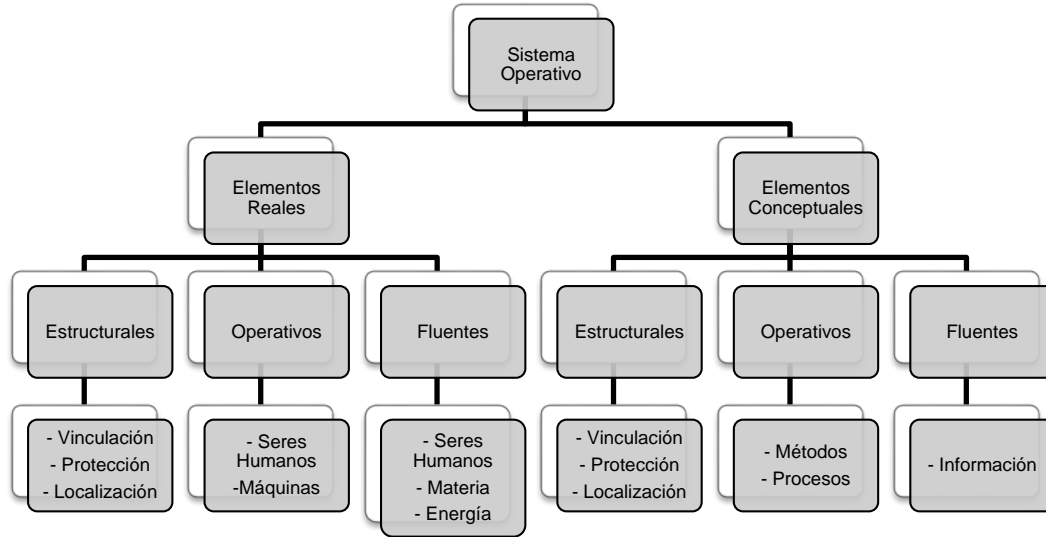
3. **Componentes Fluentes:** Es la parte del sistema que se desplaza dentro del mismo y es el propósito del proceso que ejecutan los componentes operativos. Existen dos clases de flujo:

- a. **Materia:** Usuarios o Carga.
- b. **Información:** Datos.

Los componentes arriba mencionados se conforman de Elementos Reales o Conceptuales:

- **Elementos Reales:** Son todos aquellos que se pueden ver de forma física.
- **Elementos Conceptuales:** Son aquellos que no se pueden ver de forma física.

A continuación se muestra un esquema de cómo se organizan tanto los componentes como los elementos de un sistema operativo.



ESQUEMA 1.1. – Organización de los componentes de un sistema operativo

Fuente: Análisis de los sistemas de transporte Vol 1: Conceptos básicos, Instituto Mexicano del Transporte

## SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

Los sistemas inteligentes de transporte (SIT o ITS, por sus siglas en inglés universalmente aceptadas) son sistemas que aplican tecnologías de la informática y las telecomunicaciones, en el ámbito del transporte, orientadas a solucionar problemas de gestión de tránsito, movilidad, seguridad y medio ambiente.

Los ITS aplican tecnologías tanto a la infraestructura como a los vehículos y sus usuarios con el objetivo de agilizar el tránsito y eficientar los sistemas de transporte, contando con la habilidad para reunir, organizar, analizar, usar y compartir información acerca de cada uno de los sistemas de transporte.

### MODO Y MEDIO

**MEDIO:** Es la parte física por la que transitan los vehículos. Se pueden distinguir 3 medios: terrestre, aéreo y acuático.

**MODO:** Son los elementos por los que se puede trasladar dentro del medio, tienen una similitud tecnológica, operativa y administrativa. Por ejemplo para el transportarse por un medio terrestre tenemos los modos: carreteras, ferrocarril, etc.

En la tabla 1.1 se muestran ejemplos de los modos de transporte para cada medio, con sus respectivos componentes dentro del sistema operativo:



FIGURA 1.1. Ejemplos de modos de transporte para los diferentes medios



TABLA 1.1 Ejemplos de modos de transporte por cada medio

Elementos		MEDIO			
		AÉREO	TERRESTRE		ACUÁTICO
		Aéreo	Ferroviario	Carreteras	Marítimo
COMPONENTES ESTRUCTURALES					
Reales	Localización	Bases aéreas y aeródromos. Bases de mantenimiento. Salas de espera. Terminales.	Estaciones, patios y terminales, túneles, talleres.	Estaciones. Terminales, depósitos y bodegas.	Edificios e instalaciones sobre tierra firme: bodegas, talleres, oficinas.
	Vinculación	Pistas de rodaje. Pasillos telescópicos. Escaleras y Bandas.	Vías y medios de comunicación.	Paletas y cajas. Carreteras y caminos	Contenedores. Obras litorales: muelles, varaderos.
	Potección	Luces y sistemas de iluminación. Altura restringida en edificios. Bardas y barandales.	Laderos y patios de clasificación.	Camellones, bardas, puentes peatonales, drenajes	Diques, rompeolas, faros, canal de navegación, balizas, boyas
Conceptuales	Localización	Planos de localización y distribución de edificios e instalaciones.			
	Vinculación	Organigramas y manuales de organización de la empresa y dependencias			
	Potección	Ley de vías generales de comunicación. Código de comercio. Acuerdos internacionales. Ley de sociedades mercantiles.			
COMPONENTES OPERATIVOS					
Reales	Hombres	Pilotos, sobrecargos, controladores de maniobras, personal administrativo y de mantenimiento.	Maquinistas, fogoneros, macheteros, personal administrativo y de mantenimiento	Operadores, macheteros, personal administrativo.	Pilotos, marinos, alijadores, estibadores, expertos, personal administrativo y de mantenimiento.
	Máquinas	Avión, helicóptero, radares, instrumentos de navegación, motores y turbinas.	Máquinas, vagones semi-remolques, sistemas.	Tolvas, góndolas, cajas refrigerantes, jaulas, plataformas.	Buques, barcazas, remolcadores, motores.
Conceptuales	Métodos	Aterrizajes y despegues. Control de vuelos, carga y pasajeros. Programación del servicio.	Ordenes de tren. Operación de intervalo por distancia. Programación del servicio.	Carga y descarga. Conducción en los caminos. Programación del servicio.	Dragado de puertos. Métodos de atraque. Estiba y alijado. Programación del servicio.
COMPONENTES FLUENTES					
Reales	Materia	Pasajeros, equipaje, carga.	Pasajeros, equipaje, carga.	Pasajeros, equipaje, carga.	Pasajeros, equipaje, carga.
	Energía	Turbosinas. Electricidad.	Diesel. Electricidad.	Diesel, gasolina. Electricidad.	Diesel. Electricidad.
Conceptuales	Información	Demanda de viajes, oferta de otros medios, calidad del servicio, costos. Estadísticas, disposiciones administrativas, planes a ejecutar, etc.			

## TRÁNSITO Y TRÁFICO

Unos de los conceptos que suelen confundirse, y que deben quedar claros, es la diferencia entre tránsito y tráfico.

Tránsito se refiere al fenómeno físico de pasar por un punto o lugar específico, mientras que tráfico se refiere a la acción de comerciar con bienes, y no necesariamente involucra movimiento, y por lo tanto no es aplicable a las personas.

## ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

Al hablar de atributos nos referiremos a las características deseables en los sistemas de transporte, obviamente la lista de dichas características será tan grande mientras más detallada y pensada sea, pero para limitarlas se mencionarán sólo algunas:

**Velocidad:** Es la relación entre el tiempo empleado y la distancia recorrida, es conveniente distinguir dos tipos de velocidades:

- Velocidad de marcha. Velocidad que el vehículo tiene cuando se encuentra en movimiento.
- Velocidad comercial. Velocidad correspondiente al tiempo en realizar un viaje y llegar a su destino, tomando en cuenta las paradas o detenciones del vehículo.

**Capacidad:** Cantidad de usuarios que pueden ser atendidos.

**Seguridad:** Medidas que prevengan la ocurrencia de daños y pérdidas de bienes, o accidentes a las personas.

**Frecuencia:** Cantidad de vehículos que pasan por un punto dado en una sección de la ruta, en cierto período o intervalo de tiempo específico.

**Facilidad de acceso:** Conjunto de actividades o trámites previos a la realización del viaje.

**Simplicidad:** Indica en qué medida es posible la prestación del servicio con una cantidad mínima de transbordos o paradas.

**Capacidad de Respuesta:** Es la medida que tiene el sistema para responder una vez ocurrido algún daño o pérdida.

**Cobertura:** Zona de impacto del funcionamiento del sistema.

**Flexibilidad:** Determina si el sistema es capaz de adaptarse a los cambios en los requerimientos del funcionamiento.

**Regularidad:** Es la medida en que se mantienen todos y cada uno de los demás atributos del sistema.

## MOVILIDAD

Se entiende por movilidad al conjunto de desplazamientos de personas y mercancías que se producen en un entorno físico. En el caso de la movilidad urbana se refiere a la totalidad de desplazamientos que se realizan en los diferentes medios y modos de transporte en una ciudad. La movilidad está limitada a ciertos factores sociales y ambientales como son: el ingreso económico de la población, su escolaridad, cultura, la facilidad de acceso, etc.

### 1.2. ANTECEDENTES DEL TRANSPORTE E ITS

A continuación se hace una breve descripción de la historia del transporte, en un trayecto evolutivo, tomando en cuenta las etapas más importantes y sus aportaciones, dejando de lado fechas precisas.

El transporte surge por la necesidad humana de moverse y transportar aquello que le fuera necesario para su supervivencia, siempre buscando formas más seguras y fáciles para hacerlo, lo que dio como resultado la formación de veredas. Conforme el ser humano pasó a adaptarse a una vida sedentaria, buscó la forma de transportarse y comunicarse con otras comunidades, motivándolo a domesticar animales y usar las fuerzas de la naturaleza como los ríos y el viento para usarlos como medio de transporte. El invento más importante hasta ese tiempo es la rueda, con la cual fue posible transportar un mayor volumen con un menor esfuerzo y distancias mayores.

**ÉPOCA FEUDAL:** A partir de este momento las civilizaciones comenzaron a dar solución a sus problemas de transporte de acuerdo con sus propios medios, desarrollo cultural, clima, actividades sociales, etc. Cuando los grandes imperios comenzaron a realizar viajes transoceánicos se crearon las rutas comerciales y la lucha por territorios tanto físicos como comerciales comenzó, mostrando una ventaja aquellas zonas que contaban con mayor número y mejor calidad en los caminos terrestres y barcos.



FIGURA 1.2 Carruaje tirado por caballos

**REVOLUCIÓN INDUSTRIAL:** Por primera vez se aplica una visión ingenieril al transporte, pues ahora no sólo es necesario crear medios de transporte, sino gestionar su uso e infraestructura. La creación de la máquina de vapor trae consigo una revolución completa en muchos ámbitos sociales, uno de los más

importantes fue el ferrocarril, haciendo necesaria la combinación de conocimientos y técnicas de ubicación, diseño y construcción de vías, terminales, puertos, etc.



FIGURA 1.3 Ferrocarril minero usado en la Revolución Industrial

Durante esta etapa se hace más evidente el impacto que el transporte tiene en la economía, no tanto por el comercio, sino por la gran inversión que se requiere hacer para mantener actualizados los sistemas de transporte, lo que obliga a las naciones a realizar estudios con mayor profundidad y a aplicar recursos en una escala mayor. Es aquí cuando los trabajos de calidad son reconocidos pues la inversión inicial aunque es mayor se compensa con los gastos menores en mantenimiento además de que la infraestructura es más duradera.

**ÉPOCA ACTUAL:** El medio de transporte aéreo es el último en aparecer, puesto que no había sido posible su desarrollo dado que no se habían hecho los estudios apropiados pues es el modo que ha requerido el mayor grado de tecnología y sistematización. Sin embargo, el transporte terrestre es el que se ha desarrollado en mayor medida. El automóvil ha sido el modo de transporte más utilizado desde su adaptación del motor de combustión interna y el diseño de neumáticos, lo que provoca que los caminos recuperen el predominio que tenían hasta antes de la aparición del ferrocarril, por lo que ha sido necesaria la intervención del Gobierno en la regularización y legislación del servicio con la implementación de reglamentos de tránsito y códigos.



FIGURA 1.4 Sistemas convencionales de transporte usados actualmente (Avión, metro y autobús articulado)

Las potencias económicas mundiales (Europa, Estados Unidos y Japón) encabezan el mercado de fabricación de automóviles dedicando importantes inversiones en infraestructura del transporte. Las facilidades para la adquisición de un vehículo propio llevan a su propagación y obligan a los gobiernos



a invertir cuantiosas cantidades en infraestructura y operación, dejando de lado las consecuencias de estas políticas.

Las carreteras existentes presentan problemas de congestión, miles de muertos en accidentes carreteros, millones de horas perdidas por la saturación de la red vial y una gran cantidad de dinero invertido desde la construcción hasta su mantenimiento. Es así como surge la idea de revolucionar el sistema de transporte con la aplicación de nuevas tecnologías.



FIGURA 1.5 Problemas del transporte carretero (Cruce en Medellín, Colombia y Paradero en Lima, Perú)

En la década de los 70's, Estados Unidos, Japón e Inglaterra comenzaron a desarrollar proyectos enfocados en la incorporación de tecnologías a los sistemas de transporte. En los años 90 se crea el proyecto Drive, el cual consistía en aplicar tecnologías al sistema de transporte, el proyecto fue exitoso y se crea Drive II, el cual terminó llamándose Sistemas Inteligentes de Transporte.

El senado de Estados Unidos crea ISTEA (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act - Ley de Eficiencia en el Transporte Intermodal Terrestre), que consiste en un extenso programa de inversión en infraestructura del transporte para el periodo de 1991 a 1997. Mientras tanto en Europa se crea el CEN (Comité Europeo de Normalización) el cual pretendía ser el equivalente de la ISTEA en Estados Unidos. Se crea ISTEA II para el periodo 1997 a 2003, convirtiendo a Estados Unidos en la principal potencia en el área de Sistemas Inteligentes de Transporte.

Se crea la institución ITS América para Estados Unidos, ERTICO para Europa e ITS Japón, los cuales surgen como pioneros en la implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte y motivan a los demás países, sobre todo a aquellos en vías de desarrollo a aplicar los conocimientos obtenidos por ellos.

### 1.3. NECESIDAD DE IMPLEMENTAR SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE

El problema fundamental del transporte siempre ha sido ¿qué características debe tener el vehículo y ¿Qué clase de vía seleccionar (terrestre, marítima o aérea)? Actualmente las opciones que tenemos para viajar son mayores que en el pasado, pero no dista mucho de las características deseables; económico, rápido y seguro, sólo que ahora también debemos tomar en cuenta el impacto ambiental que el uso del transporte ejerce sobre la naturaleza y la sociedad que aunque parecieran ámbitos diferentes, una depende de la otra de manera recíproca.

A pesar de que implementar sistemas inteligentes al transporte puede parecer una actividad no necesaria, arriesgada, costosa y poco accesible, existen muchas razones por las cuales se debe contar con ITS, las cuales van desde encontrar lugar de estacionamiento, hasta procesos más complejos como la operación de vehículos comerciales, como detenerse a verificar el peso de la unidad o la mercancía transportada. Los beneficios y más aún la necesidad de hacerlo son mucho mayores.

Entre las razones generales por lo que se deben implementar sistemas inteligentes al transporte podemos mencionar:

#### POLÍTICAS DE MEDIO AMBIENTE

Es indiscutible la relación que existe entre la tecnología, la ingeniería y el medio ambiente con el concepto de sustentabilidad y calidad de vida de una población. La preocupación por la conservación de los recursos naturales y por la generación de contaminantes a la atmósfera son ejemplos de la conciencia ambiental que se ha generado en las últimas décadas sobre todo en las zonas urbanas pues implican grandes riesgos a la salud de sus habitantes.

Todos de alguna u otra forma somos conscientes del problema ambiental en el que vivimos, pues sufrimos las consecuencias del desequilibrio ecológico, pero pocos son conscientes de las causas que las originan, una de las tantas es el uso inadecuado del transporte, excesivas horas de congestión vehicular, vehículos poco eficientes y generadores de gases de efecto invernadero.

Se estima que en 1990, las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas al uso de energías del transporte ascendieron a unos 1.25 Gt (miles de millones de toneladas), lo que representa la quinta parte de las transmisiones de CO<sub>2</sub> producidas por el uso de combustibles fósiles. En 1995, el sector transporte aportó el 22% de las emisiones mundiales de dióxido de carbono. Las emisiones generadas por este sector crece más rápidamente que en cualquier otro aumentando a un ritmo aproximado de 2.5% anual.



FIGURA 1.6

Ejemplo de campañas de concientización ambiental



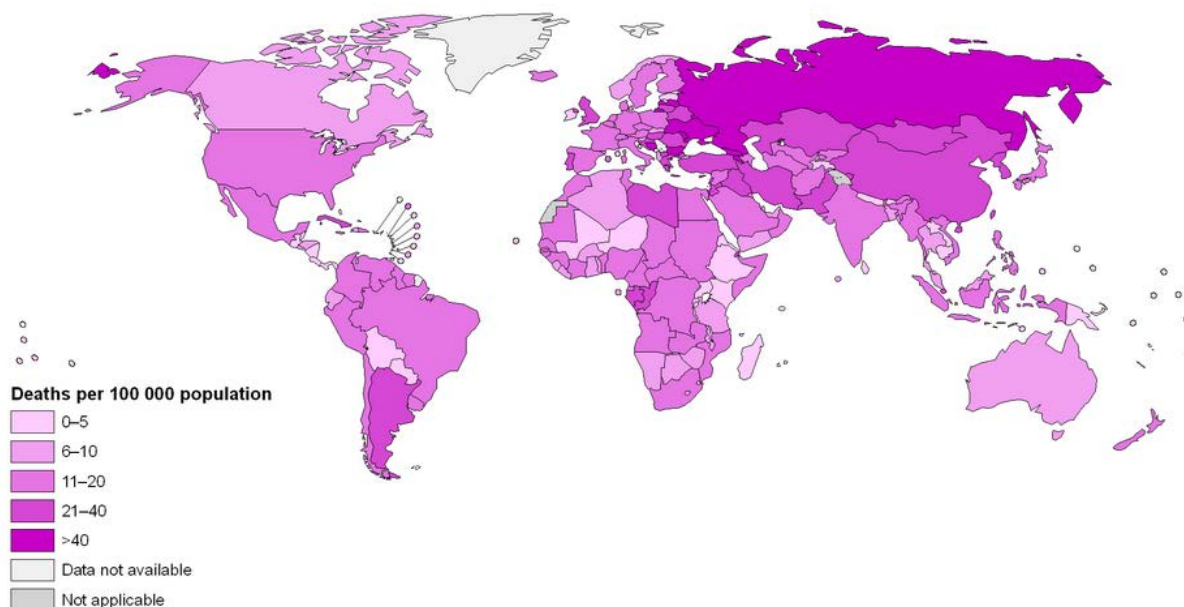


FIGURA 1.7 Mapa esquemático de las muertes atribuidas a la contaminación ambiental en el mundo  
FUENTE: Public Health Information and Geographic Information System, World Health Organization

Se calcula que las principales fuentes de gases de efecto invernadero en el sector del transporte en 2050 serán los automóviles o vehículos ligeros, por su facilidad de adquisición, los vehículos pesados, por su necesidad para transportar bienes a las poblaciones, y las aeronaves.

Es importante mencionar que de no mejorar la situación actual sobre todo ambiental, las consecuencias pueden ser desastrosas, tanto para la economía como para la salud de la población.



FIGURA 1.8 Consecuencias al ambiente del uso de vehículos ligeros en Taiwán.

Los sistemas de transporte se presentan bajo la idea de que se puede hacer más con menos recursos, es decir, si se reduce el tiempo de traslado, no debería emitirse un alto nivel de gases de efecto invernadero. Se deben utilizar vehículos operados con energías limpias y fomentar el uso de esos transportes, sobre todo en el transporte público. Pero esto no será posible si no se mejora el sistema en general.

## ADELANTOS TECNOLÓGICOS

### GEOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN Y EL ADELANTO TECNOLÓGICOS

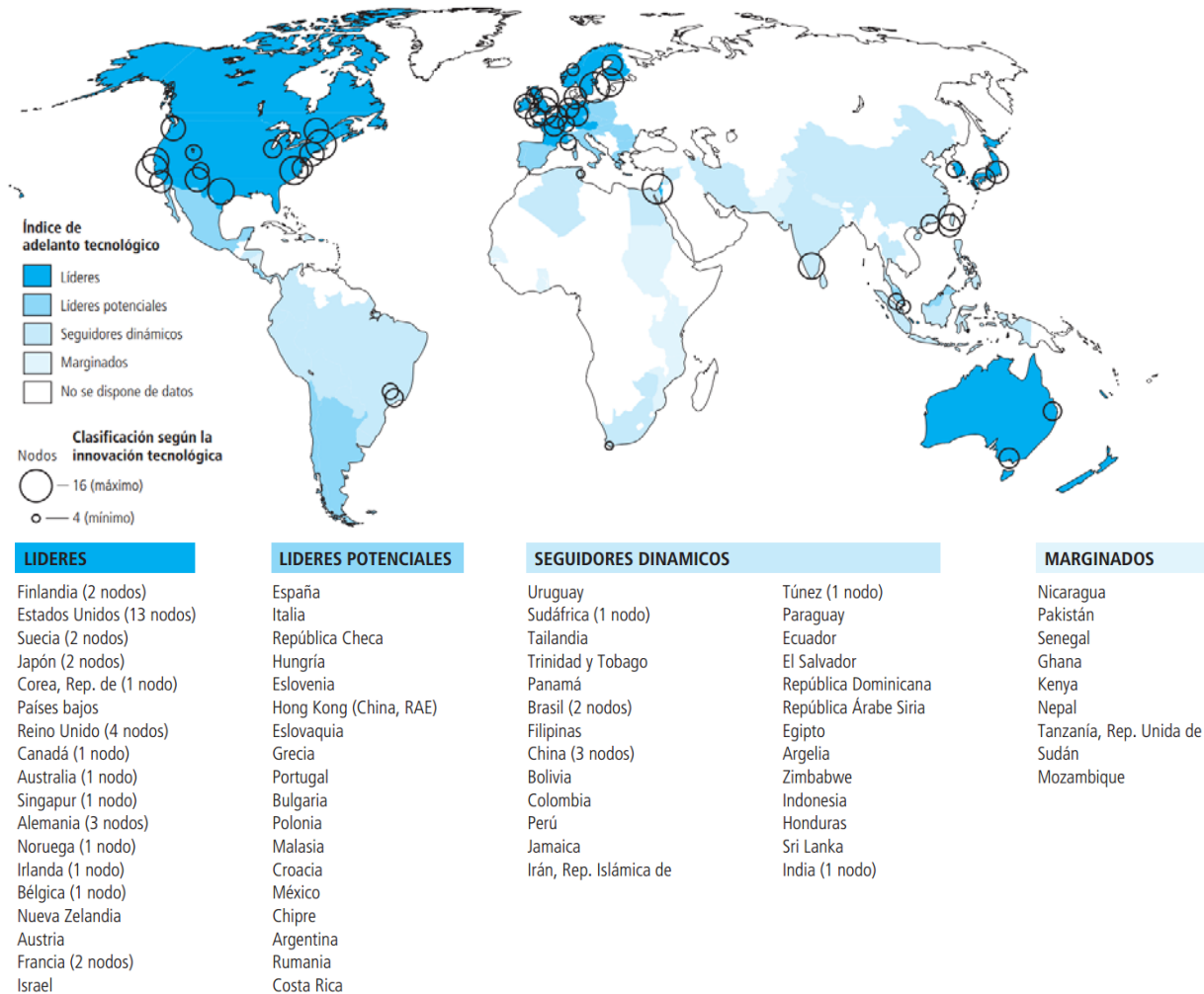


FIGURA 1.9 Mapa esquemático de la clasificación de países respecto a su índice de adelanto tecnológico  
FUENTE: World Bank

La Internet, el teléfono inalámbrico y otras tecnologías de la información y las telecomunicaciones posibilitan la comunicación y obtención de información de maneras que no habían sido posibles antes, y proporcionan posibilidades, antes inimaginables, de participación en decisiones que afectan la vida diaria de las personas.

En el caso de los teléfonos celulares o el acceso a Internet desde diferentes dispositivos, nos permiten prever e informarnos, en tiempo real, de hechos que ocurren en nuestras rutas comunes de viaje, lo que nos da la posibilidad de reanalizar si estamos recurriendo a la ruta óptima o podemos usar alguna otra alternativa

Es cierto que no todos los países están a la vanguardia del adelanto tecnológico mundial. Pero en la era de las redes, cada país necesita contar con la capacidad necesaria para comprender las tecnologías

mundiales y adaptarlas a las necesidades locales. Un país necesita dominar las nuevas tecnologías desarrolladas en otros países para mantener su competitividad en los mercados mundiales.

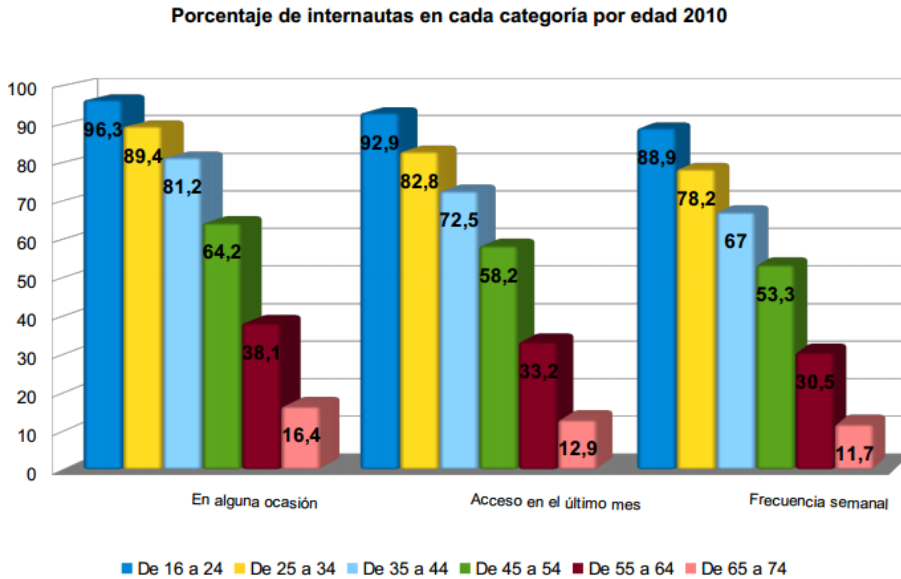


FIGURA 1.10  
Gráfico de barras del porcentaje de internautas en México.

FUENTE: INEGI

Pareciera que no todos cuentan con las herramientas o conocimientos necesarios para poder acceder a dispositivos inteligentes, pero como se aprecia en la gráfica 1.10, cada vez es mayor la cantidad de jóvenes que hacen uso de tecnologías e Internet, ya sea a través de teléfonos móviles, computadoras portátiles, tabletas, etc. Lo que significa que para las generaciones consecuentes el uso de estas tecnologías será algo cotidiano, y debemos asegurarnos de que aprendan como hacer uso de la información que se proporcione, y que ésta sea accesible y fácil de entender para todos los sectores de la sociedad.

De esa forma podremos valernos de esas tecnologías para mejorar y trabajar de forma exitosa con los ITS.

### PROBLEMAS DE SEGURIDAD

La seguridad es un atributo indispensable del sistema, independientemente del modo de transporte. Actualmente y sobre todo en nuestro país el número de accidentes relacionados con el medio de transporte terrestre es elevado, simplemente para el 2009 se estima que de los 29,597 accidentes reportados, el 76.5% de las causas son atribuibles al conductor, 13.4% a la infraestructura, 5.6% a agentes naturales y el 4.3% al vehículo, según datos obtenidos por la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT). A pesar de que observamos que la mayor parte del porcentaje de accidentes son imputables al factor humano, la causa atribuible a la infraestructura ni siquiera debería existir puesto que es un factor controlable.

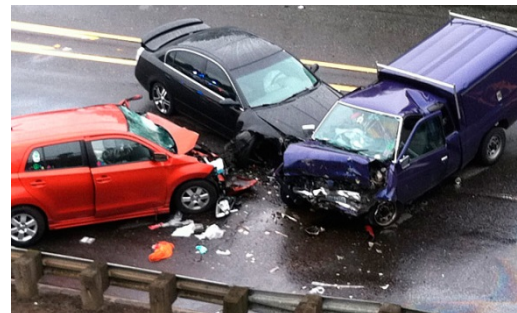


FIGURA 1.11  
Choque en autopista, Estados Unidos.

En el caso de la Unión Europea en 2009 fallecieron más de 35 000 personas en accidentes de tránsito, es decir, lo equivalente a una ciudad mediana, y resultaron heridas como mínimo 1.5 millones. El impacto social es incalculable y supuso un costo económico cercano a 130 000 millones de euros.



FIGURA 1.12 Accidentes en el transporte (De izquierda a derecha: colapso de contenedores de un buque, incendio de un tren en Indonesia y descarrilamiento de un tren de pasajeros en Roma)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que cerca de 1.2 millones de personas en el mundo mueren cada año en accidentes de tránsito y que a menos que se tomen medidas inmediatas, las víctimas mortales se incrementarán hasta convertirse en la quinta causa principal de mortalidad en el mundo para 2030, lo cual es preocupante pues si actualmente la mayoría de las causas son cuestiones del conductor y la infraestructura, no es posible asegurar a los usuarios que confíen totalmente en el chofer o en el propio sistema de transporte que suelen usar.

Aunque no existen datos confiables sobre las condiciones de seguridad en una sociedad, es sabido que sobre todo en países en vías de desarrollo la delincuencia es un problema grave en todos los ámbitos, pero impacta fuertemente en el transporte pues es de acceso público y en el caso del transporte de carga pone en peligro tanto la seguridad del conductor como de la misma carga. Quizá no es posible eliminar por completo este problema de seguridad, pero sí podemos organizar un equipo de vigilancia y aviso a las autoridades para localizar nodos de ataques o evidencias que permitan mantener un control en la seguridad del viaje, entonces se podrá circular material o equipo más costoso sin tanto riesgo mejorando la distribución y apertura de nuevos mercados.

La reducción del número de heridos y muertos por accidentes de tránsito mitigará la inseguridad para usar sistemas públicos de transporte, impulsará el crecimiento y liberará recursos para otras actividades más productivas.

### **OPTIMIZAR TIEMPOS DE TRASLADO**

Muchas personas emplean considerables periodos de tiempo en desplazarse de un lugar a otro. En zonas urbanas es común que ese tiempo sea mayor al que debería emplearse debido al congestionamiento, la mala operación de los vehículos de transporte público, la falla o mala programación de semáforos, entre otros. Lo más resaltante es que ese tiempo de más, es en realidad es tiempo perdido.





FIGURA 1.13  
Caos vial en Paseo de la Reforma,  
México.

El tiempo mal empleado se puede traducir en una pérdida básicamente económica, ya que una persona deja de reeditar ganancias durante esos minutos u horas que demora en su viaje; además de que también se genera un impacto mayor al ambiente pues se tiene un mayor tiempo de emisiones a la atmósfera.

Con una verdadera gestión del transporte nos aseguramos de que se emplee el tiempo suficiente para realizar un viaje reduciendo el tiempo perdido debido al mal clima, accidentes, semáforos o peatones. Minimizamos el riesgo que tomamos al subir a un vehículo y no estar seguros de llegar a nuestro destino en el tiempo que lo esperamos, limitando nuestra capacidad de planear las actividades.

### ESPACIOS LIMITADOS

El uso de vehículos de mediana (microbuses y combis) y baja capacidad (taxis y vehículos particulares) es mayor que el uso de vehículos de mayor capacidad como autobuses, metrobus, etc.

La figura 1.14 muestra una comparación gráfica de la necesidad de uso del área pública para el transporte de la misma cantidad de pasajeros para diferentes modos de transporte.

En promedio un vehículo particular transporta 2 pasajeros, aunque tenga una capacidad de 5 como mínimo, lo que implica un mayor espacio por pasajero, menor velocidad para ofrecer la misma capacidad, una vía congestionada, un mayor costo en vehículo por pasajero transportado, desplazamiento lento, pérdida de tiempo, estrés en los conductores, gasto excesivo de combustible y contaminación. Pensando ahora que la misma cantidad de personas fuera en autobús, la ocupación vial disminuiría, se hace un eficiente uso de los recursos sin contaminar, los tiempos disminuyen pues la congestión puede ser menor o desaparecer, se facilita el tránsito peatonal y al no haber tanto congestionamiento las vías se pueden acondicionar para ciclistas o cualquier otro tipo de transporte, pero garantizar que las personas prefieran viajar en un transporte masivo en lugar de sus propios vehículos requiere de ofrecer un servicio de calidad con atributos visibles y fáciles de reconocer como pueden ser: que el tiempo de traslado sea menor, que sea más seguro, menos cansado, que sea más económico, etc.

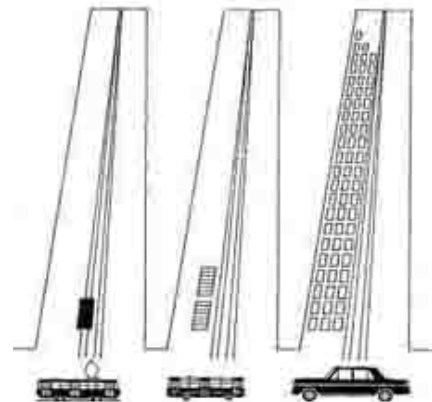


FIGURA 1.14  
Comparación gráfica de la  
demanda de espacios por tipo  
cantidad de pasajeros en  
diferentes vehículos




Tipo de vehículo	Ancho de vía necesario	Referencia grafica
Autos	175 m	
Buses	35 m	
Metros	9 m	

FIGURA 1.15 Comparación transversal del uso de espacio para la misma cantidad de personas en diferentes modos de transporte.

En la figura 1.14 se muestra una comparación gráfica entre la cantidad de vehículos y la demanda, mientras que la figura 1.15 muestra una comparación entre el espacio en las vialidades para abastecer a la misma cantidad de pasajeros.

#### 1.4. BENEFICIOS AL IMPLEMENTAR ITS

Cualquiera que sea el enfoque que se emplee, la región de estudio o la población involucrada, es innegable el impacto que en general tiene cualquier tipo de sistema de transporte. Dicho impacto oscila entre lo positivo y lo negativo dependiendo del punto de vista de la disciplina que haga la comparación. Todo sistema de transporte puede proporcionar ventajas o desventajas, por lo que es imprescindible la consideración y análisis cuidadoso de los aspectos que definen su impacto, a fin de reconocer el valor final de dichos sistemas de transporte. Consideraremos para este documento que los impactos positivos del transporte son mayores a sus desventajas por implementarlos.

A pesar de que el transporte por si solo trae consigo muchos beneficios, existen otras ventajas que pueden implementarse cuando se introducen sistemas inteligentes para eficientar su funcionamiento.

De forma rápida podemos decir que los ITS ofrecen 3 beneficios que los transportes convencionales no: (1) Solucionar los problemas de congestionamiento, (2) medio ambiente y (3) seguridad, pero dentro de estos 3 principales beneficios nos encontramos con otras consecuencias derivadas de la introducción de ITS, las cuales a grandes rasgos podemos dividir en sociales, ambientales y económicos. No porque los dividamos significa que son independientes uno del otro, de hecho están estrechamente relacionados.



## BENEFICIOS SOCIALES

Un enfoque social del sistema nos permite evaluar si ofrece beneficios reales a la sociedad en general, (públicos y privados), de forma que se refleje en una mejor calidad de vida en la población.

Un ejemplo claro es la movilidad. Las personas deben ser capaces de moverse desde su casa a su trabajo, la escuela, algún centro recreativo, el banco, etc., independientemente de su condición física, social o económica; en el caso de personas con necesidades especiales como los ancianos, discapacitados, de baja economía y personas que viven en lugares remotos y alejados de zonas urbanas, la movilidad es extremadamente importante, pues dificulta su desarrollo social, ellos deben tener las mismas oportunidades y opciones para viajar.

Una mejor movilidad les permitirá mejorar su calidad de vida y su capacidad para contribuir a la economía del país en vez de sólo depender de ella.

Otro beneficio social es la mejora en la calidad del aire, la cual ha representado un lujo en muchas zonas urbanas. Con el implemento de ITS la calidad del aire sería mejor y tanto la salud como la productividad de la población aumentarían.

Proporcionar información continua del funcionamiento del sistema puede aumentar la comprensión de los usuarios acerca de los problemas que se presentan dentro del transporte, no hay que dejar de lado que cuando las personas carecen de información no son conscientes de la calidad real que el servicio puede ofrecer y exigen que el sistema trabaje de una forma poco realista, lejos de ser parte de la solución, los usuarios se convierten en parte del problema.

En el caso de la seguridad, es evidente que si se garantiza un transporte seguro los usuarios harán más viajes a diferentes horas, se asegura la tranquilidad de la población y se fomenta el crecimiento cultural. A continuación se muestra una tabla donde se observa el porcentaje en que se redujeron los accidentes en diferentes regiones con la implementación de diversas tecnologías ITS.

TABLA 1.1 Tabla de los porcentajes de reducción de accidentes en diferentes partes del mundo con el uso de ITS

Tecnología ITS	Porcentaje	País o Región
<b>Monitoreo del Conductor</b>	41%	Europa
<b>Sistema para evitar colisiones</b>	17%	USA
<b>Mantenimiento del auto en su carril</b>	18%	Europa
<b>Monitoreo del clima</b>	30%	Europa
<b>Prevención de colisiones</b>	33%	USA
<b>Señales de control avanzadas</b>	75%	Japón

FUENTE Sistemas Inteligentes de Transporte, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía

Los avances tecnológicos, tales como los sistemas a bordo de vehículos que proporcionan información en tiempo real, como pueden ser los límites de velocidad vigentes, pueden contribuir a mejorar el control del tránsito, especialmente de los vehículos de carga y públicos, por ejemplo, los vehículos industriales ligeros (aquellos que transportan gas, gasolina, aguas residuales, etc.) son cada vez más numerosos en las carreteras, el riesgo de que se vean implicados en accidentes aumenta, una opción para minimizar el riesgo es estudiar la probabilidad de proveerlos de limitadores de velocidad en conformidad con criterios establecidos y que tomen en cuenta los beneficios colaterales en materia de medio ambiente.

### **BENEFICIOS ECONÓMICOS**

En el ámbito económico global, el poder de moverse entre océanos y a través de continentes desde un lugar hasta su destino representa una ventaja grande sobre todo para los mercados. Sin esta capacidad queda en duda la eficiencia para crecer o invertir dentro del país.

Otro aspecto que actualmente ocurre y que parece no importante, es el costo que implica la tecnología utilizada para mantener las emisiones contaminantes bajo control, el cual es alto para cualquier población, además de que ese dinero podría ser invertido en algún otro aspecto más redituable.

Aunque pareciera que en el ámbito económico los beneficios son únicamente para el gobierno no es así, implementar ITS en el transporte, también es una fuente de oportunidad para la iniciativa privada y para la sociedad en general. Las empresas de capital privado pueden aprovechar la oportunidad de participar en proyectos que integren ITS pues la rentabilidad es elevada, sobre todo porque la mayoría de las aplicaciones pueden cobrarse a los usuarios, quienes adquieren los beneficios finales, pues la inversión que hacen en seguridad, menor tiempo de traslado y calidad de viaje hace que las ganancias se vean reflejadas en otros aspectos como el tiempo que dedican a otras actividades (productivas o no), ahorro en combustibles y reducción en los gastos del viaje.

De esta manera es como los 3 sectores de la sociedad (población, sector privado y sector público) participan para obtener una rentabilidad diferente para cada uno de los enfoques que buscan, ya sea económico o social.

### **BENEFICIOS AMBIENTALES**

Como se ha venido mencionando en varias ocasiones, el medio ambiente ha sido un factor que se ha descuidado por mucho tiempo, la calidad del aire en varias regiones no es la adecuada puede mejorar si se reducen los tiempos de viaje y se utiliza tecnología en los vehículos para que éstos reduzcan sus emisiones a la atmósfera, asegurando una disminución en los tiempos de recorrido se disminuyen también los niveles de contaminación visual, sonora y por residuos sólidos.

Los beneficios ambientales serían enormes, no sólo para la salud humana, sino también para el equilibrio ecológico, el cual ha sido gravemente afectado.

## 1.5. ITS EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE

Los 3 diferentes medios de transporte, aunque se localizan en zonas físicas diferentes por llamarlo de alguna forma, tienen muchas similitudes. La mayoría de los problemas que se presentan dentro de cada uno son similares y por lo tanto sus soluciones también. Un ejemplo claro puede ser los problemas de tránsito, el modo carretero que es el que presenta mayores problemas de congestión, al igual que el marítimo pero en menor grado y actualmente el aéreo presenta graves problemas para la administración de espacios en terminales.

La aplicación de sistemas telemáticos en los años setenta para la comunicación en el transporte aéreo se ha difundido rápidamente a los demás modos de transporte. De hecho, podemos asegurar que no existe algún sistema de transporte en cualquiera de sus modos que no se beneficie de las ventajas generadas por los ITS.

Aunque parece idealista, se espera que los sistemas ITS faciliten la creación de estructuras intermodales, lo que no sólo beneficia a cada uno de los modos de transporte sino también a la cadena de transporte en su conjunto.

### AÉREO

En el caso de sistemas complejos, el mayor desarrollo se ha presentado en el transporte aéreo, como pionero y agente punta en esta tecnología, por la necesidad de ordenar el espacio aéreo con sistemas de localización y control de vuelo en las relaciones entre aviones y aeropuertos.

En el caso de este tipo de transporte es importante buscar una herramienta que permita aumentar la capacidad del espacio aéreo sin poner en riesgo la seguridad de los pasajeros y de la nave, lo que requiere que los sistemas telemáticos trabajen de forma coordinada.

Actualmente la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), ha realizado un gran número de inversiones para el desarrollo de un nuevo sistema de comunicación, navegación y vigilancia conocido como CNS/ATM (Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic System), el cual consiste en la comunicación de enlace de datos directos entre el piloto y el controlador de tránsito aéreo. Las comunicaciones incluyen autorizaciones sobre el control del tránsito, solicitudes del piloto e informes de posición. La comunicación durante el vuelo y el control de la navegación debe ser un elemento principal en las compañías aéreas y de gran ayuda a los usuarios.

Dentro de las actividades que se benefician por la implementación de ITS están:

- Compra previa de boletos y reserva de asientos.
- Información electrónica en diferentes dispositivos móviles sobre: actualización de itinerarios, clima, incidentes, etc.
- Sincronización con los diferentes medios de transporte en los modos restantes (taxis, autobuses, tren, etc.) de este modo se garantiza la movilidad.

- Sistemas de televisión, radio y video que permitan monitorear las terminales y controlar la seguridad.
- Información actualizada de los movimientos en las cargas y descargas de materiales.
- Ayuda en la navegación y la comunicación terminal-nave.
- Agilizar los trámites y documentación de entrada y salida de personas y mercancía.

## **MARÍTIMO**

El transporte marítimo forma parte de la logística internacional y representa el 80% del volumen transportado en el comercio mundial, sigue siendo la columna vertebral del comercio globalizado. El movimiento continuo de materiales y mercancías requiere de sistemas multimodales, es por eso que los avances tecnológicos se han centrado, por razones obvias, en el campo de las ayudas a la navegación y localización geográfica; tanto la seguridad, como la capacidad de las rutas han sido un elemento motor de estos sistemas.

Dentro del transporte marítimo debemos buscar una forma más competitiva de aprovecharla el potencial que este modo ofrece, los ITS facilitan actividades como las siguientes:

- Transporte de mercancías peligrosas
- Control y optimización de los movimientos de los contenedores
- Comunicación buque-tierra
- Ayudas a la navegación
- Apoyo en caso de accidentes o emergencias
- Documentos de carga y porte
- Gestión de operaciones en el puerto y su seguridad
- Difusión de información general tanto para usuarios como en el caso de la carga

La tabla 1.2 muestra algunos objetivos que diferentes actividades alcanzan en al implementar ITS en el medio marítimo de carga, así como la tecnología necesaria para hacerlo.

TABLA 1.2 Tabla de los sistemas ITS que se usan para cumplir con las necesidades de los puertos

Necesidad	Medio	Objetivo	Tecnología its
Trazabilidad/Seguridad de la carga	De la carga	Seguridad logística	Sellos electrónicos, apertura no autorizada
		Asegurar calidad de la carga	Sensores de temperatura, humedad, vibración
		Cargas peligrosas	Identificación electrónica Sistemas de gestión de flotas
	Del medio de transporte	Monitoreo de condiciones mecánicas	Sensores: nivel combustible, estado neumáticos, velocidad, alertas mecánicas
	De la infraestructura	Monitoreo de condiciones del tránsito Condiciones climáticas	Sistemas de gestión de tránsito Estaciones de medición de condiciones meteorológicas, lluvia, niebla, agua caída, presión atmosférica, etc.
Eficiencia en la operación de la infraestructura	Del conductor	Identificación Con conocimiento del estado de la ruta Horas de conducción	Sistemas de identificación automática Sistemas de información al viajero Sistemas de gestión de flotas
	De equipos (grúas, tráiler, otros)	Según características de la carga	Sistemas de identificación automática
	Peaje	Sin detención	Pago electrónico
	Pesaje	Sin detención	Pesaje en movimiento
Eficiencia en la operación de la infraestructura	Accesos a terminales	Menor tiempo de detención	Sistemas de identificación automática
	Pasos fronterizos, trámites aduaneros	Menor tiempo de detención	Sistemas de identificación automática
		Menos papeles	Ventanilla única Manifiesto electrónico
	Gestión logística en terminales	Asignación eficiente de recursos y espacio	Sistemas de operación de terminales Sistemas de identificación automática
		Reducción costos operacionales	Equipos guiados automáticamente
	Fiscalización	Selectiva Verificar carga	Sistemas de identificación automática Sistemas de procesamiento de imágenes
	Planificación	Información confiable	Sistemas de gestión de flotas
	Operación	Información en tiempo real	Sistemas de operación de terminales
			Transmisión de data electrónica Sistemas de comunidad portuaria
	Comercio	Electrónico	Transmisión de data electrónica Sistemas de comunidad portuaria

FUENTE: <http://www.eclac.cl/Transporte/noticias/bolfall/9/46619/FAL-305-WEB.pdf>

## TERRESTRE

Puesto que la mayor parte de las actividades del ser humano se realizan en tierra, el transporte terrestre sigue siendo el favorito para transportar mercancías y pasajeros, además de que es el último medio para llevar cualquier material o equipo a su destino final, además de que el uso del automóvil se ha convertido en una necesidad individual.

Los dos medios de transporte más utilizados en este medio son el ferroviario y el carretero.

## TRANSPORTE FERROVIARIO

El ferrocarril, por su especial característica, de constituir un sistema guiado linealmente, ha sentido desde su origen la imperiosa necesidad de regular sus circulaciones por razones de seguridad y es donde, los avances tecnológicos quizás han sido los más permanentes, apoyados en su singularidad de interacción continua entre vehículos y vía.

En el caso de las redes ferroviarias en las últimas décadas se ha innovado en cuestiones de seguridad, medio ambientales y control. Un buen ejemplo es el caso del tren de alta velocidad, el cual alcanza velocidades superiores a 200 km/h sobre líneas existentes actualizadas, y 250 km/h sobre líneas específicamente diseñadas para tal efecto, del mismo modo, la red europea de alta velocidad, busca mover un número mayor de pasajeros a mayores velocidades con un número menor de recursos tanto económicos como medio ambientales. Este medio de transporte ha demostrado ser más seguro que el aéreo pues en 40 años de operación sólo se han registrado 4 casos de accidentes mortales, es por eso que el reto de este tipo de transporte está en el servicio, lo que significa asegurar la frecuencia y puntualidad de paso.



Figura 1.16  
Tren de alta velocidad propuesto en Brasil

Actualmente las empresas ferroviarias están más preocupadas por mejorar la experiencia durante el recorrido, que del mismo sistema, implementando el acceso al servicio telefónico y de Internet desde el tren, proporcionando entretenimiento e información con equipo multimedia que puedan integrar imagen, voz y sonido, y de ser posible de forma interactiva sin perder de vista la vigilancia y control de los trenes.

Algunas de las herramientas que se han implementado dentro de este transporte son:

- Maquinistas y usuarios con servicios de navegación
- Interfaces amigables hombre-máquina
- Botones anti pánico
- Simuladores para la capacitación del personal
- Ubicación del tren en ruta, avisos de parada siguiente y tiempos estimados de llegada.

### **TRENES DE CARGA**

En Estados Unidos, los volúmenes a transportar son elevados y el foco de las empresas de transporte ferroviario está ubicado en el transporte de carga por sobre el de pasajeros. El ferrocarril mueve más toneladas-kilómetro en recorridos interurbanos que los camiones (alrededor de un 40% en los trenes y de 30% en los camiones).

En Japón y la Unión Europea, el transporte ferroviario de carga tiene una importancia marginal (en promedio no superior a un 10% del total de las toneladas-kilómetro), ya que gran parte de la infraestructura existente está utilizada por transporte ferroviario de pasajeros. En Europa no existe uniformidad en los criterios de operación para el ferrocarril, y se observan diferencias sustanciales según el país. Por ejemplo, Alemania favorece mucho más el ferrocarril de carga pero Francia le otorga prioridad al transporte de pasajeros de alta velocidad. A pesar de lo anterior, actualmente es una prioridad para la Unión Europea el potenciamiento del transporte ferroviario de carga.

Dentro de los beneficios para los ITS en este tipo de transporte tenemos:

- Monitoreo de unidades
- Seguridad en los contenedores
- Sistemas de rastreo de carga
- Apoyo visual y técnico al operador
- Comunicación terminal con el operador
- Registros de mantenimiento y revisiones periódicas

### **TRANSPORTE CARRETERO**

Sin duda el más beneficiado por la aplicación de ITS es este medio de transporte pues resulta atractivo para muchas empresas los beneficios por su aplicación, sobre todo para aquellas dedicadas a la venta de vehículos.

Todos y todo en algún momento se ha trasladado por este medio, es por eso el más recurrido y de mayor influencia en la vida diaria. Como es el medio con mayor número de aplicaciones y servicios a los viajeros, será tema principal del siguiente capítulo, pero eso no significa que sea el más importante, simplemente es en el que más se han hecho avances y se han obtenido mayor número de resultados, los cuales después son aplicados a los demás medios de transporte. En el siguiente capítulo se muestran las características más favorecidas con ITS, de cualquier forma a continuación se mencionan los beneficios que este transporte ha recibido:

- Monitoreo de vehículos y carga
- Envío y recepción de información correspondiente a la demanda y condición actual del tránsito vehicular
- Asistencia en el viaje (selección de la ruta óptima)
- Mejora en las actividades de asistencia a desastres
- Control de las emisiones
- Vigilancia y mantenimiento de la infraestructura
- Asistencia en el manejo (vehículos asistidos)
- Pagos de forma electrónica



## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Ahora que somos conscientes de los problemas actuales que se presentan en el transporte, y que las soluciones que se han venido dando, como son: construir más infraestructura o hacer más grandes los caminos existentes, no son suficientes y a veces ni siquiera son rentables pues variables como la demanda y los costos cambian desde la planeación hasta la ejecución del proyecto, necesitamos aplicar otro tipo de solución, la cual se propone sea el uso de sistemas inteligentes de transporte para:

1. Propiciar el uso de transporte público
2. Descongestionar las vías de acceso a diferentes áreas
3. Hacer más eficiente los tiempos de transporte tanto para los usuarios, empresas y elementos de seguridad
4. Mantener informados a los usuarios del transporte sobre las diferentes alternativas que tienen para llegar a su destino
5. Eficientar los procesos indirectos que tienen los transportes usando tecnologías para hacer más cómodo y fácil viajar, como: compra de boletos, programación de viajes, reserva de asientos, etc.
6. Hacer al transporte accesible para cualquier persona, sin importar su escolaridad, origen, capacidades físicas o cualquier otra limitante actual.

En resumen, necesitamos implementar ITS para poder cumplir con todos o la mayor parte de los atributos de los sistemas de transporte.

## *CAPÍTULO 2*

# *GRUPOS DE SERVICIO EN LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE*

### **Objetivo Capitular**

#### **2.1. Clasificación**

- Gestión del Tránsito y Demanda
  - Información previa al viaje
  - Información durante el viaje
  - Selección de Ruta
  - Reservaciones y Vehículos Compartidos
  - Información de Servicios al Viajero
  - Control de Tránsito
  - Administración de Incidentes
  - Regulación de Emisiones y Mitigación
  
- Gestión de Transporte Público
  - Administración del Transporte Público
  - Información en ruta del Transporte Público
  - Transporte Público Personalizado
  - Seguridad en el Transporte Público
  
- Pagos Electrónicos
  
- Gestión de Vehículos Comerciales
  - Procesamiento Electrónico de Vehículos Comerciales
  - Inspección Automática al Lado del Camino
  - Monitoreo de Seguridad a Bordo
  - Proceso Administrativo de Vehículos Comerciales
  - Servicio de Respuesta a Incidentes
  
- Respuesta a Incidentes
  - Notificación Automática de Emergencias y Personal de Seguridad
  - Administración de Vehículos de Emergencia
  - Respuesta a Desastres y Evacuación
  
- Sistemas Avanzados de Seguridad en los Vehículos

- Eliminación de Colisiones Longitudinales
  - Eliminación de Colisiones Laterales
  - Eliminación de Colisiones en Intersecciones
  - Mejoras visuales para evitar choques
  - Servicio de Alertas de Seguridad
  - Restricciones Antes de Impactos
  - Operación Automática del Vehículo
- Gestión de Información
  - Gestión de Construcción y Mantenimiento de Infraestructura

## **2.2. Proceso de Selección de Tecnología ITS**

## **2.3. Dispositivos ITS**

### **Conclusiones del Capítulo**

## OBJETIVO CAPITULAR

Definir los sistemas, características y proceso de selección de los grupos de servicio de los ITS para el modo carretero del transporte.

## 2. GRUPOS DE SERVICIO

Pasando de lleno a los servicios que los sistemas inteligentes de transporte ofrecen, a continuación se mencionan sus clasificaciones, aplicaciones, proceso de implementación y la interacción vehículo-infraestructura.

Vale la pena mencionar que estos servicios van dirigidos a los conductores, peatones y usuarios de los sistemas de transporte, quienes para este capítulo nombraremos viajeros. Se describirán los servicios y más adelante se describirán los medios en los que se ofrecen estos servicios.

### 2.1. CLASIFICACIÓN

La amplitud de aplicaciones que los sistemas inteligentes tienen en el transporte permite una gran cantidad de criterios de clasificación, desde la aplicación en los medios y modos, hasta su utilidad. Para reducir el número, sólo se mostrará la clasificación que se hace por categoría, pues es la más conocida y con mayor recurrencia en las referencias usadas en este documento.

El departamento de transporte de Estados Unidos define 8 categorías dependiendo de las funciones a las que van dirigidas los ITS:

TABLA 2.1 Clasificación de los grupos de servicios

FUNCIÓN	
1.- Gestión de Tránsito y demanda	Servicios para reducir la demanda de tránsito y congestionamiento en ciudades promoviendo el uso de otros medios de transporte.
2.- Gestión de Transporte Público	Servicio de administración del transporte público con programación de horarios y mecanismos de pago de tarifas
3.- Pagos Electrónicos	Servicio que permite el pago automático de forma electrónica de peaje o cuotas en autopistas, estacionamientos, etc.
4.- Gestión de Vehículos Comerciales	Servicio de apoyo para flotas y carga.
5.- Respuesta a Incidentes	Servicio que permite responder a accidentes u otras emergencias.
6.- Sistemas avanzados de seguridad en los vehículos	Servicios integrados a vehículos que permiten responder a emergencias y contribuir a la seguridad de viajeros y cargas
7.- Gestión de Información	Servicios enfocados al manejo de información y datos
8.- Gestión de construcción y mantenimiento de infraestructura	Servicio que permite un seguimiento de las operaciones en mantenimiento de infraestructura existente y construcción de nueva

Está claro que esta clasificación puede cambiar en un futuro puesto que muchas de las categorías y aplicaciones pueden modificarse, desaparecer o inventarse nuevas dependiendo de las necesidades de los usuarios. Reconocer esas necesidades es más importante que tratar de acotarlas a una clasificación.

Más adelante se detallará cada una de las categorías con ejemplos.

### *2.1.1. GESTIÓN DE TRÁNSITO Y DEMANDA*

Como el nombre lo menciona se definen servicios que permiten administrar la demanda y por lo mismo la circulación. Consta de nueve sistemas fundamentales:

1. Información previa al viaje [Pre-trip Travel Information, PTTI]
2. Información durante el viaje [En-Route Driver Information, DI]
3. Selección de ruta [Route Guidance, RG]
4. Reservaciones y vehículos compartidos [Ride Matching And Reservation, RMR]
5. Información de servicios al viajero [Traveler Services Information, TSI]
6. Control de tránsito [Traffic Control, TC]
7. Administración de Incidentes [Incident Management, IM]
8. Administración de la demanda de viajes [Travel Demand Management, TDM]
9. Regulación de emisiones y mitigación [Emissions Testing And Mitigation, ETM]

A continuación se describen cada una de las funciones de los sistemas arriba mencionados:

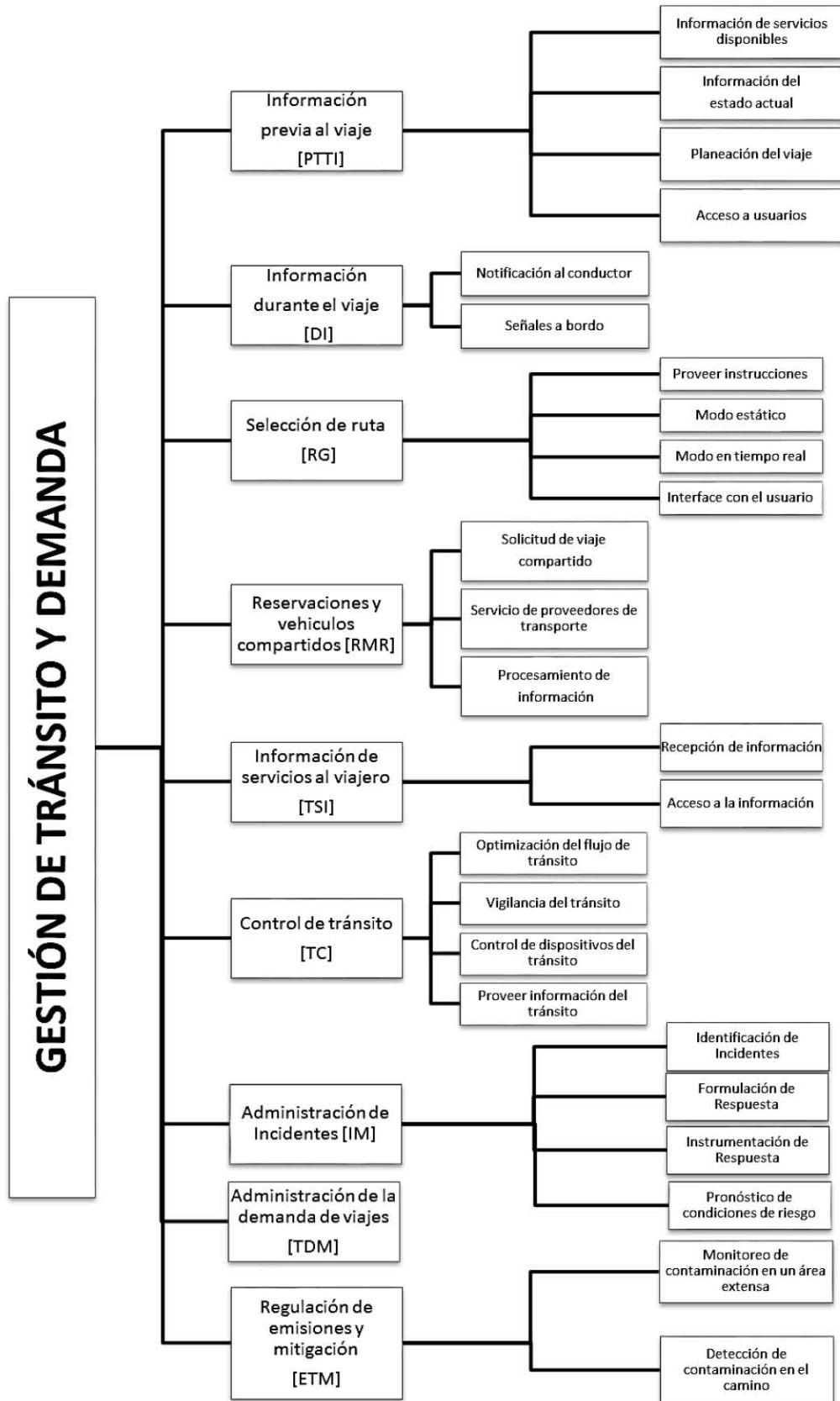
#### **1. INFORMACIÓN PREVIA AL VIAJE [Pre-trip Travel Information PTTI]**

Se refiere a toda aquella información que ayude a los viajeros a decidir sobre la ruta, el medio de transporte, estimaciones de tiempo, etc. Siempre y cuando se hagan antes de realizar el viaje. Consiste en cuatro funciones fundamentales:

##### **I. Información de servicios disponibles**

Se refiere al acceso de información sobre las actividades programadas de sistemas de transporte que se encuentren disponibles, los cuales son:

Esquema 2.1 Funciones que integran el sistema de gestión de tránsito y demanda



- Información de las opciones disponibles para realizar el viaje.
- Horarios disponibles de las rutas de transporte público.
- Información sobre transbordos o cruces importantes.
- Información sobre tarifas.
- Capacidades de los vehículos del transporte público.
- Información sobre el servicio de viajes compartidos.



Figura 2.1 Aplicación “Tránsito” para iOS con información del transporte público, México.

## II. Información del estado actual

Informar el estado actual del servicio es quizá la información más importante que se le puede dar al usuario, pues se muestra en tiempo real las condiciones en que trabaja el sistema, no las condiciones en las que se supone que debe trabajar. La información que proporciona es:

- Información más reciente sobre el estado de las rutas de tránsito.
- Condición actual de incidentes, accidentes y vialidades en construcción o mantenimiento.
- Condiciones de estacionamientos.
- Horarios de eventos próximos (conciertos, marchas, etc.).
- Condiciones climáticas.



FIGURA 2.2  
Moovit: app para planificar trayectos



### **III. Planeación del viaje**

Esta función se basa en las condiciones de viaje deseadas por el usuario basadas en parámetros, los cuales son:

- Itinerario estimado.
- Selección modal.
- Condiciones de viaje en tiempo real.
- Preferencias en horario, comodidad, economía y condiciones climáticas.

El sistema calculará un itinerario base y con forme el viaje se desarrolle y factores nuevos influyan se programarán itinerarios alternos.

### **IV. Acceso a usuarios**

Se refiere al acceso de la información desde múltiples ubicaciones mediante dispositivos portátiles y de diferentes medios electrónicos.

Ofrecer opciones para todos los usuarios de cualquier estatus social es reflejo de una participación equitativa, por supuesto, los medios de acceso a la información deberán cumplir con las legislaciones establecidas para cada caso.

El acceso a los usuarios puede ser mediante dispositivos móviles o tableros fijos en puntos clave para el acceso.

#### ***2. INFORMACIÓN DURANTE EL VIAJE [En-route driver information, DI]***

Puede decirse que uno de los mayores beneficios que se tienen con la implementación de sistemas inteligentes al transporte es la información que podemos obtener durante un viaje, todos en algún momento hemos sido víctimas de la desinformación y sus consecuencias, como transitar por una ruta donde ha ocurrido algún accidente, se encuentra congestionada o varias vialidades están cerradas. Esta información es de suma importancia sobre todo cuando estamos a tiempo de tomar otras alternativas.

Esta función permite a los viajeros contar con información una vez iniciado su viaje, donde puedan obtener rutas alternas, dependiendo de sus necesidades.

Este servicio consiste de dos funciones principales:

## I. Notificación al conductor

Se difundirá información relativa a las condiciones de lluvia, nieve, niebla, viento y agua en tiempo real de zonas próximas a la ruta elegida, de tal forma que el viajero pueda cambiar o continuar en la misma.



Figura 2.3 Display a bordo de vehículos con información relativa al clima durante el viaje

## II. Señales a bordo

Consiste en proveer asistencia a los individuos con visión reducida, familiarizar al viajero que no está acostumbrado a usar cierto tipo de transporte, ayudar a los viajeros en zonas donde exista poca visibilidad como en el caso de vientos fuertes, niebla, lluvias fuertes, temperaturas extremas y derrumbes. Mediante pantallas o algún dispositivo que de forma visual les indique la aproximación.

Igualmente existirán señales control y de advertencia. Las de control informarán sobre próximos cruces, semáforos, etc. En cambio las señales de advertencia notificarán al viajero sobre curvas peligrosas, topes, etc.



Figura 2.4 Sistema a bordo de vehículos con información de próximos cruces o advertencias

### **3. SELECCIÓN DE RUTA [Route guidance, RG]**

Este servicio proporciona al viajero instrucciones para realizar un viaje con cuya ruta no está familiarizado.

Recientemente se han creado softwares que nos ayudan a visualizar por medio del sistema GSP nuestra ubicación y los accesos que tenemos como opciones, esta función es conocida como selección de ruta.

El servicio de selección de ruta proporciona al viajero instrucciones sobre las maniobras que deberá realizar para llegar a su destino. El sistema consiste en que el usuario introduzca el destino y el sistema reconocerá su ubicación actual tomándola como punto de partida y sugiere al viajero una ruta dependiendo de las condiciones más favorables, las cuales pueden ser: distancia, condiciones climáticas, rapidez, etc.

El sistema toma en cuenta:

- Condiciones actuales de tránsito
- Estado actual del sistema de transporte público
- Horarios del transporte público
- Eventos importantes que puedan influir en el viaje
- Pasos peatonales
- Calles particulares
- Sentido de las vialidades

Es evidente que cada vez que un usuario opta por alguna ruta proporcionada o sugerida por el sistema, el sistema deberá usar la información del destino para estimar la demanda extra en la ruta y proporcionar un ruteo basado en esa nueva demanda.

Consta de cuatro funciones principales:

#### **I. Proveer instrucciones**

La selección de ruta proveerá instrucciones, tan detalladas como las necesite el viajero, para asegurar que llegue a su destino.

Esta función emitirá las instrucciones con base en la información actual recopilada de los demás sistemas de transporte, ya sea público o privado. La información que toma en cuenta este sistema es:

- Condiciones actuales de tránsito
- Estado actual de los sistemas de transporte público y sus horarios
- Eventos que puedan afectar el viaje (manifestaciones, conciertos, salidas escolares, etc.)
- Calles cerradas

- Identificación de zonas no peatonales, calles particulares, caminos, andadores, Instalaciones del transporte público, etc.

## II. Modo estático

Como no todos los usuarios cuentan con equipos portátiles, esta función consiste en dar información suficiente al viajero con base en la experiencia del sistema, es decir, se da por medio de mapas y horarios establecidos las salidas y llegadas del transporte desde un punto determinado, el cual es aproximado.

El viajero entonces reconocerá cuál es la ruta que mejor le conviene de acuerdo con su criterio.

## III. Modo en tiempo real

Consiste en dar información actual de la situación del sistema de transporte, por medio de unidades móviles. En este caso, como el sistema se basa en que el viajero cuenta con una unidad móvil, dicha unidad deberá tener la capacidad de recibir información y usarla para calcular una ruta adecuada.

Los sistemas móviles cuentan con la capacidad para que los viajeros construyan su propia ruta, informándoles de los tiempos y distancias de cada opción.



Figura 2.5 Google Maps con selección de ruta

#### IV. Interface con el usuario

Esta función permite que los viajeros tengan acceso al sistema mediante dispositivos interactivos, los cuales pueden ser:

- Exhibición visual (display)
- Teclados (keypads)
- Dispositivos sensibles al tacto (touch devices)
- Voz generada por computadora
- Sistema de reconocimiento de voz

#### 4. RESERVACIONES Y VEHÍCULOS COMPARTIDOS [*Ride matching and reservation, RMR*]

El servicio de viaje compartido consiste en la asignación de un vehículo para diferentes viajeros que tienen un mismo destino o destino cercano, por ejemplo taxis compartidos. El servicio RMR incluye la reservación y asignación de vehículos, así como el pago de una tarifa general a los proveedores del servicio.

El servicio proporciona al viajero opciones de proveedores de viajes compartidos y sus tres funciones principales son:

##### I. Solicitud de viaje compartido

El viajero solicita por medio de una aplicación móvil un vehículo para el viaje que va a realizar, deberá incluir información adicional como es: hora de salida y llegada, origen, destino, restricciones o preferencias. El sistema brindará al viajero opciones disponibles para compartir el viaje y enlace conductor-viajero que permitan el contacto instantáneo entre ambas partes.

##### II. Servicio de proveedores de transporte

Este servicio va dirigido a los proveedores del transporte compartido, con él podrán llevar un control de los vehículos, los viajeros y la contabilidad de los viajes mediante un despacho central, de tal forma que los fraudes y los temas de seguridad se basen en instrumentos electrónicos como son: terminales de pago, revisión de identificaciones y reportes financieros automáticos.

##### III. Procesamiento de información

Con base en los viajes realizados y la demanda de los mismos se obtendrá una base de datos procesada que enlaza las preferencias de los usuarios, los horarios pico y las solicitudes anticipadas del servicio, con los horarios de los demás modos de transporte.

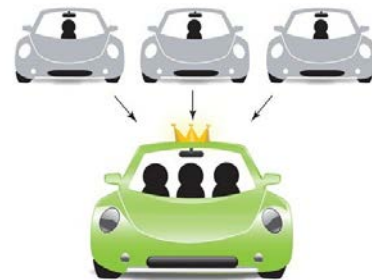


FIGURA 2.6  
Eficiencia de espacios al usar  
un servicio de vehículo  
compartido

## 5. INFORMACIÓN DE SERVICIOS AL VIAJERO [*Traveler Services Information, TSI*]

Este sistema tiene el objetivo de mejorar la calidad del viaje, distribuyendo información del tránsito y haciendo una mejor distribución del flujo vial. Esta función en especial tiene la finalidad de proporcionar al viajero información de servicios e instalaciones que puede encontrar durante el viaje, ya sea previo al inicio del viaje o durante.

La información que deberá recibir el viajero, de cualquier medio, sobre una ruta es:

- Información de congestionamiento
- Tiempo para llegar al destino
- Ubicación de centros importantes como estacionamientos y paradas de transporte público cercanas
- Lugares, comercios, restaurantes, etc.

Para mantener actualizados los servicios este sistema deberá incluir dos funciones principales:

### I. Recepción de información

Mantiene una base de datos local de los servicios disponibles así como de su estado actual y disponibilidad. Esta opción sería de gran ayuda en el caso de los turistas.

Con esa base de datos y ya localizado el servicio, el viajero deberá tener la posibilidad de hacer reservaciones, compra de boletos, etc., de modo que este sistema optimizará los tiempos y reducirá las incertidumbres tanto para los usuarios como para aquellos que proveen el servicio.

### I. Acceso a la información

Se refiere a la facilidad para localizar un servicio y acceder a información sobre su ubicación, calidad y horarios de servicios específicos, como pueden ser: hospedaje, alimentos, estacionamiento, lugares recreativos, eventos, hospitales, gasolineras, etc.

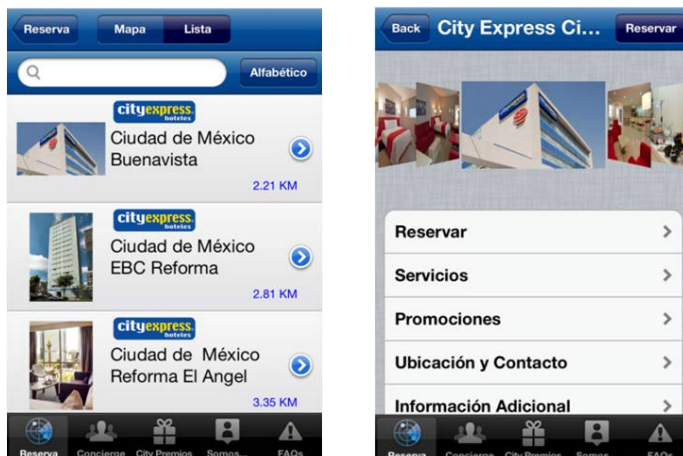


FIGURA 2.7  
Aplicación para la  
búsqueda de hoteles en  
ruta.



## 6. CONTROL DE TRÁNSITO [Traffic Control, TC]

Este sistema administra el movimiento del tránsito en calles y carreteras. Se basa en controles en calles a nivel, tales como señales de tránsito, sistemas adaptables de control y técnicas de control de autopistas que auxilien a los viajeros para no encontrar congestionamientos viales, implementando controles de señales óptimas para la red vial en áreas muy congestionadas y áreas con vialidades dañadas.

Para administrar el tránsito se utiliza la navegación móvil para los conductores que cuenten con equipos a bordo y con unidades de difusión para aquellos que no cuenten con uno.

Incluye cuatro funciones:

### I. Optimización del flujo de tránsito

Tiene como propósito maximizar la eficiencia del tránsito minimizando los tiempos en demora, el uso de energéticos y por lo tanto los impactos en la calidad del aire, dando preferencia a los vehículos de transporte público y de alta ocupación.

Deberá apoyarse en la función de Vigilancia de Tránsito para poder predecir los patrones de viaje y poder monitorear el tránsito en áreas geográficas extensas con el objetivo de facilitar el desvanecimiento del congestionamiento de tránsito.



Figura 2.8 Cámaras para la vigilancia del tránsito en cruces importantes y semáforos

### II. Vigilancia del tránsito

Su propósito es recolectar datos que retroalimentarán los procesos de control detectando vehículos con precisión, en tiempo real. La detección de vehículos debe incluir la capacidad para determinar los que son de alta ocupación, su velocidad, etc., en un área definida.

El área vigilada recopilará datos suficientes para que el sistema pueda reconocer las condiciones reales de los segmentos de la vialidad o el camino.



Figura 2.9 Sistemas de reconocimiento de situaciones reales de tránsito

### III. Control de dispositivos del tránsito

Su propósito es ejercer control sobre cualquier dispositivo que incluya la capacidad de control en tiempo real adaptativa del tránsito, incluyendo la modificación rápida de parámetros de señalización para responder a los requerimientos de tránsito.

Esta función tiene la capacidad de controlar señales dinámicas de tránsito y la infraestructura, tales como, carriles reversibles, restricciones de vuelta, etc.

El control debe instrumentarse de tal forma que permita que los vehículos de transporte público, de alta ocupación y los de atención de emergencia tengan preferencia sobre otros vehículos.



Figura 2.10 Semáforo reconoce a un vehículo de emergencia y envía una notificación al centro de control para valorar el cambio de estado.

#### **IV. Proveer información del tránsito**

Su objetivo es proporcionar información de control de tránsito a otros elementos del ITS, como la navegación a bordo, planeación de viaje, sistema de ruteo y administración de flotas.

##### **7. ADMINISTRACIÓN DE INCIDENTES [*Incident Management, IM*]**

Se refiere a los servicios que se ponen a disposición del viajero y que están relacionados directamente con la detección, notificación y respuesta a incidentes, no necesariamente de emergencia, que ocurren en carreteras o lugares cercanos a ellas.

En muchas ocasiones se generan desastres secundarios por un accidente de tránsito, lo cual puede prevenirse con una detección rápida del accidente, un control de tránsito pertinente en la zona y con la distribución de información entre los conductores a través de equipos a bordo de los vehículos y las unidades de difusión de información como radio, televisión, mensajes de texto, etc.

La administración de incidentes deberá:

- Identificar la magnitud
- Formular acciones de respuesta
- Apoyar a la coordinación y seguimiento de las acciones

Consiste en cuatro funciones principales:

##### **I. Identificación de Incidentes**

Se refiere a la capacidad de identificar los incidentes que ocurren o posibles incidentes. Deberá determinar y monitorear continuamente el impacto del flujo de tránsito actual y esperado de cada incidente. Esta función tiene que emplear información de las siguientes fuentes, cuando estén disponibles:

- Sensores de Flujo de Tránsito
- Sensores Ambientales
- Seguridad Pública
- Fuentes de Información Climáticas
- Proveedores de Transporte
- Patrocinadores de Eventos Especiales
- Algoritmos de predicción de condiciones de riesgo
- Viajeros

Para los posibles incidentes, se deberán identificar las características siguientes:

- Tipo
- Extensión
- Severidad
- Ubicación
- Duración Esperada

## II. Formulación de Respuesta

Esta función deberá diseñar acciones de respuesta apropiada a cada incidente identificado y considerar qué acciones son pertinentes. Proporcionará y facilitará la información necesaria para detectar posibles accidentes, minimizar incidentes, sus impactos y los recursos requeridos para su administración.

Gestionará la respuesta de vehículos de emergencia así como el control de señales y cualquier otro control de tránsito que reduzca el impacto del flujo de tránsito en un incidente.



Figura 2.11 Semáforo reconoce a un vehículo de emergencia y transmite una onda de advertencia que pone los semáforos consecuentes en verde

## III. Instrumentación de Respuesta

Administra las acciones y coordina la respuesta a incidentes de todas las instituciones que participan en la respuesta. Proporcionará el estado de todos los recursos necesarios de cada uno de los organismos que deberán participar en la respuesta al incidente. Será el vínculo entre la administración y los servicios al usuario necesarios para instrumentar las acciones de respuesta a incidentes. Deberá compartir la información entre todos los organismos y servicios.

## IV. Pronóstico de Condiciones de Riesgo

Se debe pronosticar las condiciones de riesgo que incluyan: la ubicación en tiempo y espacio de las condiciones de riesgo que puedan provocar un incidente, como ejemplo un derrumbe en zonas montañosas en época de lluvias.

## **8. ADMINISTRACIÓN DE LA DEMANDA DE VIAJES [Travel Demand Management, TDM]**

Este sistema generará datos y comunicará estrategias de control y administración que apoyen y faciliten la implantación de programas, políticas y reglamentación de administración de demanda de viajes. Los datos incluirán: tiempos de viaje, ocupación del vehículo, disponibilidad de estacionamientos, niveles de contaminación vehicular, entre otros.

Consiste de dos actividades principales: Incremento de la eficiencia del sistema e Incremento de las opciones de movilidad

La **eficiencia del sistema** se traduce en funciones tres funciones principales: Comunicaciones, Proceso y Control de sensores.

**COMUNICACIONES**, es decir, la capacidad de enviar y recibir la información necesaria (condiciones ambientales, políticas cambiantes, condiciones actuales de la demanda, etc.) para poder administrar y tener control en respuesta a las políticas y reglamentaciones establecidas. Esta información es necesaria para incluir acciones en: estacionamientos, carriles de alta ocupación, rutas de transporte público, casetas de cobro, terminales aéreas, terminales de vehículos compartidos, etc.

El sistema será capaz de recolectar información por medio de: sensores, monitoreo de vehículos individuales, disponibilidad en estacionamientos, o cualquier otro medio, de tal forma que se puedan obtener datos actuales del sistema y responder a la demanda.

La función de comunicaciones deberá tener la capacidad de comunicarse con otros servicios al usuario como son: Información previa al viaje [Pre-trip Travel Information], Información durante el viaje [En-Route Driver Information, DI], Selección de ruta [Route Guidance, RG], Reservaciones y vehículos compartidos [Ride Matching And Reservation, RMR], Control de tránsito [Traffic Control, TC] y Regulación de emisiones y mitigación [Emissions Testing And Mitigation, ETM].

**PROCESO**, corresponde a la capacidad del sistema que permite desarrollar estrategias que cubran las necesidades de: usuarios y proveedores de transporte público, usuario y proveedores de transporte privado, aspectos legales y la ley de privacidad de modo que la demanda en algunas zonas disminuya.

Una de las implementaciones puede ser: fijación de tarifas en carretera que responda a las necesidades de control de tránsito o incluso horas del día con tarifa gratis, de este modo se garantiza que la demanda cambie en ciertas zonas, además de que se tiene un control sobre las emisiones a la atmósfera.

Para poder realizar estas modificaciones a la demanda, son necesarios datos de sensores y el monitoreo constante de los vehículos individuales.

**CONTROL**, una vez recopilada la información y tratada, se deberá de informar al viajero sobre las modificaciones hechas en el sistema, como el cambio de tarifas, lugares de estacionamiento

preferenciales, niveles de contaminación ambiental, ocupación de vehículos, etc. De tal forma que se mantengan informados, para ellos es necesario el uso de dispositivos de control como el display, mensajes de texto, anuncios en radio y televisión, etc.

### **9. REGULACIÓN DE EMISIONES Y MITIGACIÓN [Emissions Testing And Mitigation, ETM]**

Esta función tiene la finalidad de reforzar las estrategias gubernamentales de control en la calidad de aire, consiste de un monitoreo de emisiones en un área extensa. La información recopilada se enviará al sistema de Administración de la demanda de viajes [Travel Demand Management, TDM] para que los organismos con dicha facultad puedan obligar a los infractores a cumplir con los estándares establecidos. Este servicio debe implementarse con dos funciones más:

#### **I. Monitoreo de contaminación en un área extensa [Wide Area Pollution Monitoring, WAPM]**

Es la encargada de determinar el nivel de emisiones generadas en un área y localizar las emisiones que excedan los estándares permitidos. Del mismo modo deberá llevar un control estadístico sobre la calidad del aire y llevar el historial de aquellos viajeros que no hayan cumplido con lo establecido.

#### **II. Detección de contaminación en el camino [Road Pollution Assessment, RPA ]**

Es la encargada de detectar los vehículos en movimiento que no cumplan con los estándares establecidos, dentro de un área de monitoreo. Deberán apoyarse de bases de datos como son: datos de registro del vehículo, relación de emisiones permitidas para un vehículo dado, lectura de las placas vehiculares e historial del conductor.

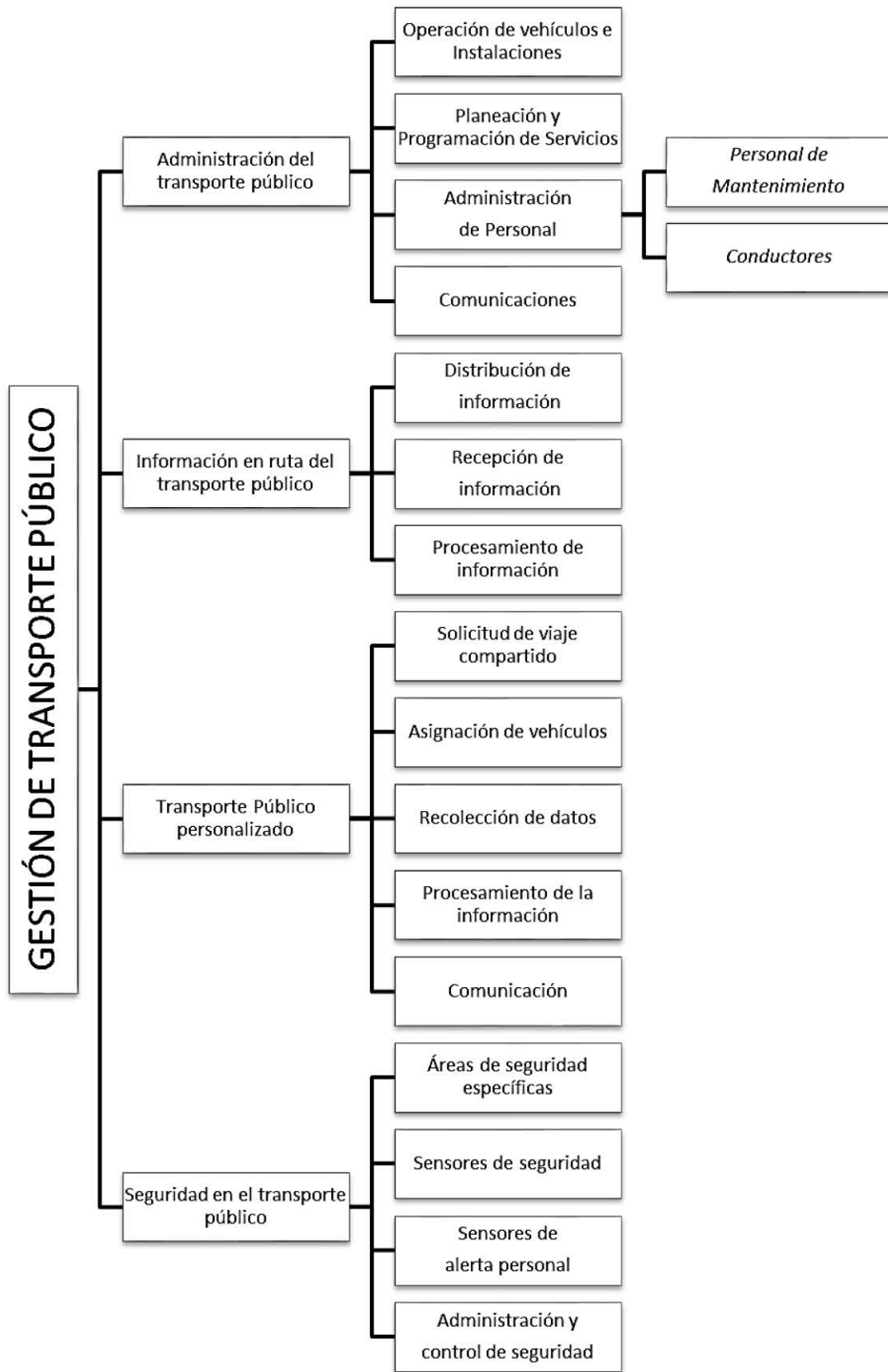
La RPA podrá informar a los conductores que no están cumpliendo con el estándar de emisión permitido para su vehículo mediante señales al lado del camino, mensajes de texto o dispositivos a bordo del vehículo, y de ser necesario, tendrá la facultad de multar al conductor por medio del historial de registro.

### **2.1.2. GESTIÓN DE TRANSPORTE PÚBLICO**

En muchos de los reglamentos de tránsito actuales se da preferencia a los sistemas de transporte público antes que los particulares o de carga, pues mueven un número mayor de personas y ofrecen un servicio a personas de diferentes estatus sociales y condiciones físicas, lo que permite que un mayor número de personas se desplacen con un número menor de recursos y espacios.

A continuación se mencionan los cuatro sistemas que abarcan este grupo de servicio:





Esquema 2.2 Funciones que integran el sistema de gestión de tránsito público

1. Administración del transporte público [Public Transportation Management, PTM]
2. Información en ruta del transporte público [En-Route Transit Information, TI]
3. Transporte Público personalizado [Personalized Public Transit, PPT]
4. Seguridad en el transporte público [Public Travel Security, PTS]

A continuación se describen cada uno de los sistemas y sus funciones principales

### **1. ADMINISTRACIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO [Public Transportation Management, PTM]**

El servicio al usuario de administración del transporte público [Public Transportation Management, PTM] comprende transporte público urbano, suburbano y rural de ruta fija, operados por sus diferentes modos de transporte (autobús, tren pesado, tren suburbano, etc.). También se beneficiarán de estos servicios aquellas formas de transporte de distancia corta que no involucren a un solo ocupante.

El transporte público deberá contar con horarios establecidos de acuerdo con la demanda, un vehículo adecuado y en buenas condiciones y zonas factibles de salida y transbordo.

La información cómo: Estatus de Operación, Ocupación de Asientos, Tarifas y Disponibilidad se transmitirá a unidades móviles, equipos a bordo y unidades de difusión de información instaladas en los caminos, paradas de autobús y áreas de servicios en carretera.

Consiste de cuatro funciones:

#### **I. Operación de vehículos e Instalaciones [Operation of Vehicles and Facilities, OVF]**

Consiste en habilitar la automatización de operaciones de vehículos e instalaciones para poder recolectar datos, como:

- Pasajeros que ingresan al vehículo por parada o segmentos del viaje
- Tiempos de recorrido entre puntos de referencia, preferentemente paradas
- Recolección de tarifas por categoría de tarifa
- Condición de operación del conductor en ruta
- Kilometraje o millaje por autobús
- Ubicación de vehículos en tiempo real

Es sumamente necesaria la capacidad de comando y control, el cual como puede deducirse permite dar órdenes y tener control sobre los vehículos en tiempo real.

Con estos datos recolectados podemos detectar cualquier desviación en las condiciones de operación predeterminadas, dar aviso al control central y difundir cualquier desviación detectada, de esta forma se podrán emitir automáticamente instrucciones correctivas al conductor como cambios de ruta y de paradas (siempre buscando el escenario óptimo para retornar a lo programado), y al viajero de cualquier cambio ocurrido en el sistema de transporte.

## II. Planeación y Programación de Servicios [Planning and Scheduling Services, PSS]

Consiste en automatizar la fijación de horarios, es decir, la ruta tiene un horario establecido de salida de vehículos, pero la llegada a cada una de las paradas tendrá que ser actualizado con datos obtenidos en tiempo real, los cuales podrán visualizar los viajeros en unidades móviles o en paradas por medio de pantallas o tableros.



Figura 2.12 Aplicación que sirve para programar rutas en transporte público

## III. Administración de Personal [Personnel Management, PM]

Se encarga de gestionar los trabajos de conductores y personal de mantenimiento, por lo cual podemos dividirlo en dos funciones más:

### *i. Administración de Personal de Mantenimiento [Maintenance Personnel Management, MPM]*

Esta función permite dar un seguimiento de los kilómetros de recorrido por vehículo, con estos datos se puede generar de forma automática un programa de mantenimiento preventivo, el cual provea al personal de mantenimiento las actividades que se deben realizar y los técnicos que están capacitados para hacerlas. El sistema mantendrá un registro y verificará que los trabajos de mantenimiento hayan sido ejecutados.

### *ii. Administración de Conductores [Driver Personnel Management, DPM]*

Esta función facilita la asignación de conductores a rutas y vehículos de modo equitativo, tratando de minimizar el trabajo y los costos extra. Tomando en cuenta las horas de trabajo de cada conductor, la preferencia de horario, entre otros.

De esta forma también se dará seguimiento al cumplimiento de horarios de trabajo de cada conductor.

### ***iii. Comunicaciones***

Esta función se encarga de mantener comunicación entre el vehículo y la central de control, así como del envío de datos entre los vehículos y las instalaciones de control como en el caso de la ubicación de vehículos por medio de sensores, con el fin de obtener y procesar información para su análisis.

En el caso de la detección de emergencias, esta función permite a la central de control informar a la policía, bomberos, paramédicos, o cualquier otro servicio por medio de una notificación de alarma silenciosa.

## **2. INFORMACIÓN EN RUTA DEL TRANSPORTE PÚBLICO [En-Route Transit Information, TI]**

Su función es proporcionar información al viajero en tiempo real del transporte público, de esta forma podrá optar por la alternativa que mejor se acomode a sus necesidades una vez que ya está en ruta. Consiste de tres funciones principales:

### **I. Distribución de información**

Se refiere a la capacidad del sistema de difundir la información a todos los viajeros por medio de una sola fuente de información, con el objetivo de garantizar consistencia.

La información que se deberá proporcionar tiene el objetivo de facilitar los transbordos y modificaciones intermodales en el viaje y se proporcionará por parte de dispositivos móviles (celulares, tabletas, dispositivos a bordo, etc.) o en paradas de transporte público.

Los equipos de difusión de la información deberán adaptarse de tal modo que todos los viajeros puedan acceder a ella, como es el caso de discapacitados físicamente.

### **II. Recepción de información**

Por medio de sensores y monitoreo de la demanda y tránsito, se recibirá información continua y actualizada del estado real del sistema de transporte público incluyendo todos los modos posibles y todos los proveedores de servicios dentro de un área claramente delimitada.

### **III. Procesamiento de información**

Una vez obtenida la información actual del estado del sistema, se deberán analizar y procesar, de modo que se reprogramen las operaciones de transporte público, incluyendo horarios y opciones de transbordos. Después esa información pasa a ser la base de la distribución al viajero.

### 3. TRANSPORTE PÚBLICO PERSONALIZADO [Personalized Public Transit, PPT]

El transporte público compartido se refiere a la capacidad de proveer a los viajeros compartir un vehículo privado (de algún proveedor) con otras personas que tienen el mismo destino o pasan por misma ruta de forma cotidiana o recurrente, por lo que el transporte define una ruta personalizada. Consta de 5 funciones principales:

#### I. Solicitud de viaje compartido

Permite a un viajero de forma individual por medio de algún equipo móvil solicitar un viaje compartido especificando el origen, destino, fecha y hora, y de ser necesario señalar requerimientos especiales.

El sistema deberá notificar al solicitante que se ha realizado la petición, si es factible o no, y la hora de arribo del vehículo al lugar solicitado. La confirmación del servicio se hará una vez que el vehículo esté próximo al lugar acordado.

#### II. Asignación de vehículos

El sistema deberá enviar la información de cada solicitud de viaje compartido al proveedor, quien será capaz de administrar la ocupación de los vehículos de acuerdo con la demanda y requerimientos de los viajeros, y asignará la ruta y paradas correspondientes a cada vehículo.

La asignación de vehículos deberá contar con un sistema en tiempo real que permita cubrir solicitudes de viajes inmediatos, cuando se tenga la capacidad disponible para un viajero o carga adicional.

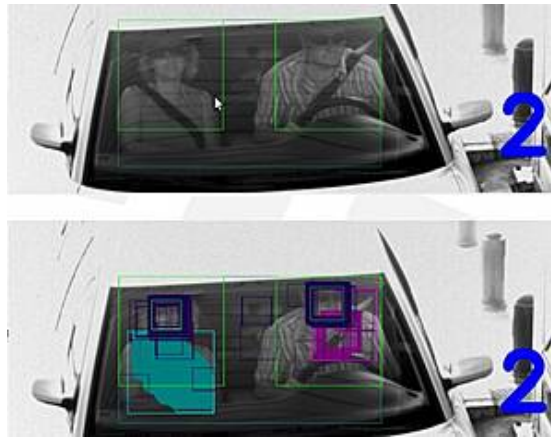


Figura 2.13 Sistema de reconocimiento de ocupación en los vehículos

#### III. Recolección de datos

Por medio de sensores a bordo del vehículo el proveedor del servicio en su central de monitoreo podrá obtener la ubicación exacta, el número de ascensos y descensos, así como el cobro de tarifas de cada viaje.

La recolección de datos procesará y almacenará la información recopilada para que estén disponibles, si es necesario, hacer un ajuste en la reprogramación de rutas o tarifas.

#### **IV. Procesamiento de la información**

El procesar la información tiene la finalidad de reducir el tiempo que el viajero tarda en llegar a su destino por motivo de las paradas continuas de ascenso de otros viajeros. Se llevará un registro con los datos obtenidos en la recolección y de ser necesario, se enviarán varios vehículos a una misma zona.

#### **V. Comunicación**

Permite vincular a todas las funciones en una misma entidad, brindará la capacidad de comunicarse entre los choferes de los vehículos y la unidad central y viceversa por medio de voz y comunicación de datos, además de que la central podrá monitorear el interior de los vehículos por medio de cámaras de video y sonido de forma que se garantiza una vigilancia constante de pasajeros y conductores.

### **4. SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO [Public Travel Security, PTS]**

Incluye la protección en calles con riesgo criminal, mantener un ambiente de seguridad real y percibida, y desarrollar medidas para responder a incidentes. Consta de 4 funciones principales:

#### **I. Áreas de seguridad específicas**

Se deberá llevar un monitoreo de las áreas físicas relacionadas con el transporte público, teniendo especial cuidado en las siguientes áreas:

- Paradas del vehículo
- Estacionamiento y ascenso de personal y viajeros
- Sitios de Transbordo

Todas las áreas deben contar mínimamente con alarmas activas para viajeros y alarmas silenciosas a bordo del vehículo que pueda activar el conductor.

#### **II. Sensores de seguridad**

Permite la implementación de sensores que alerten a los operadores y a la policía de posibles amenazas al vehículo y los viajeros, Los sensores contarán con sistemas de audio y video ubicados en puntos clave.





Figura 2.14 Sistemas de audio y video en vehículos de transporte público (Madrid, España)

### III. Sensores de alerta personal

Estos sensores están pensados para los transportes compartidos, su objetivo es poder identificar a todos los viajeros que hacen uso del mismo vehículo por lo que debe de hacer uso de tarjetas electrónicas para poder identificarse así como poder pagar por medio de pagos electrónicos y reducir el manejo de efectivo.

### IV. Administración y control de seguridad

Esta función permite recibir información de alarma mediante sistemas de comunicación electrónica.

Todos los vehículos de transporte público deben ser monitoreados por el proveedor del servicio así como por centrales de policías, el monitoreo deberá ser continuo para poder asistir en respuesta a incidentes terroristas.

La seguridad nacional también deberá hacer uso de esta función en casos extremos para que los proveedores de servicios de transporte público colaboren con el ejército y los organismos de respuesta a emergencias dirigiendo y controlando las operaciones de las flotas a su cargo.



Figura 2.15 Botones anti pánico en los vehículos y sensores personales (Buenos Aires, Argentina)



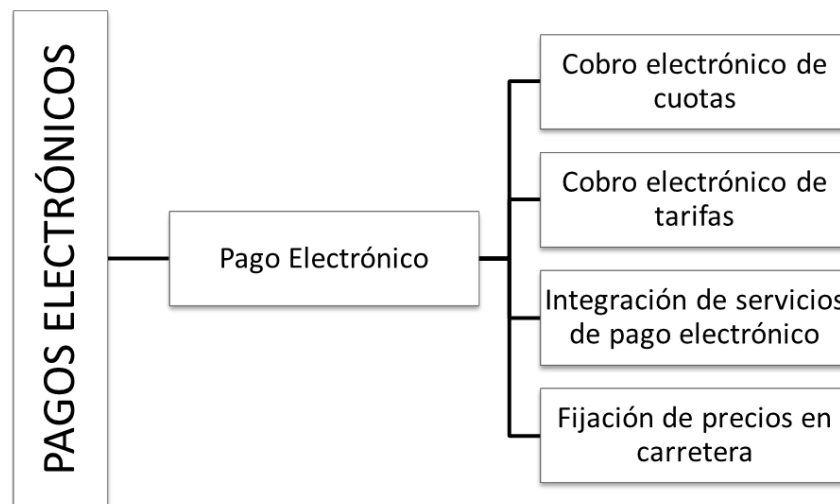
### 2.1.3. PAGOS ELECTRÓNICOS

Este grupo de servicio proporciona a los viajeros un medio común de pago electrónico para todos los modos y servicios de transporte. Consiste de un solo servicio:

#### 1. Pago Electrónico [Electronic Payment]

Permite a los viajeros pagar los servicios de transporte por medio de medios electrónicos reduciendo el riesgo de cargar efectivo, el tiempo de espera en casetas de cobro y el número de impresiones debidas a boletos.

Su función es llevar a cabo el cobro sin que el vehículo o el viajero se detenga en las casetas o módulos de compra de pases de abordar o boletos, eliminando así el congestionamiento tanto vehicular como de tránsito en zonas peatonales. De esta forma se mejora la comodidad del viajero y se disminuyen los costos administrativos.



Esquema 2.3 Funciones que integran el sistema de pagos electrónicos

Consiste de 4 funciones principales:

#### I. Cobro electrónico de cuotas [Electronic Toll Collection, ETC]

Permite a los viajeros pagar cuotas sin detener sus vehículos y que el costo de las cuotas se estructure de acuerdo con las necesidades determinadas localmente o por la demanda.

El sistema confirmará la transacción a cada cliente, identificará los vehículos que violen el proceso de pago, adecuará el costo a los transportistas comerciales y permitirá automáticamente el acceso y verificación de la documentación requerida de cada vehículo comercial. Sin embargo, tendrá que instrumentarse de tal forma que reduzca el costo por cobro de cuotas y minimice las oportunidades de fraude.

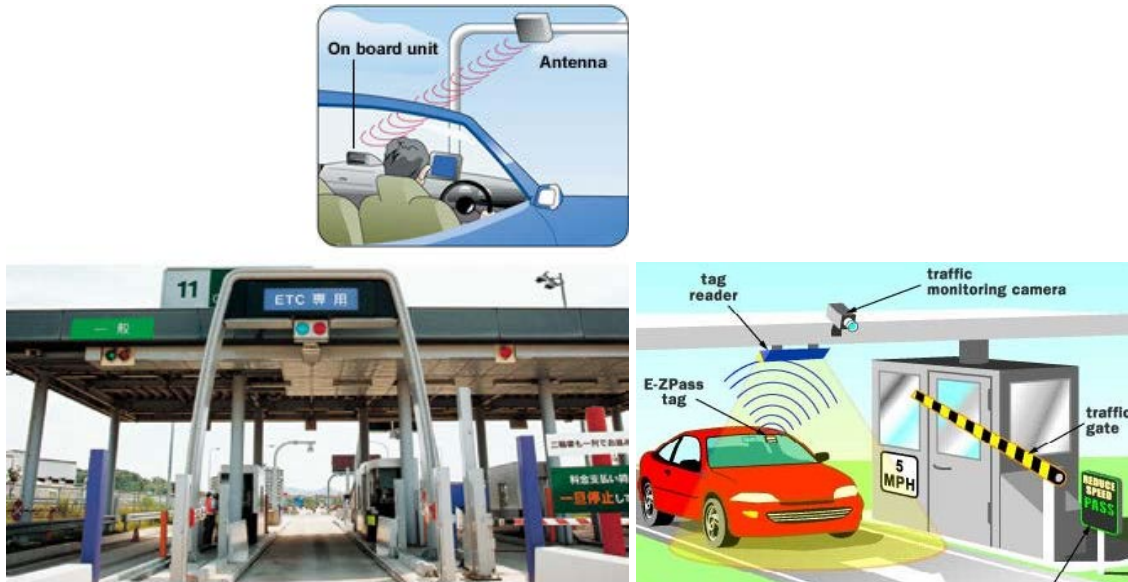


Figura 2.16 Sistema de cobro electrónico de cuotas (Japón)

## II. Cobro electrónico de tarifas [Electronic Fare Collection, EFC]

El viajero será capaz de usar una tarifa media compatible para todos los servicios de transporte de superficie. Para aquellos sistemas que dependiendo de la demanda aumentan o disminuyen su costo se deberá notificar al viajero y verificar que esté de acuerdo con el monto establecido.

## III. Integración de servicios de pago electrónico [Electronic Payment Services Integration, EPSI]

Permitirá fusionar el cobro de varios sistemas de transporte en un solo sistema integrado de tarifas y cuotas de varios organismos. Deberá desarrollar estrategias de precios que favorezcan a ciertos modos de transporte y en ciertas horas.

El reto de esta función es asegurar su implementación en múltiples organismos con la ayuda del gobierno sin límites políticos, sin que se disminuya la calidad del servicio.

## IV. Fijación de precios en carretera [Roadway Pricing, RP]

Tiene la finalidad de instrumentar varias políticas que permitan fijar una cuota estándar en carreteras, a menos que la demanda exija que se haga variable en alguna.

		vehicle type	toll payable	
			single vehicle	with trailer
motor cycles			free	free
MGW under 3.5 tonnes	2 axles		£1.50 cash 75p	£3.00 cash £1.50
MGW over 3.5 tonnes	2 axles		£3.70 cash £1.85	£7.40 cash £3.70
	3 axles		£6.00 cash £3.00	£12.00 cash £6.00
	4 or more axles		£8.20 cash £4.10	£16.40 cash £8.20

Quad bikes, trikes and motorcycles with sidecar charged as car.

If you are unsure of the classification of your vehicle please contact the Bridge Office 01752 361577

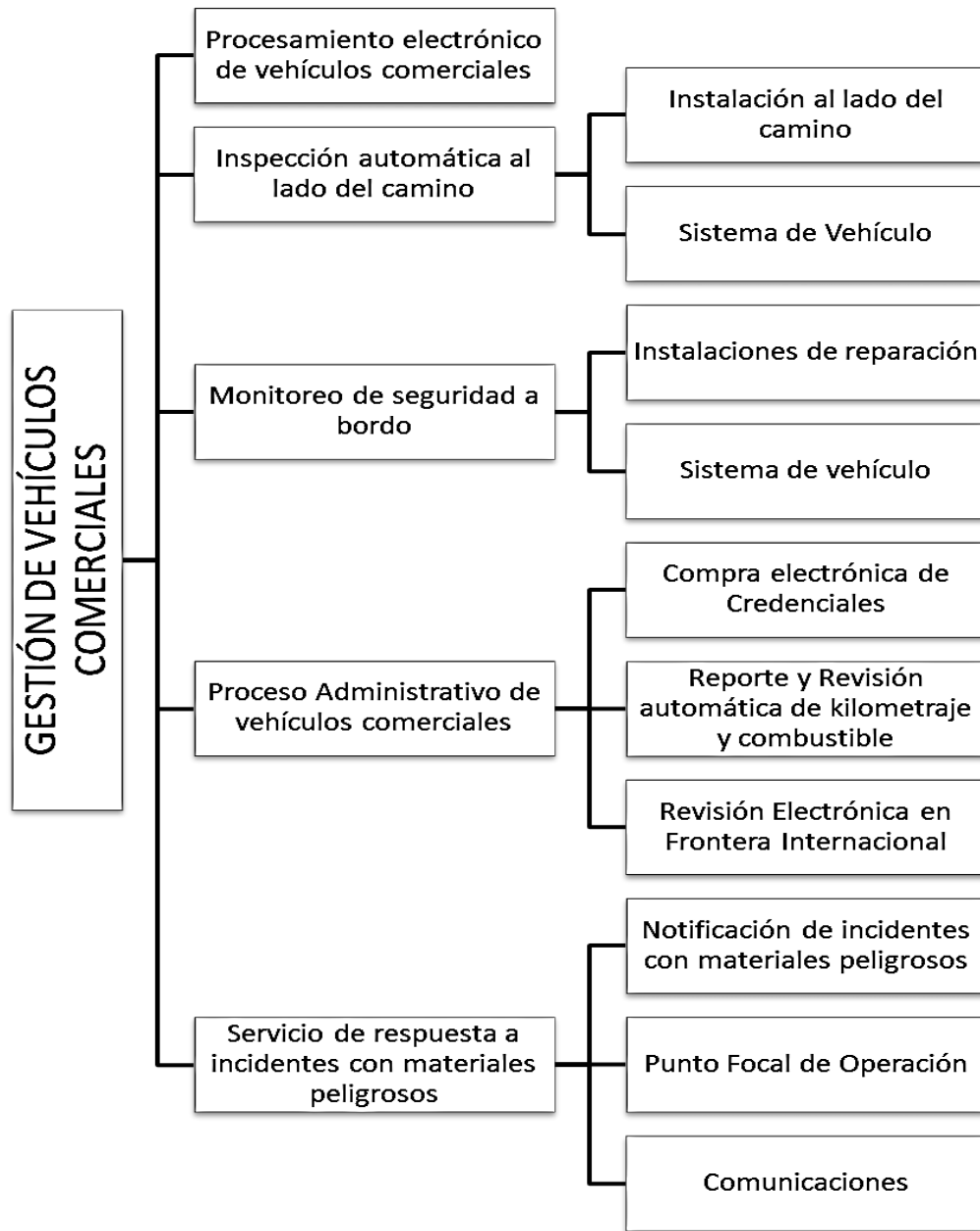
Figura 2.17 Fijación de cuotas por tipo de vehículo (Puente Tamar, Inglaterra)

### 2.1.4. GESTIÓN DE VEHÍCULOS COMERCIALES

El sistema de transporte de carga o comercial representa una necesidad y un riesgo en cualquier población pues sin ellos no se podrían trasladar los bienes necesarios para la calidad de vida actual, pero representan una gran constante en incidentes carreteros, pues necesitan de grandes espacios para maniobrar y de un gran número de regulaciones para garantizar la seguridad de la carga, sobre todo con materiales peligrosos como combustibles.

Este grupo de servicio se divide en 5 servicios:

1. Procesamiento electrónico de vehículos comerciales [Commercial Vehicle Electronic Clearance, CVEC].
2. Inspección automática al lado del camino [Automated Roadside Safety Inspection, ARSI].
3. Monitoreo de seguridad a bordo [On- Board Safety Monitoring, OBSM]
4. Proceso Administrativo de vehículos comerciales [Commercial Vehicle Administrative Process, CVAP]
5. Servicio de respuesta a incidentes con materiales peligrosos [Hazardous Materials (HAZMAT) Incident Response, HIR]



Esquema 2.4 Funciones que integran el sistema de gestión de vehículos comerciales

A continuación se describe cada uno de los sistemas y sus funciones principales:

**1. PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO DE VEHÍCULOS COMERCIALES [Commercial Vehicle Electronic Clearance, CVEC]**

El servicio de liberación electrónica de vehículos comerciales consiste en hacer revisiones electrónicas en fronteras estatales e internacionales. La revisión electrónica estatal permitirá a los vehículos comerciales continuar sin detenerse en estaciones de inspección. Mientras que la

internacional permitirá a los vehículos pasar los puntos de revisión en fronteras internacionales sin detenerse o con revisiones expeditas.

Consiste en la siguiente serie de pasos:

Conforme un vehículo se aproxime a una estación de inspección o revisión, las comunicaciones vehículo a camino identifican al vehículo y ponen a disposición de las autoridades los datos necesarios relativos a credenciales, peso del vehículo, estatus de seguridad, carga y tripulantes. El personal de vigilancia, entonces puede identificar los vehículos potencialmente inseguros para su inspección y permitir que los vehículos legales y seguros pasen la estación o punto de revisión.



Figura 2.18 Verificación de las condiciones de la carga y conductor mediante un centro de comando

Las instalaciones fijas instrumentadas con CVEC incluirán el procesamiento para comunicar llegadas de señales de inspección de seguridad de los tipos siguientes:

- generadas automáticamente a partir de pruebas de paso/alto
- generadas aleatoriamente
- generadas manualmente

El sistema permite que el operador de la instalación defina el número de solicitudes de llegada generadas automática y aleatoriamente.

Al tomar la determinación “pase/alto” la instalación fija ejecutará revisiones acerca de:

- Información de seguridad del vehículo/transportista
- Documentación del vehículo
- Estado/credenciales del conductor
- Información del peso del vehículo
- Cuenta de pago de impuestos

La instalación fija permitirá establecer comunicaciones con cada vehículo en las cercanías de la instalación y permitirá el acceso y la actualización rápida de la información acerca de los problemas vehiculares que son detectados.

El CVEC incluirá un sistema vehicular [Vehicle System], que permitirá dar cabida a transportistas interestatales e intraestatales. El sistema de vehículos hará factible que cada vehículo establezca comunicaciones de dos vías con las instalaciones fijas; y que la participación de cada vehículo o transportista individual en el proceso sea realizada de manera voluntaria.

## **2. INSPECCIÓN AUTOMÁTICA AL LADO DEL CAMINO [Automated Roadside Safety Inspection, ARSI].**

Se refiere a la con rapidez y precisión de inspección automatizada para la revisión de la carga y del vehículo que se llevan a cabo una vez que el vehículo ha sido apartado de la carretera.

Consta de dos funciones principales:

### **I. Instalación al lado del camino [Radside Facility, RF]**

Su objetivo es mejorar mediante la automatización del proceso de inspección la seguridad, las tareas que se podrán llevar a cabo en la inspección son:

- Inspeccionar frenos de los vehículos
- Emplear dispositivos portátiles para inspeccionar rápidamente los componentes del vehículo y sus condiciones
- Datos de proyecciones de vida útil
- Pagos de mantenimiento e impuestos



Figura 2.19 Instalaciones temporales para obtener el peso y condiciones del vehículo de carga (Venezuela).

La RF recolectará, almacenará y proveerá acceso en línea en tiempo real sobre los datos obtenidos en las revisiones de modo que la siguiente información se mantenga actualizada:

- Clasificación de los transportistas
- Datos vehículo/conductor
- Verificación de reparaciones
- Registros de avisos de mantenimiento
- Estatus del conductor (licencia, citatorios, multas, historial, etc.)



La RF deberá ser capaz de identificar vehículos cuyo mantenimiento no es el adecuado o debió ponerse fuera de servicio sólo con la verificación de las placas, para ello debe existir una regulación entre transportistas y la base de datos del gobierno.

## **II. Sistema de Vehículo [Vehicle System, VS]**

Se refiere a todos los instrumentos electrónicos que deberán implementarse al vehículo para que el proceso de inspección sea exitoso.

Se deberán incluir sensores en lugares claves para revisar las condiciones actuales del vehículo y el conductor, y actualizar el registro mediante una tarjeta electrónica en el vehículo.

Todos estos sistemas deberán facilitar las tareas de inspección que en muchos lados sólo se hacen de forma manual y visual.

### **3. MONITOREO DE SEGURIDAD A BORDO [On - Board Safety Monitoring, OBSM]**

Tiene la finalidad de detectar el estado actual de seguridad en el vehículo, la carga y el conductor cuando se encuentran en carretera realizando el viaje. Permite el monitoreo y advertencia de problemas que pongan en riesgo la seguridad. Consta de los siguientes pasos:

- i. Informar al conductor de alguna irregularidad en el viaje que pueda poner en riesgo la seguridad
- ii. Comunicar al transportista los problemas de seguridad encontrados
- iii. Dar aviso a los organismos de vigilancia adecuados

El monitoreo de la seguridad incluyen dos funciones principales:

#### **I. Instalaciones de reparación [Fixed Facility, FF]**

En esas instalaciones se analiza y controla la información de seguridad y se localiza algún vehículo o alguna circunstancia que pueda poner en riesgo la seguridad.

La FF deberá tener la capacidad de prever las consecuencias de las amenazas detectadas así como de los resultados asociados de detener el vehículo al instante o dejar que pase más tiempo. La FF deberá tomar las siguientes decisiones:

- Detener un vehículo
- Permitir el tránsito de los vehículos
- Ejecutar inspecciones de seguridad inmediatas en el vehículo
- Manejar información entre la FF y la ARSI

#### **II. Sistema de vehículo [VS]**

El VS permitirá recolectar y procesar información para proveer a aquellas instalaciones al lado del camino a velocidades de línea troncal, de acuerdo con el estatus de seguridad de cada vehículo, incluyendo:



- Estatus de seguridad del vehículo
- Estatus de seguridad de la carga
- Estatus de seguridad del conductor
- Identificación del vehículo
- Identificación del conductor

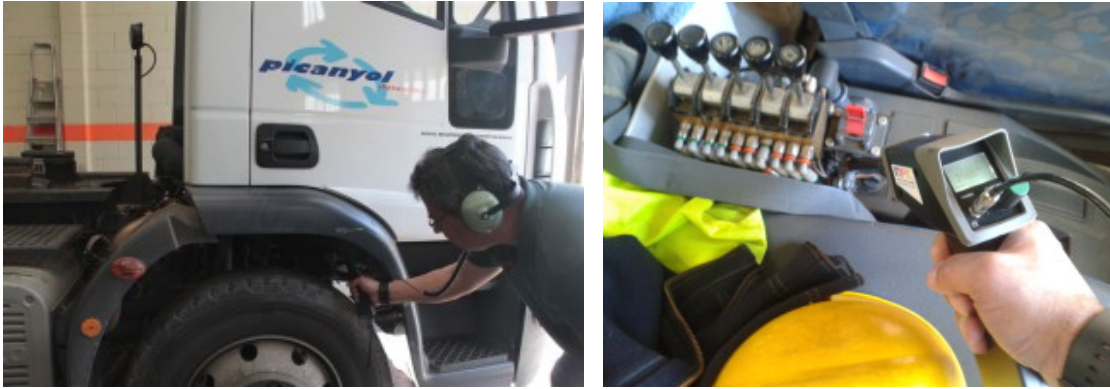


Figura 2.20 Detección de fugas mediante equipo UP 3000 con módulo de escáner.

El VS contará con la capacidad de alertar al conductor de dónde se encuentre un problema de seguridad crítico, o una emergencia potencial; y permitir tener intercambio de datos de dos vías entre cada instalación al lado del camino y el vehículo.

#### **4. PROCESO ADMINISTRATIVO DE VEHÍCULOS COMERCIALES [Commercial Vehicle Administrative Process, CVAP]**

Para el caso del transporte de carga todavía existen muchos trámites sobre todo por la seguridad de la carga y políticas nacionales e internacionales que hacen complejo y lento muchas de las actividades administrativas. EL CVAP mejora la eficiencia del transporte, reduce el tránsito comercial y mejora la seguridad mediante la implementación de equipos electrónicos que faciliten los procesos administrativos del transporte de carga, centrándose en tres mejoras:

- Administración de Flotas
- Movilidad de Carga
- Funciones regulatorias/gubernamentales

Consiste en tres subsistemas que incluyen:

##### **I. Compra electrónica de Credenciales [Electronic Purchase of Credentials, EPC]**

- Credenciales electrónicas (anuales y temporales)
- Permisos
- Pago Electrónico
- Procesamiento Automático de Solicitudes

## II. Reporte y Revisión automática de kilometraje y combustible [Automated Mileage and Fuel Reporting and Auditing, AMFRA]

- Envío Trimestral de Reportes
- Bitácora electrónica del vehículo
- Datos de Compra de Combustible
- Crea y Audita reportes de Impuestos

## III. Revisión Electrónica en Frontera Internacional [International Border Electronic Clearance, IBEC]

Permite la revisión del vehículo, conductor y carga cuando se disponen a cruzar la frontera con Estados Unidos con la finalidad de minimizar los tiempos de trámites y espera. Deberá verificar la siguiente información:



Figura 2.21 Verificación de identidad de la carga, vehículo y conductor en fronteras

- Identidad del Conductor
- Remitente
- Naturaleza de la carga
- Seguridad de la carga
- Registros de credenciales
- Cuotas Pagadas
- Identificación del Vehículo
- Peso del Vehículo

## 5. SERVICIO DE RESPUESTA A INCIDENTES CON MATERIALES PELIGROSOS [Hazardous Materials (HAZMAT) Incident Response, HIR]

Como se mencionó con anterioridad, el traslado de materiales ya sea peligrosos o no se hacen por medio de transporte de carga. Para el caso de los materiales peligrosos es inminente la

necesidad de trasportarlos dentro de las poblaciones (gasolinas, gas natural, medicamentos, insecticidas, etc.) pero sobre todo fuera del alcance de las poblaciones cuando se convierten en desechos; y la única forma de hacerlo es por carretera.

Cuando los accidentes viales involucran materiales CRETIB es necesario una serie de pasos que garantice la seguridad de los afectados, de modo que las consecuencias sean mínimas tanto para las personas como para el medio ambiente. A continuación se describen las funciones que incluyen el manejo de materiales peligrosos en los transportes de carga.

Este servicio incluye 3 funciones que permiten su aplicación:

### **I. Notificación de incidentes con materiales peligrosos [HAZMAT Incidente Notification, HIN]**

Esta función deberá apoyar a los equipos HAZMAT con información precisa y puntual del contenido de la carga, cuando un vehículo está involucrado en un incidente. La información principal será:

- Hora del Incidente
- Ubicación
- Materiales Involucrados

### **II. Punto Focal de Operación [Operation Focal Point, OFP]**

La OFP deberá contar con una oficina central y una o varias oficinas descentralizadas, y con la capacidad de mantener la comunicación y la información circulante entre todas las unidades. Dará la capacidad a los operadores de coordinarse con otros organismos y servicios de respuesta que incluyan:

- Autoridades de transporte local/estatal
- Departamentos de policía
- Patrulla de Caminos
- Servicios Médicos de Emergencia
- Organismos de protección ambiental
- Equipos HAZMAT
- Remolque y otros servicios de cortesía

### **III. Comunicaciones [Communications, COMM]**

Esta función tiene la finalidad de proveer información a unidades de respuesta en tiempo real; además permite enviar datos desde cualquier ubicación cubriendo todas las áreas.

### *2.1.5. RESPUESTA A INCIDENTES*

Este grupo de servicio se refiere a los servicios que se ponen a disposición del viajero y que están relacionados directamente con la detección, notificación y respuesta a incidentes, no necesariamente de emergencia, que ocurren en carreteras o lugares cercanos a ellas.

En muchas ocasiones se generan desastres secundarios por un accidente de tránsito, lo cual puede prevenirse con una detección rápida del accidente, un control de tránsito pertinente en la zona y con la distribución de información entre los conductores a través de equipos a bordo de los vehículos y las unidades de difusión de información como radio, televisión, mensajes de texto, etc.

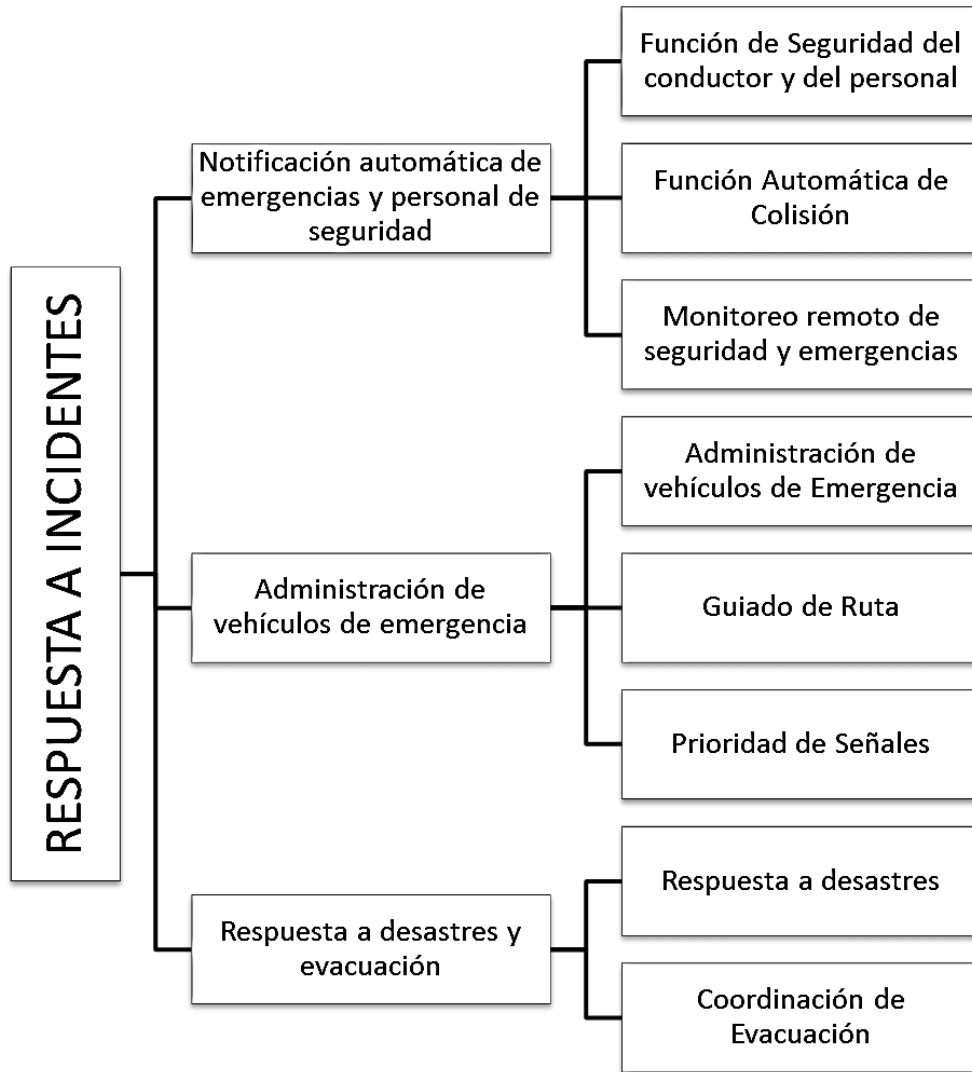
Consta de tres sistemas:

1. Notificación automática de emergencias y personal de seguridad [Emergency Notification and Personal Security, ENPS]
2. Administración de vehículos de emergencia [Emergency Vehicle Management, EVM]
3. Respuesta a desastres y evacuación [Disaster Response and evacuation, DRE]

A continuación se describen cada uno de los sistemas y sus funciones principales:

#### ***1. NOTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE EMERGENCIAS Y PERSONAL DE SEGURIDAD [Emergency Notification and Personal Security, ENPS]***

Ofrece al viajero la capacidad de activar de forma manual una señal de alerta como un freno mecánico o colisiones sin lesiones. Un sistema automatizado deberá identificar la señal y enviar información necesaria para evaluar la severidad, naturaleza y ubicación del incidente, así como un equipo de respuesta rápida en caso de requerirse (médicos y personal de emergencia)



Esquema 2.5 Funciones que integran los sistemas de respuesta a incidentes

### I. Función de Seguridad del conductor y del personal [Driver and Personal Security, DPS]

La capacidad de emitir señales de peligro, emitidas de forma manual por el viajero, como primera alerta de que ha sucedido un accidente queda bajo esta función. Da aviso sobre:

- Servicios Médicos Requeridos
- Daños a propiedad
- Averías en vehículos
- Ubicación de vehículos
- Identificación de vehículos

## **II. Función Automática de Colisión [Automated Collision Notification, ACN]**

Esta función es la encargada de transmitir información de forma instantánea cuando ocurra una colisión.

Se apoyará en los datos enviados por los sensores de choque, como:

- Características del vehículo involucrado
- Ubicación
- Severidad de la colisión y/o heridos

## **III. Monitoreo remoto de seguridad y emergencias [Remote Security and Emergency Monitoring, RSEM]**

Esta función tiene la finalidad de crear un ambiente seguro en zonas remotas o con focos de violencia de cualquier tipo, algunas de las áreas de seguridad incluyen: paradas de descanso, zonas de picnic, áreas de estacionamiento, zonas de información turística, carreteras remotas, etc.

Todas las áreas de seguridad deberán contener alarmas que puedan ser activadas tanto manualmente por el viajero como automáticamente en las áreas violentas para la detección de robos, vandalismo, incendios, etc.

Los sensores de seguridad podrán alertar a los operadores y a los servicios policíacos de incidentes potenciales mediante sistemas de video y audio en zonas clave.

## **2. ADMINISTRACIÓN DE VEHÍCULOS DE EMERGENCIA [Emergency Vehicle Management, EVM]**

Cuando ocurre un accidente, los elementos de emergencia deben ser los primeros en auxiliar a los involucrados. Actualmente la llegada de los vehículos de emergencia al lugar del siniestro depende completamente del flujo del tránsito de las vialidades cercanas. Este servicio tiene el objeto de reducir el tiempo que tarda en llegar un vehículo de emergencia a la zona del accidente desde que llega la notificación al sistema. Consiste en 3 funciones principales:

### **I. Administración de vehículos de Emergencia**

Mantendrá el estatus de disponibilidad de los vehículos de emergencia, así como un filtrado de los vehículos más adecuados para cada tipo de incidente.

## **II. Guiado de Ruta**

Mantendrá información en tiempo real sobre las condiciones de tránsito en áreas urbanas y rurales, la ubicación de los equipos de emergencia y las rutas más apropiadas que éstos deberán de seguir.

## **III. Prioridad de Señales**

Los vehículos de emergencia tendrán prioridad en el tránsito vial, por lo que la implementación de señales que permitan el paso de estos vehículos deberá ser implementado, los viajeros deberán reconocer las señales y dar paso a los vehículos de emergencia, o reconocer cualquier otra instrucción que se emita.

### **3. RESPUESTA A DESASTRES Y EVACUACIÓN [Disaster Response and evacuation, DRE]**

Este sistema deberá ser capaz de proporcionar asistencia a todos los modos de transporte en caso de que exista algún tipo de desastre, incluyendo desastres naturales (huracanes, terremotos, inundaciones, tsunamis, etc.), actos terroristas o cualquier otro evento que ponga en riesgo la seguridad de las personas (por ejemplo, desastres en plantas nucleares).

Consta de dos funciones principales:

#### **I. Respuesta a desastres**

Proporciona apoyo al sector gubernamental en la planeación, gestión del transporte, distribución de recursos y coordinación entre proveedores de servicios de transporte y entidades de respuesta a accidentes (seguridad pública, cruz roja, etc.) para mejorar la eficiencia del servicio.

Esta función a su vez se divide en ocho subfunciones:

- i. Coordinación de planes de respuesta
- ii. Monitoreo de los niveles de alerta
- iii. Detección y verificación de emergencia
- iv. Evaluación del estado de la infraestructura
- v. Coordinación de la respuesta
- vi. Restauración de servicios críticos
- vii. Gestión del transporte del área
- viii. Información a viajeros del desastre



## II. Coordinación de Evacuación

Se encarga de proporcionar a los evacuados de información necesaria y suficiente durante la evacuación y posteriores al reingreso al área evacuada. Se compone de cuatro subfunciones:

- i. Apoyo a la planificación de la evacuación
- ii. Información al viajero de la evacuación
- iii. Gestión del transporte de evacuación
- iv. Intercambio de recursos de evacuación

### *2.1.6. SISTEMAS AVANZADOS DE SEGURIDAD EN LOS VEHÍCULOS*

Se refiere principalmente a los equipos electrónicos instalados en los vehículos para la disminución de la cantidad, como en la severidad de colisiones.

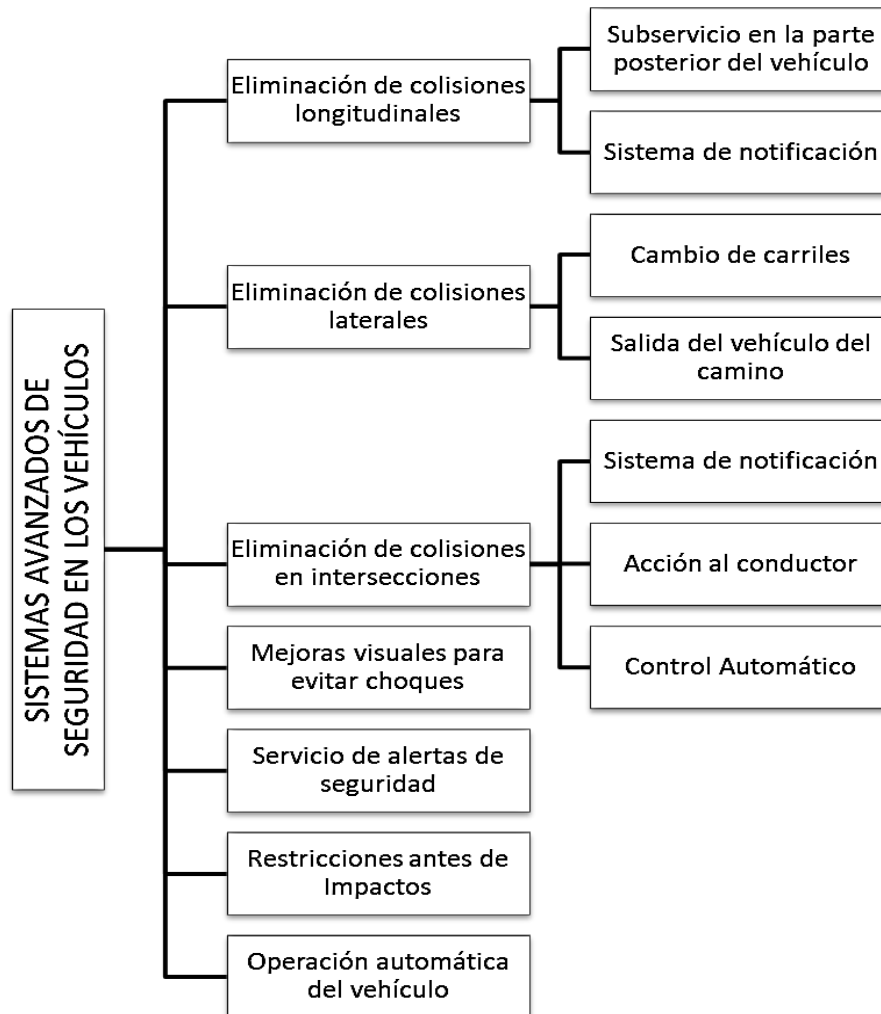
Tiene la finalidad de prevenir accidentes de tránsito, utilizando diversos tipos de sensores en los vehículos que al mismo tiempo recopilan datos de las condiciones de conducción, incluyendo el ambiente carretero y las condiciones vehiculares.

El equipamiento a bordo del vehículo se usa para proporcionar información de estas condiciones de conducción, y el aviso de riesgo asociado a cada conductor en tiempo real.

Consiste de siete sistemas:

1. Eliminación de colisiones longitudinales [Longitudinal Collision Avoidance]
2. Eliminación de colisiones laterales [Lateral Collision Avoidance]
3. Eliminación de colisiones en intersecciones [Intersection Collision Avoidance]
4. Mejoras visuales para evitar choques [Vision Enhancement for Crash Avoidance]
5. Servicio de alertas de seguridad [Safety Readiness]
6. Restricciones antes de Impactos [Pre-Crash Restraint Deployment]
7. Operación automática del vehículo [Automated Vehicle Operation, AVO]

A continuación se describen cada uno de los sistemas y sus funciones principales:



Esquema 2.6 Funciones que integran los sistemas avanzados de seguridad en los vehículos

### 1. **ELIMINACIÓN DE COLISIONES LONGITUDINALES [Longitudinal Collision Avoidance]**

Este servicio consiste en mantener una separación longitudinal segura entre vehículos.

Consiste de dos funciones principales:

#### I. **Subservicio en la parte posterior del vehículo [Rear-end Subservice]**

Esta función notifica al conductor cuando mediante un sistema de mantenimiento de distancia [Headway Maintenance System] cuando determiné una situación de riesgo con respecto al avance seguro, avisándole de bajar la velocidad.

El sistema de mantenimiento de distancia deberá incluir un subsistema de control de cruceo autónomo inteligente [Autonomous Intelligence Cruise Control, AICC], que determinará las acciones necesarias para mantener al vehículo a una distancia segura detrás de un vehículo delantero.

## **II. Sistema de notificación**

Esta función va acompañada de un subservicio de respaldo. El sistema de notificación avisará al conductor de la presencia de situaciones potencialmente riesgosas y el de respaldo comprenderá las acciones que deberá tomar el conductor para evitar colisiones.

### **2. ELIMINACIÓN DE COLISIONES LATERALES [*Lateral Collision Avoidance*]**

Consiste de dos funciones:

#### **I. Cambio de carriles**

Se notificará al conductor de la presencia de situaciones potenciales de riesgo y le solicitará el cambio de carril.

#### **II. Salida del vehículo del camino [*Single Vehicle Roadway Departure, SVRD*].**

Esta función avisará al conductor de la presencia de situaciones potencialmente riesgosas; así como de las acciones inmediatas para evitar una colisión, de ser necesario salir del camino.

### **3. ELIMINACIÓN DE COLISIONES EN INTERSECCIONES [*Intersection Collision Avoidance*]**

Consiste de tres funciones:

#### **I. Sistema de notificación**

Avisará al conductor de situaciones potencialmente peligrosas cuando vaya a cruzar alguna intersección

#### **II. Acción al conductor**

Notificará al conductor la necesidad de realizar una acción inmediata para evitar una colisión.

#### **III. Control Automático**

En caso de que el conductor no reaccione en el tiempo esperado, el vehículo lo hará buscando siempre la alternativa más segura primero para el conductor y después para el vehículo



Figura 2.22 Sistema de sensores en vehículos para reconocimiento de peatones, semáforos e infraestructura

#### **4. MEJORAS VISUALES PARA EVITAR CHOQUES [Vision Enhancement for Crash Avoidance]**

El servicio de mejoras visuales evita choques al incrementar la capacidad del operador del vehículo para ver a los peatones y situaciones riesgosas, donde la visibilidad del conductor es baja. Este sistema trabaja mediante sensores y displays a bordo del vehículo.

#### **5. SERVICIO DE ALERTAS DE SEGURIDAD [Safety Readiness]**

Esta función va enfocada al monitoreo del conductor, al vehículo y la infraestructura.

Para determinar las condiciones del conductor, esta función monitorea su nivel de alerta y en caso de ser necesario tomar alguna acción correctiva. Si el nivel de atención es insuficiente, el vehículo tendrá la capacidad de detenerse de forma segura.

De igual forma dentro de la alerta de seguridad se incorporará el monitoreo de la condición del vehículo, el cual detectará la condición actual de los componentes críticos del vehículo y si es necesario notificará al conductor para que realice una acción correctiva.

En el caso de la infraestructura, el sistema determinará las condiciones inseguras del vehículo del camino y notificará al conductor la necesidad de tomar una acción correctiva.

## **6. RESTRICCIONES ANTES DE IMPACTOS [Pre-Crash Restraint Deployment]**

Mediante un sistema de activación automática, se detectará con anticipación una colisión inminente con un objeto en movimiento o estático. El sistema iniciará la activación previa al impacto de los dispositivos de mitigación, cuando sea apropiado, para reducir la severidad de los daños.

## **7. OPERACIÓN AUTOMÁTICA DEL VEHÍCULO [Automated Vehicle Operation, AVO]**

El servicio de operación automática del vehículo es un sistema vehículo-camino que mejora la seguridad y eficiencia de viajes en carretera, mejora la comodidad del conductor, y ayuda a reducir la contaminación del aire mediante el movimiento de vehículos equipados con control totalmente automático en carriles exclusivos.

La función de control automático se instala a los vehículos para apoyar la operación del conductor mediante el control de velocidad a través de operación automática de frenos, o de asistencia al conductor si se detecta peligro; al mismo tiempo, considerando la posición y comportamiento del control del vehículo y de los otros vehículos cercanos, y de obstáculos.

Además, la conducción automática de vehículos se implementa con sensores del ambiente y funciones de asistencia al conductor. Estas últimas incluyen el control de velocidad mediante operación automática de frenado y aceleración y control de guiado de neumáticos.

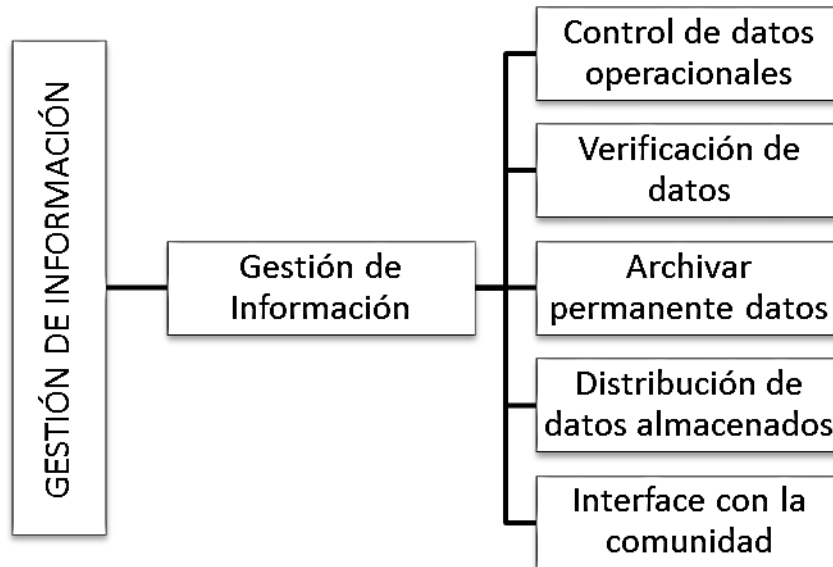
### **2.1.7. GESTIÓN DE INFORMACIÓN**

Proporciona a los demás servicios de ITS un archivo de datos históricos. Este servicios recopila, manipula y difunde la información dentro de los demás sistemas además de incorpora la seguridad, las operaciones y el sector de investigación.

El sistema deberá tener la capacidad de:

- Integrar un sistema de seguridad de datos
- Emplear un sistema de verificación de datos
- Evitar la pérdida de datos
- Evitar el acceso no autorizado a datos importantes
- Aportar una interfaz segura y sencilla para el apoyo en línea a viajeros

Consta de cinco funciones principales:



Esquema 2.7 Funciones que integran el sistema de gestión de información

### I. Control de datos operacionales

La función de HDA incluirá otra función llamada control de datos operacionales [Operational Data Control, ODC] que asegura la integridad de los datos recibidos desde los equipos de campo o los de recolección de datos. Deberá ser capaz de:

- Recibir y almacenar todos los datos de operación
- Asegurarse que los datos operativos están en el formato adecuado
- Obtener las fuentes de los datos: equipo utilizado, condiciones en las que se recogieron, estado de los equipos al momento de la recolección, entre otros.
- Control de la calidad de los datos
- Filtrar los datos buscados por el viajero
- Archivar los datos
- Mantener la integridad de los datos una vez recibidos

### II. Verificación de datos

Este sistema tiene la función de adquirir los datos de la función ODC e importarlos a los demás grupos de servicio.

La DIV deberá ser capaz de importar los datos operativos de ITS seleccionados de las operaciones de autopistas de ITS que incluyan:

- Datos observados de flujo de tránsito en autopistas
- Prioridades de medición de rampas
- Datos operativos de medición de rampas
- Datos observados de video y visuales de autopistas
- Ritmos de flujos en autopistas generados por el Centro de Administración del Tránsito

El DIV deberá ser capaz de importar datos de Cobro Electrónico de Cuotas, y de datos de arterias ITS que incluyan:

- Prioridades de señales de tránsito
- Datos operativos de señales de tránsito
- Datos observados de video y visuales de arterias
- Ritmos de flujos en arterias generados por el Centro de Administración del Tránsito
- Datos observados de flujo de tránsito en arterias

El DIV podrá importar datos de tránsito público y de viajes compartidos que incluyan:

- Datos de intensidad de uso del transporte público
- Datos de rutas de transporte público que incluya cambios de horarios
- Solicitudes de viajes compartidos
- Origen/destino multimodal
- Tarifas
- Mantenimiento de vehículos
- Datos de administración de personal

El DIV podrá importar datos de administración de incidentes de ITS que incluyan:

- Características del Incidente
- Llegadas de trenes a intersecciones carretera-ferrocarril
- Datos de despacho de vehículos de emergencia
- Datos de ubicación de vehículos de emergencia
- Identificación de zonas en construcción y de trabajo
- Datos de solicitud en emergencias
- Datos de vigilancia en video
- Respuesta a emergencias

El DIV podrá importar datos de operaciones de vehículos comerciales que incluyan:

- Datos de identificación de la carga
- Datos de actividad de flotas
- Datos de empaque de materiales peligrosos
- Datos de cruces fronterizos
- Datos de seguridad a bordo de vehículos comerciales
- Datos de origen/destino y clasificación de camiones

El DIV deberá ser capaz de importar datos ambientales de ITS que incluyan datos de emisiones y datos del clima.

El DIV podrá importar datos del ITS del viajero y del vehículo, que incluyan:

- Datos de conjuntos de mensajes de VMS
- Trayectoria de vehículos
- Datos de guiado de ruta



- Datos de cambio de precio en carreteras y estacionamientos
- Datos de origen-destino de viajes
- Solicitudes de servicio
- Utilización de información

El DIV deberá ser capaz de importar datos de ITS de las características físicas de la infraestructura de transporte, que incluyan:

- Atributos de la red carretera
- Atributos de la red de transporte público
- Estatus de mantenimiento del equipo
- Instalaciones de transporte
- Mapa en GIS de la red
- Datos de mantenimiento de la infraestructura

El DIV podrá importar datos de ITS de administración de estacionamientos; tener la capacidad de importar datos operativos intermodales; aceptar insumos de datos predefinidos de transporte u otras fuentes; aplicar la verificación del control de calidad predefinido a los datos importados de ITS, y registrar los resultados en los archivos correspondientes.

El DIV tendrá la capacidad de formatear los datos para conformar el esquema de archivo; tener la capacidad de depurar los datos importados. La depuración deberá incluir la remoción de los atributos de privacidad de la fuente. La depuración deberá ser capaz de asignar identificadores anónimos únicos desarrollados por el sistema a los datos durante su almacenamiento.

El DIV deberá ser capaz de llevar a cabo funciones de descomposición [mining] de datos predefinidas para importar datos; llevar a cabo la fusión predefinida de datos importados cercano a tiempo real; asignar meta-atributos a los datos operativos de ITS si la modificación de datos es requerida durante el proceso de almacenamiento de datos históricos; y notificar a los propietarios de las fuentes del sistema acerca de errores potenciales de datos o del equipo.

### **III. Archivar permanente datos**

La función automática de datos archivados permanentemente [Automatic Data Historical Achieved, ADHA] proporciona un esquema de los archivos obtenidos con todos los datos acumulados.

Esta función deberá de ser capaz de imposibilitar la identidad o rastreo de algún ciudadano o empresa privada, sobre todo en el caso del manejo de información personal, asignando identificadores anónimos.

Los únicos datos que entrega al viajero son aquellos que se repiten constantemente y por lo tanto se consideran representativos.

#### **IV. Distribución de datos almacenados [Data Warehouse, DWD]**

La DWD deberá ser capaz de apoyar a la generación de productos de datos para los siguientes organismos de transporte:

- Planeación
- Operaciones
- Seguridad
- Investigación

La DWD incluirá una función de productos de datos del usuario [User Data Products, UDP], la cual proveerá una funcionalidad analítica en línea para generar productos de datos predefinidos para los usuarios de ITS, que incluyan:

- Reportes
- Análisis
- Resúmenes
- Almacenamiento de conceptos de datos definidos por el usuario

#### **V. Interface con la comunidad**

Se manejará como la interface de datos común entre los viajeros para poder obtener acceso a los archivos de datos ITS.

Esta función proporcionará al viajero:

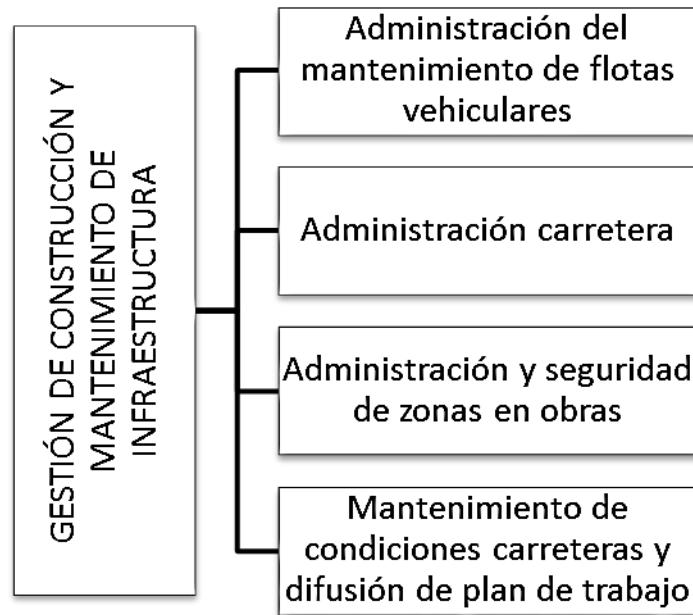
- Manejo del acceso a los datos
- Seguridad a los usuarios de la interface
- Discreción en el manejo de datos personales

### *2.1.8. GESTIÓN DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA*

Este sistema en especial es la base de todos los demás, pues de la infraestructura física dependen muchas de las funcionalidades de los demás grupos de servicio. En el caso de los incidentes, la implementación de sensores a la red carretera nos permite conocer el estado del desastre así como el daño a las instalaciones y áreas aledañas.

Este servicio proporcionará a los organismos gubernamentales los recursos para las operaciones y mantenimiento de flotas de vehículos y de equipo, además de monitorear y administrar el flujo de tránsito en las áreas de obras como monitoreo, operación, mantenimiento, equipo asociado a la infraestructura y los recursos requeridos.

Consta de cuatro funciones principales:



Esquema 2.8 Funciones que integran el sistema de gestión de construcción y mantenimiento de infraestructura

### **I. Administración del mantenimiento de flotas vehiculares [Maintenance Vehicle Fleet Management, MVFM]**

Esta función tiene el objetivo de programar, monitorear y evaluar las condiciones de operación y mantenimiento de vehículos de construcción, mantenimiento y equipos especializados de las carreteras, con la finalidad de mantener un control del estatus, incluyendo:

- Camiones de mantenimiento carretero
- Otro equipo motorizado de mantenimiento carretero
- Camiones de construcción carretera
- Otros equipos motorizados de construcción carretera
- Patrullas de servicio carretero
- Palas de nieve
- Camiones de arena o sal
- Excavadoras
- Equipo de control y poda de vegetación
- Vehículos de control de tránsito
- Vehículos de limpieza de calles y drenaje

Esta función requiere de la participación de:

- Organismos administradores del tránsito
- Supervisores
- Equipos en campo
- Equipos de construcción
- Equipos de mantenimiento a vehículos
- Organismos especializados en condiciones climáticas
- Proveedores de servicios de información

Las características monitoreadas serán: ubicación, velocidad, temperatura del motor, kilometraje, consumo de llantas, uso de frenos, uso de cinturón y tiempos de recorrido mediante sensores a bordo del vehículo.

A los operadores de los vehículos les informará sobre:

- Información de ruta
- Datos de programación
- Instrucciones de despacho
- Acciones correctivas
- Información ambiental (condiciones carreteras y climáticas)

La MVFM deberá ser capaz de emplear información fusionada de clima y carretera desde fuentes externas para apoyar las actividades de mantenimiento y construcción carreteras; proveer información a los operadores de vehículos relativa a de problemas carreteras y rutas alternas; así como la transmisión de datos de operaciones de flotas a otros centros de operaciones.

## **II. Administración carretera [Roadway Management, RWM]**

Es la encargada del monitoreo del estado actual de la superficie carretera para administrar el mantenimiento. Respaldará la provisión de operación carretera efectiva y eficiente durante condiciones climáticas normales y severas o adversas; planear y proyectar, preactiva y reactivamente, actividades de administración carretera anuales; determinar la necesidad de tratamiento carretero programado y proyectado; filtrar, fusionar, procesar y presentar datos de múltiples fuentes ambientales y climáticas.

Ref.	Sector	Clase Tipo Subtipo	Descripción	Carretera	PK inicial	Fecha conocimiento	Fecha límite para llegar	Acciones
335343	HU-04	- Deterioros de vialidad - Instalaciones - Luminarias	Panel direccional luminoso roto	N-123a	22+010 Ambas	31/03/2012 13:00	03/04/2012 13:00	[Iconos]
Fecha y hora de inicio de la actuación (AAAA-MM-DD HH:MM):		2012-07-31 08:48						
331480	HU-04	- Deterioros de vialidad - Drenaje - Superficial			114+675 Izquierda	09/03/2012 08:33	15/03/2012 08:33	[Iconos]
319683	HU-04	- Incidencias - Deslizamientos - Por defecto			24+799 Izquierda	11/01/2012 13:00	11/01/2012 14:00	[Iconos]

**3 Resultados**

Figura 2.23 Gestión de actividades de vialidades – Registros pendientes de realizar al mantenimiento del tramo

### III. Administración y seguridad de zonas en obras [Work Zone Management and Safety, WZMS]

Esta función apoyará el tránsito, la seguridad y operación de vehículos en zonas donde se efectúen obras.

La WZMS deberá monitorear, controlar y dirigir las actividades de las zonas aledañas a la obra anticipando las demoras, rutas alternas y los límites de velocidad sugeridos.

Para ello deberá proveer al viajero de la siguiente información:

- Ubicación de las obras
- Tipo/naturaleza
- Hora de inicio programada
- Duración
- Cambios de carril
- Áreas de estacionamiento
- Longitud de la zona de obras
- Fases programadas de la configuración de zonas de obras
- Rutas alternas
- Demoras anticipadas para rutas de viajes
- Demoras anticipadas para rutas de desvío

### IV. Mantenimiento de condiciones carreteras y difusión de plan de trabajo [Roadway Maintenance Conditions and Work Plan Dissemination]

Esta función es la encargada de coordinar las actividades planeadas de mantenimiento y construcción de tal forma que puedan llevarse a cabo el ruteo, la programación de respuesta y

de recursos para evitar impactos ambientales, incidentes mayores o zonas con congestamiento vial.

La información que deberá coordinar es la siguiente:

- Seguridad pública
- Administración médica de emergencias
- Transporte público
- Administración del tránsito
- Ferrocarriles
- Aeropuertos
- Proveedores de servicio de información
- Administración de activos de transporte

**Inventario - Señal vertical**

INFORMACIÓN DETALLADA DEL OBJETO

Descripción	
Tipo de objeto	Señal vertical
Código	2
Carretera	MAZATLAN - KM3
Tramo	MAZATLAN - KM3 - CPO A [ MAZATLAN - KM3   PK: 0-000 - 3+000 ]
Índice de estado	79.50

Referenciación longitudinal	
PK inicial	0+400
Hito kilométrico inicial	0
Distancia al hito kilométrico inicial	400
Latitud/Longitud inicial	19.828873674225 / -99.879609445237
Altitud inicial	0
Referenciación transversal	
Referenciación longitudinal	Sin definir

Referenciación transversal	
Cuerpo	Cuerpo A
Ámbito	Puntual
Lado	Derecho
Orientación	Ascendente

Observaciones	
Observaciones	Fuera de norma, Buen estado

Valores específicos	
Tipo de señal	Señal baja
Estructura del soporte	No definida
Clasificación funcional	Señal restrictiva
Leyenda	1.1 Tablero adicional MAXIMA
Alto (cm)	117
Ancho (cm)	117
Superficie (m2)	0
Altura (cm)	0
Reflectancia	0

Material	
Fabricante	
Año de fabricación	0
Fecha de instalación	
Tipo de sustentación	
Material de sustentación	
Vaina	No
Número de postes	0

Inspecciones realizadas al elemento					
Descripción	Índice de estado	PK inicial	PK final	Fecha	Ver
Ámbito: Puntual Lado: Derecho Orientación/Visibilidad: Ascendente Carretera: MAZATLAN - KM3 Cuerpo: Cuerpo A	79.50	0+400	0+400	30/07/2012	

Figura 2.24 Gestión de actividades de vialidades – Inventarios con información detallada de los elementos de la vialidad

## 2.2. PROCESO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA ITS

Podría parecer evidente cómo trabaja un sistema inteligente, pero resulta indispensable conocer a fondo el funcionamiento para saber qué tecnología es adecuada para que situación.

De forma rápida diremos que el sistema trabaja partiendo de 3 actividades:



Figura 2.25 Actividades que integran el funcionamiento de ITS

### CAPTACIÓN

En general, todo sistema ITS tiene como meta la obtención de datos, es bien sabido que la información es la mejor herramienta para resolver y comprender un problema, estos datos pueden estar referidos a los vehículos, pasajeros y su comportamiento dentro del sistema. Dependiendo de los datos sabremos si se podrán integrar con los vehículos o tratarlos de forma independiente, por ejemplo, si el sistema nos dice que los usuarios pierden mucho tiempo para partir de una terminal camionera a su destino, debemos localizar si el problema se encuentra en los horarios establecidos, la frecuencia de salida, los operadores, o simplemente los usuarios no están siguiendo las indicaciones del sistema correctamente, esto puede suceder si no comprenden el proceso del sistema.

La captación de los datos puede ser manual o automática dependiendo del tipo de información, tanto cualitativa como cuantitativa.

### TRATAMIENTO

El tratamiento de la información se realiza generalmente en centros u oficinas dedicadas a esta actividad y se divide en varias etapas:

La primera etapa consiste en un filtrado y verificación de la información, se le conoce como *preproceso de los datos*.

La segunda etapa, o tratamiento inteligente, consiste en identificar los parámetros de verdadera importancia dentro de toda la cantidad de información que fue filtrada, esto se realiza mediante algún procedimiento algorítmico.

Por último, se elaboran mensajes de respuesta codificados y se da un orden de importancia de los mensajes y se procede a su difusión.



## DIFUSIÓN

Se refiere a enviar la información ya tratada y seleccionada al usuario. Se puede realizar mediante medios estáticos, señales variables y sistemas a bordo de los vehículos, los cuales pueden presentar la información antes o durante el recorrido.

La difusión deberá planearse en dos fases: a corto y largo plazo. El corto plazo deberá incluir características exigibles del sistema en este momento, es decir, la capacidad de cubrir las necesidades más inmediatas de los viajeros en una zona cercana, mientras que a largo plazo deberá cubrir información en una mayor área geográfica con posibilidades de expansión para que los usuarios puedan prever acciones con un mayor tiempo de anticipación.

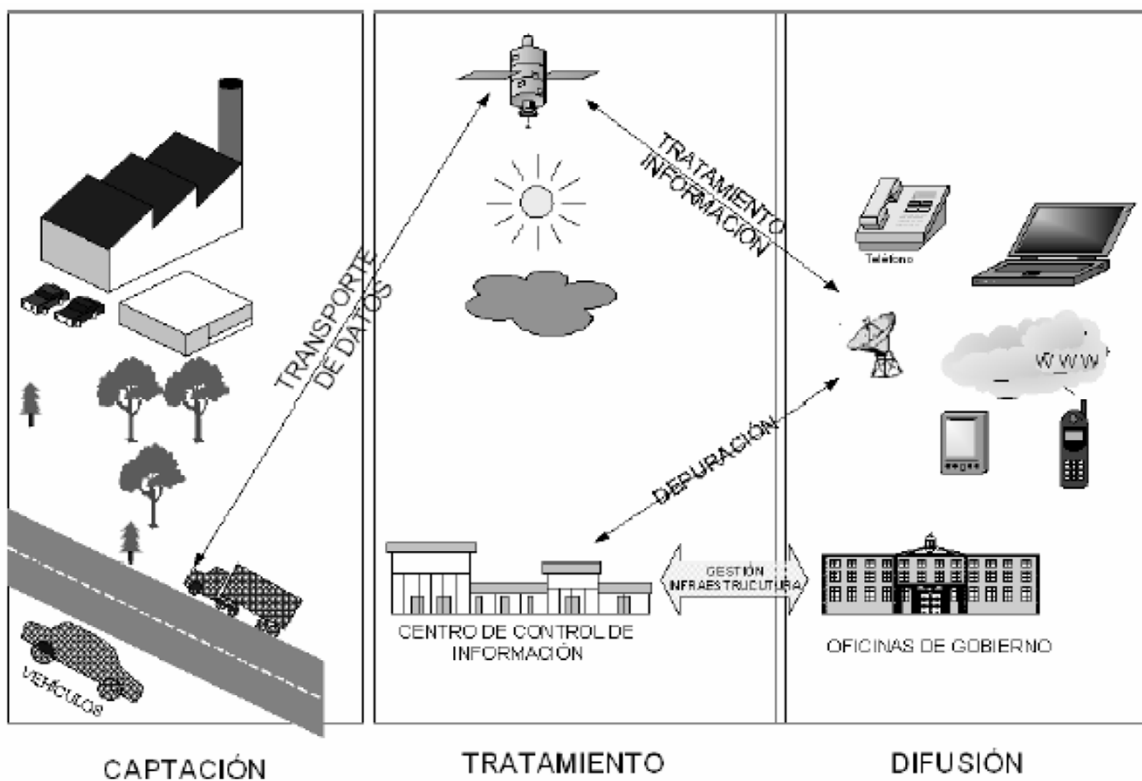


Figura 2.26 Esquema de trabajo de las actividades que integran el proceso de selección de ITS

Ahora que conocemos el funcionamiento general de cualquier ITS, podemos pasar a seleccionar el ITS que es apropiado para lograr alguna mejora.

Como los ITS son, como su nombre lo indica, un sistema es necesario que exista un objetivo por el cual se va a implementar, es entonces cuando deben surgir las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el objetivo de la implementación del ITS?
- Entre las opciones de ITS que tenemos ¿Alguna cumple con el objetivo?

- ¿Pueden todos los requerimientos satisfacerse con la implementación de un solo sistema ITS, o necesitará varios?
- ¿Se cuenta con las características sociales, tecnológicas y económicas para su implementación?

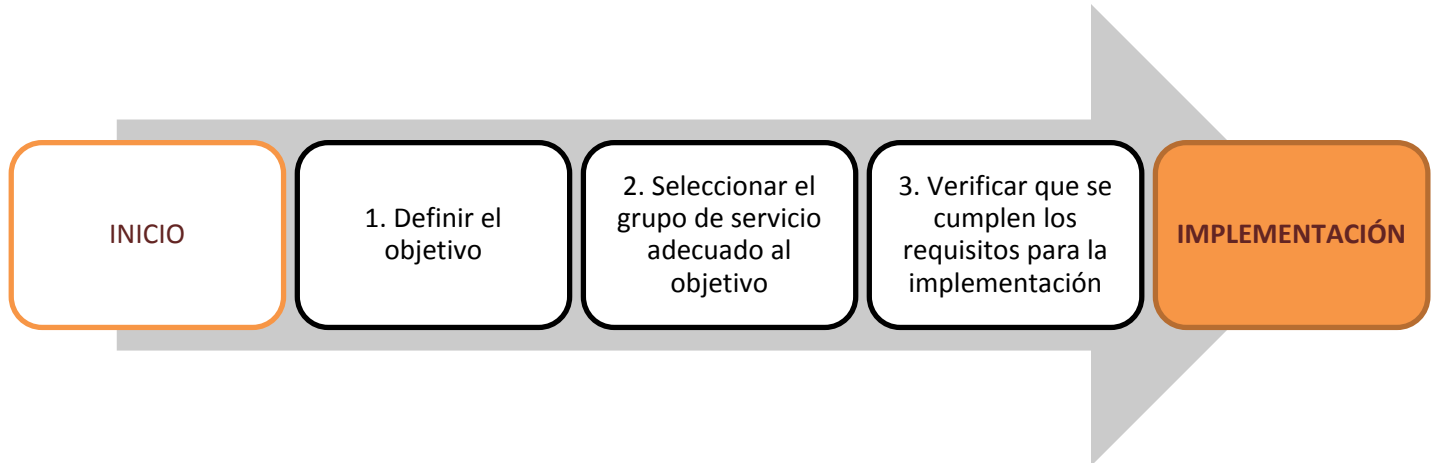


Figura 2.27 Actividades que integran el proceso de implementación de ITS

El **objetivo** puede variar en muchos aspectos dependiendo de las necesidades, y en muchos casos es función de muchas limitantes que tienen que respetarse como puede ser el monto de inversión, el tiempo agendado de puesta en marcha, etc.

No hay que olvidar que los objetivos deben cumplir con características que los hacen útiles y efectivos como definir si es un objetivo realista o no, el tiempo estimado para cumplir con el objetivo, tener la capacidad de saber en qué estado nos encontramos en cualquier momento con respecto a lo planeado e identificar si existen variaciones importantes y comunicarlo a todos los participantes para que estén enterados para que éste se logre de forma exitosa.

Algunos objetivos pueden ser:

- Disminución del congestionamiento en algunas zonas
- Aumento de la movilidad de algún sector de la población
- Aumentar la seguridad del viaje, en una zona o de algún procedimiento
- Minimizar la incertidumbre de tiempos
- Maximizar ganancias de algunos proveedores de servicios
- Mejorar la calidad del aire en un área determinada

Hacer la **selección del grupo de servicio**, no siempre es fácil, sobre todo porque requiere de un tiempo de análisis interdisciplinario que evalúe las consecuencias de la implementación, además de que sólo es posible considerar la implementación de un solo sistema cuando ya se han implementado

otros, de lo contrario se debe analizar la implementación de varios para poder asegurar el cumplimiento de un objetivo.

A continuación se muestra una tabla que resume las características de ITS dependiendo de sus beneficios:

	Gestión de Tránsito y demanda	Gestión de Transporte Público	Pagos Electrónicos	Gestión de Vehículos Comerciales	Respuesta a Incidentes	Sistemas avanzados de seguridad en los vehículos	Gestión de Información	Gestión de construcción y mantenimiento de infraestructura
Incremento de la movilidad	★	★			★		★	
Mitigación de congestión	★	★	★		★		★	
Medio Ambiente	★	★	★	★		★	★	★
Mejora en la Seguridad	★	★	★	★	★	★	★	★
Minimizar tiempos de viaje	★	★	★	★			★	
Maximizar Ganancias		★	★	★		★	★	★



 CORRESPONDE A UN BENEFICIO INDIRECTO  
 CORRESPONDE A UN BENEFICIO DIRECTO

Figura 2.28 Beneficios obtenidos por implementación de grupos de servicio

Como se muestra en la tabla, para alcanzar alguno de los beneficios existen varias opciones, por lo que es necesario implementar dos o más grupos para poder asegurar el éxito.

Al hablar de beneficios directos o indirectos nos referimos a si es posible cuantificarse sus efectos y si el grupo puede implementarse para alcanzar ese beneficio o sería mejor implementar otro.

Ahora hay sabemos que grupos de servicio podemos utilizar para obtener cualquier beneficio deseado, es importante conocer los **requisitos de la implementación** de los grupos seleccionados.

Existen muchos requerimientos que deben tomarse en cuenta para conocer la viabilidad de la implementación, como son:

- **DISPOSITIVOS REQUERIDOS**

Algunos sistemas requieren que los usuarios cuenten con dispositivos móviles, vehículos con sensores o necesitan que varios dispositivos como displays, sensores, entre otros, por lo que es necesario evaluar si puede ser o no factible implementar el servicios en un área en particular.

- **COMUNICACIÓN ENTRE LAS PARTES INVOLUCRADAS**

COMUNICACIÓN USUARIO – INFRAESTRUCTURA / CENTRO DE CONTROL.

La comunicación entre los usuarios con la infraestructura o los centros de control es un requerimiento indispensable. Algunas aplicaciones son especializadas y pueden ser difíciles de obtener, por lo que es necesario buscar la aplicación que sea accesible para los usuarios, de nada serviría tener tecnología de punta en los centros de control o en la infraestructura sino es posible que los usuarios la adquieran.

COMUNICACIÓN INFRAESTRUCTURA - CENTRO DE CONTROL.

De la misma forma que la relación mencionada arriba, no puede existir diferencia entre las tecnologías utilizadas en campo y aquellas que se utilizan en los centros de control.

- **FUNCIONES REQUERIDAS EN LOS CENTROS**

Los centros de control, además de requerir un espacio físico adecuado y suficiente para las operaciones del sistema, en algunos casos requieren de software y recursos operativos muy sofisticados, en algunos otros casos un solo servidor puede dar abasto a todo lo que se necesite. En el caso de que no exista un centro de control, su despliegue resultará más fácil pues se puede empezar de cero en lugar de tener que adecuar tareas.

- **INFORMACIÓN INICIAL**

Muchos de los servicios dependen de la disponibilidad de ciertos datos como la demanda, las horas pico, la disponibilidad de vehículos, etc. Es indispensable verificar si se cuentan con esos datos o si será necesaria tecnología adicional para comenzar la recolección.

- **REGULACIONES**

Esto se refiere a las restricciones legales que resulten de la aplicación del sistema. En este requisito entra la ley de datos personales, el uso de tarjetas electrónicas o cualquier otra derivada.

- **ARQUITECTURA DEL SISTEMA**

Esto se refiere a los instrumentos legales y de organización que facilitan la implementación del sistema.

- **ESTÁNDARES TECNOLÓGICOS**

Se refiere a las distintas normas técnicas que deban ser aplicables al sistema.

- **CONDICIONES PARTICULARES**

Las necesidades de cada país o región demandan condiciones particulares que hay que tomar en cuenta como son: el clima, la seguridad, la condición económica, el nivel cultural de la población, etc.

Una vez evaluado si es posible cumplir con ciertos requisitos que exigen los grupos de servicio, se debe emitir un juicio final sobre la introducción en la cual se deben prestar atención en los costos, problemas de gestión financiera y la probabilidad de que la aprobación pública para la ubicación de las instalaciones no sea la esperada. Una vez analizados todos los requisitos podemos pasar entonces a **implementar** el grupo de servicio.

### 2.3. DISPOSITIVOS ITS

Como se ha mencionado repetidas veces, los ITS trabajan con tecnologías y servicios que necesitan de cierto tipo de dispositivos para su operación. Existen dispositivos específicos para cada servicio y sistemas que se han desarrollado para cubrir las distintas necesidades del sector transporte, a continuación se describen algunas.

#### SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

Mejor conocido como GPS (Global Positioning System) es un Sistema de Navegación por Satélite desarrollado, instalado y operado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, el cual consiste en determinar la posición de algún objeto en cualquier parte del mundo.

Mediante estaciones terrestres se envía información a los satélites sobre la trayectoria de las órbitas y mantenimiento del equipo. Consiste de 24 satélites puestos en órbita sobre trayectorias establecidas.

Con cualquier dispositivo GPS (celulares, vehículos, etc.) se puede identificar la ubicación.

Su funcionamiento consiste en:

- a. Una vez activo el dispositivo GPS, este envía una señal a los 24 satélites, los cuales mediante una triangulación determinan la distancia que existe entre el dispositivo y los satélites.
- b. La distancia se obtiene calculando el tiempo en que tarda en llegar la señal, la cual viaja a la velocidad de la luz, desde el satélite hasta el dispositivo y es así como se calcula la distancia entre el receptor y el emisor.

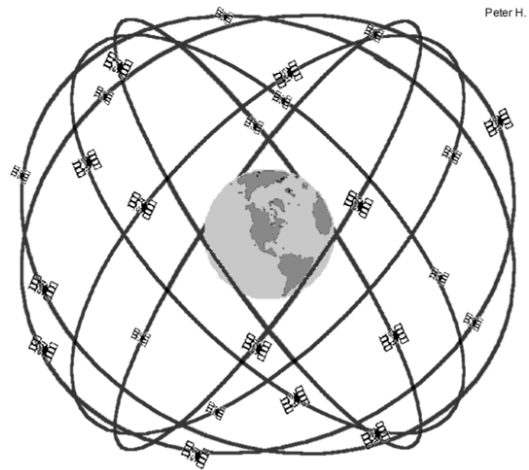


Figura 2.29 Constelación GPS  
(24 satélites, 6 planos de órbita,  
4 satélites por plano)

- c. La precisión del sistema GPS depende del número de satélites visibles en un momento y posición determinados. Se necesitan mínimamente 3 satélites para poder realizar la triangulación. Se puede alcanzar una precisión de 6 a 15 m con 8 satélites a la vista sin aplicar ningún tipo de corrección. De esa forma se obtienen coordenadas.

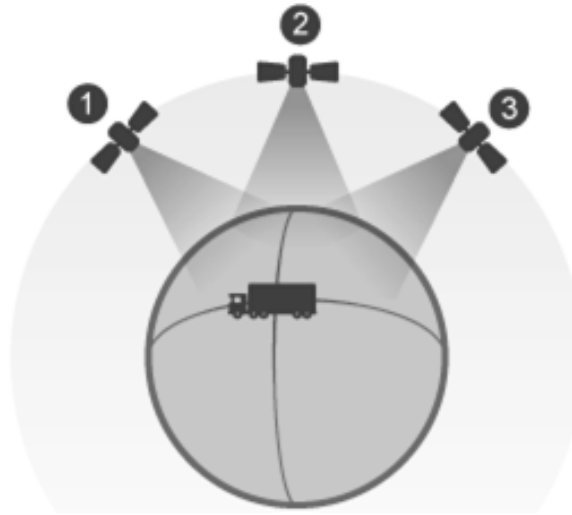


Figura 2.30 Se necesitan 3 satélites para ubicar un dispositivo en cualquier lugar del planeta

Muchas de las aplicaciones GPS son usadas para mapas, memoria de rutas, medición de recorridos, localización de vehículos, entre otras.



Figura 2.31 Dispositivos que utilizan el sistema GPS

## LAV – LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS

Es un sistema de localización remota de vehículos en tiempo real. Se compone de los siguientes elementos:

- Sistema GPS
- Dispositivo de localización conectado a un servidor
- Servidor de almacenamiento de datos
- Software para la visualización del vehículo

Su funcionamiento consiste en integrar a los vehículos un **dispositivo de localización**, el cual al ser activado enviará su ubicación constantemente a un **servidor de datos** mediante un **sistema GPS**. La ubicación será rastreada y monitoreada por un **software** que mostrará de forma visual la trayectoria que el vehículo ha tomado, así como la ubicación en tiempo real.

Este sistema se usa principalmente para administrar el personal de las flotas del transporte y monitorear las características del viaje, de esa forma se puede:

- Buscar una forma de eficientar el tiempo de conducción
- Mejorar las rutas de viaje
- Reducir el consumo de combustible
- Obtener datos sobre las distancias recorridas y las paradas necesarias
- Reducir tiempos de entrega
- Recuperar vehículos robados
- Verificar que los vehículos se encuentran en la ruta establecida



Figura 2.32 Sistema de localización automática de vehículos



## VMS – SEÑALES DE MENSAJE VARIABLE

Los dispositivos electrónicos VMS (Variable Message Sign) despliegan mensajes luminosos de texto y gráficos, que pueden reprogramarse para que proporcionen información adecuada a la situación real de la carretera o vialidad. Optimizan la operación de las redes de tránsito, promueven la uniformidad a nivel nacional y ayudan a mejorar la seguridad minimizando los riesgos que surgen cuando existe poca visibilidad o cuando el viajero no está acostumbrado a la ruta por la que transita.

Existen 5 requerimientos básicos que deben cumplir este tipo de dispositivos:

1. Informar sobre algún acontecimiento
  - Accidentes de tránsito
  - Cierre de carriles y caminos
  - Obstáculos en la carretera
  - Trabajos de mantenimiento y construcción
  - Movilizaciones
  - Condiciones climáticas
2. Llamar la atención
3. Transmitir un significado simple y claro
4. Ser entendible y respetado por los viajeros
5. Mostrarse en un tiempo suficiente para emitir una respuesta adecuada



Figura 2.33 Tipos de señales de mensaje variables

## ETC - COBRO ELECTRÓNICO DE PEAJE

Mejor conocidos como TELEPEAJE permiten a los conductores efectuar el pago de cuotas de manera automática y con un proceso transparente para el usuario. El sistema de cobro se realiza mediante tarjetas inteligentes que contiene información del usuario y del vehículo. Mediante lectores RFID o radiofaros que se instalan sobre la infraestructura carretera o en casetas y que envían la transacción a la cuenta del usuario y del proveedor.

El proceso es el siguiente, el usuario adquiere la tarjeta inteligente y proporciona datos sobre el vehículo y la cuenta a la que se va a cobrar el peaje. Una vez que realiza el viaje y pasa por algún lector, el costo se transferirá a la cuenta proporcionada y el usuario deberá realizar un pago el cual puede ser de prepago o pospago. Posteriormente se realiza la operación necesaria para el pago a bancos o instituciones relacionadas con la transferencia del pago.



Figura 2.34 Sistemas de cobro automático mediante tarjetas inteligentes (Tarjeta inteligente, sistemas de reconocimiento de tarjetas y casetas de cobro automatizadas)

## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Existen 8 Grupos de Servicio ITS, los cuales integran tecnologías a los sistemas de transporte ya sea a la infraestructura física, los vehículos o los dispositivos móviles que usan los usuarios, éstos son:

- 1.- Gestión de Tránsito y demanda
- 2.- Gestión de Transporte Público
- 3.- Pagos Electrónicos
- 4.- Gestión de Vehículos Comerciales
- 5.- Respuesta a Incidentes
- 6.- Sistemas avanzados de seguridad en los vehículos
- 7.- Gestión de Información
- 8.- Gestión de construcción y mantenimiento de infraestructura

De los grupos mencionados se debe tener en cuenta que todos cumplen con objetivos diferentes, pero que el trabajo en conjunto garantiza el cumplimiento de varios objetivos a la vez, es por eso que la introducción de Sistemas Inteligentes de Transporte a los sistemas convencionales de transporte debe cumplir con una correcta evaluación que asegure que la implementación será exitosa, por lo que es necesario plantear un objetivo concreto, elegir entre los 8 Grupos de Servicio ITS existentes y evaluar si los sectores involucrados pueden cumplir con su función.

Se debe tener claro que los ITS hacen uso de otros sistemas y dispositivos inteligentes, por lo que es indispensable conocer los alcances de cada sistema y cuales son aplicables a la sociedad de forma particular.

## ***CAPÍTULO 3***

### ***SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN EL MUNDO: Ejemplos de aplicación y estándares***

#### **Objetivo Capitular**

- 3.1. Tendencias Mundiales**
- 3.2. Organismos Internacionales**
- 3.3. Normalización**
  - Estándares Mundiales
  - Tipos de estándares
  - Normas ITS
- 3.4. Europa**
- 3.5. Estados Unidos**
- 3.6. Japón**
- 3.7. Países en desarrollo**
- 3.8. Proyectos desarrollados en otros países**

#### **Conclusión Capitular**

**OBJETIVO CAPITULAR:**

Ejemplificar el funcionamiento de los ITS en proyectos desarrollados por otros países para reconocer las oportunidades de implementar en México.

### 3. ITS EN EL MUNDO

Los problemas que se presentan en el transporte, mencionados en el capítulo 1, son de carácter global, todo lugar que cuente con algún sistema de transporte alguna vez ha sufrido las consecuencias de una mala gestión.

Las razones básicas para implementar ITS son similares en cualquier parte del mundo, las cuales incluyen:

**EFICIENCIA**

- Mejorar la movilidad de personas y mercancías
- Reducir el congestionamiento vial
- Gestionar la infraestructura del transporte de manera más económica

**SEGURIDAD**

- Reducir el número de accidentes, minimizando el número de muertes y lesionados en el transporte

**AMBIENTALES**

- Reducir el impacto ambiental de carros, camiones y autobuses, reduciendo el consumo de combustibles y sus emisiones a la atmósfera

Es por eso que muchos países han optado por usar ITS, sobre todo en las zonas urbanas, pues es ahí donde son más notorios los impactos. Como observamos en los antecedentes, Estados Unidos, Europa y Japón presentan el mayor avance en este tema. No es de sorprender que estos países tengan características similares en sus sistemas de transporte:

- Están interesados en los beneficios del avance tecnológico y su aplicación en cuestiones sociales y económicas.
- El deseo de expandir la capacidad de transportar personas y mercancías de forma integrada.
- Un fuerte deseo por la expansión y apertura de mercados
- Son conscientes de que un buen resultado depende de la participación de empresas, gobierno y universidades.

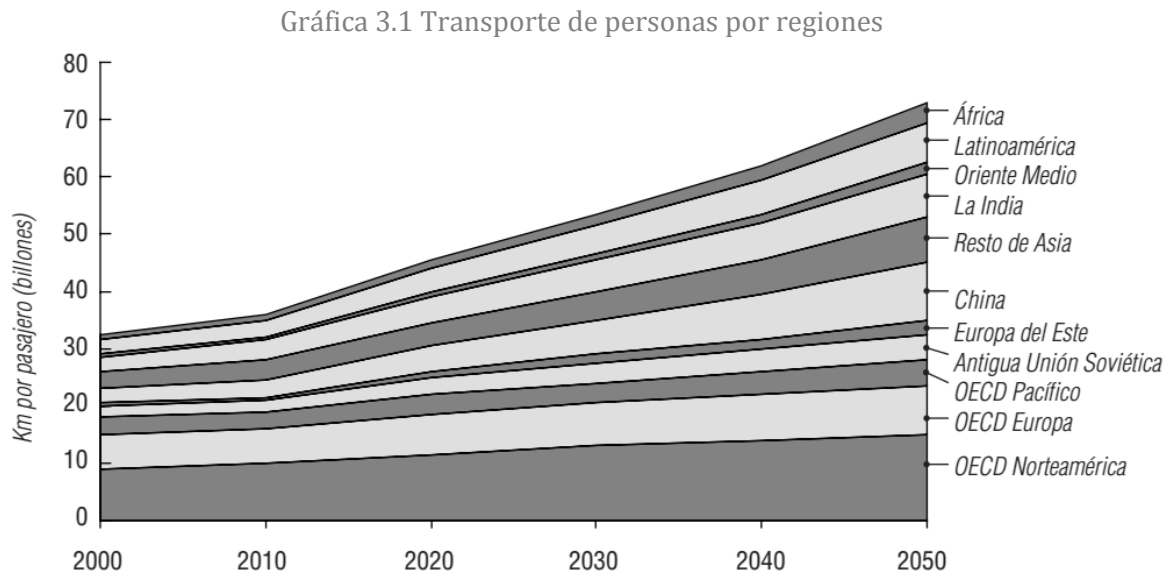
Actualmente existen muchos países incorporando ITS a sus redes de transporte, todos ellos se reúnen anualmente en el Congreso Mundial de ITS, del cual el organismo "ITS América" es el secretario permanente.

### 3.1. TENDENCIAS MUNDIALES

El siglo XXI es considerado como "el siglo de las ciudades" debido al incremento de las poblaciones urbanas, la compra de vehículos de uso particular y la demanda de transporte para todas las regiones y la previsión que esa tendencia mantiene.

Los países en vías de desarrollo impulsan el crecimiento urbano y existen cada vez más mega ciudades en las que viven más de diez millones de personas.

A continuación se muestra la gráfica 3.1 del transporte de personas en el mundo con respecto a los años.

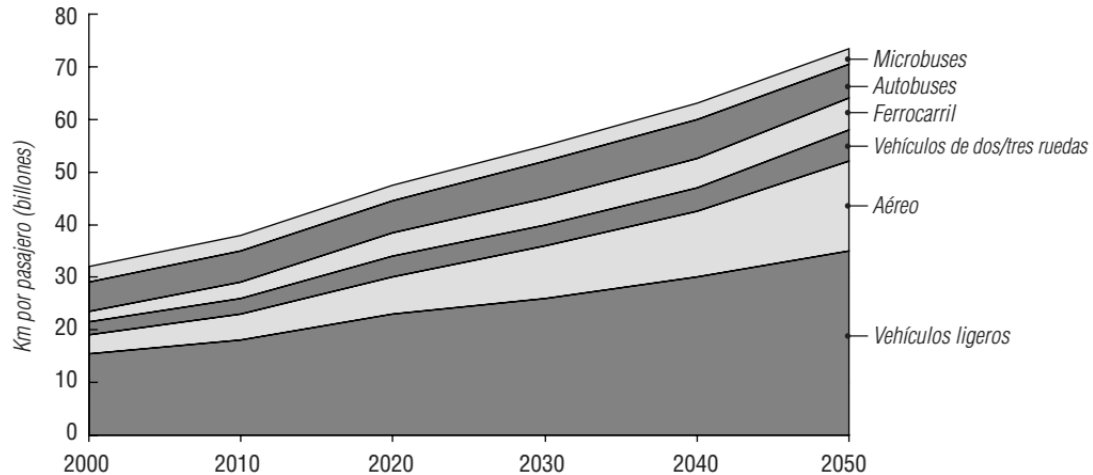


*Nota: OECD = Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.*

*Fuente: "Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability." The Sustainable Mobility Project. World Business Council for Sustainable Development. Diciembre de 2004.*

A continuación se muestra la gráfica 3.2 que permite visualizar el incremento del uso de transporte pero ahora con los medios y sus modos de transporte utilizados.

Gráfica 3.2 Transporte de personas según el medio empleado



Fuente: "Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability." The Sustainable Mobility Project. World Business Council for Sustainable Development. Diciembre de 2004.

Prácticamente todas las ciudades están desarrollando estrategias para superar sus dificultades e incrementar la movilidad, normalmente modificando la cuota correspondiente a cada medio de transporte y mejorando los servicios en general.

Muchas de las ciudades que trabajan en el área de seguridad, eficiencia y medio ambiente, buscan avanzar hacia un modelo de transporte más optimizado, pero van a encontrar obstáculos para su implantación puesto que los sistemas de transporte inteligente son relativamente nuevos y, aunque se ha demostrado su eficacia técnica, todavía aparecen problemas, especialmente a la hora de aproximar los objetivos estratégicos a los resultados prometidos. En muchas ciudades no se han obtenido todos los beneficios que se esperaban de sus inversiones en ITS, pero algunas están dispuestas a seguir adelante. Otras estudian el impacto de sus inversiones en ITS, que están limitadas por la resistencia de los ciudadanos o las dificultades de financiamiento.



Figura 3.1 El uso de espacios exclusivos para el transporte público y de emergencia genera controversia en la población debido a la disminución de carriles para los vehículos privados

A pesar de que el transporte se encuentra en crecimiento en todos sus segmentos, esta tendencia hace que determinados ámbitos presenten problemas importantes, los cuales, de no resolverse pueden afectar no sólo al sistema de transporte sino el sistema económico y hasta el social.



Es cierto que en algunos casos, las soluciones convencionales para la creación de infraestructura resuelven problemas, pero en muchos otros no es posible adoptar medidas tan sencillas, por lo que el implemento de nuevas tecnologías resulta ser necesario.

La tendencia del transporte se ve afectado por un gran número de cambios sociales, como se mencionó anteriormente, el transporte es un medio para realizar una actividad, por lo que los cambios sociales y culturales afectan de forma significativa las características de este sistema. Algunos cambios sociales que se han mostrado de forma mundial son los siguientes:

➤ **La cantidad de viviendas aumenta más rápido que la cantidad de población**

Las viviendas han pasado de ser habitadas por familias de 10 a 15 personas a familias desde un individuo a tres. Por lo que el número de viajes por persona aumenta más que el número de viajes por hogar, lo que aumenta el número de automóviles, puesto que cada hogar (aunque sea de 1 persona) le convendría contar con un vehículo.

➤ **La proporción de personas que viajan diariamente por motivos escolares o de trabajo aumenta**

Los años de estudio en cualquier carrera aumenta sobre todo con las oportunidades de especialización y estudios de posgrado, lo que hace más tardado comenzar una vida laboral y conseguir un trabajo cercano a los hogares de los estudiantes, aumentando el número de viajes a realizar.



Figura 3.2 Incremento en la demanda del transporte público

➤ **Mayor participación de las mujeres en la fuerza laboral**

En la mayor parte del mundo las mujeres a pesar de formar parte del sector laboral, no abandonan sus responsabilidades como jefas de familia o actividades del hogar, lo que exige un transporte flexible que les permita cumplir con sus funciones laborales y personales.

Todos los ejemplos anteriores aumentan en gran medida la demanda de los sistemas de transporte, pero existen otras tendencias que la disminuyen, algunas pueden ser:

➤ **Actividades que se pueden realizar por Internet**

50% de los hogares en Estados Unidos cuenta con una computadora personal y el 40% de ellos se conectan a Internet por cualquiera de sus unidades móviles (computadoras personales, tabletas, Smartphone, etc.) Cada vez más personas reciben servicios por Internet por las que antes tenían que trasladarse, un ejemplo claro es la compra por Internet, muchas personas recurren a este servicio resulta más cómodo, rápido y seguro, y hasta más económico, que trasladarse para realizarlo.

Todos los sistemas de transporte tienden a crecer, pues la población y la demanda de servicios y bienes aumentan, es por eso que actualmente los ITS se aplican a todos los medios y modos de transporte, pero a pesar de que como el modo carretero es el más recurrido, en todos los modos de transporte la falta de control del tránsito ha sido motivo de problemas graves que es necesario resolver.

### 3.2. ORGANISMOS INTERNACIONALES

Para la gestión de las actividades que cada región tiene a su cargo es necesario un organismo especializado facultado con los conocimientos para poder tomar decisiones, realizar investigaciones e identificar los requerimientos que la sociedad demande con respecto a los ITS. Idealmente cada región o por lo menos cada país debe contar con un organismo especializado en materia de ITS.

A continuación se mencionan algunos organismos, las regiones que abarcan y las páginas de Internet en las que ofrece su información:

Tabla 3.1 Organismos internacionales por región

REGION	ORGANISMO	Página
<b>América</b>	ITS America	<a href="http://www.itsa.org/">http://www.itsa.org/</a>
<b>Australia</b>	ITS Australia	<a href="http://www.its-australia.com.au/">http://www.its-australia.com.au/</a>
<b>Canadá</b>	ITS Society of Canada	<a href="http://www.itscanada.ca/">http://www.itscanada.ca/</a>
<b>Europa</b>	ERTICO	<a href="http://www.ertico.com/">http://www.ertico.com/</a>
<b>España</b>	ITS España (antes Foro Atis)	<a href="http://www.foroatis.com/">http://www.foroatis.com/</a>
<b>Francia</b>	ITS France	<a href="http://www.itsfrance.net/">http://www.itsfrance.net/</a>
<b>Hong Kong</b>	ITS - HK	<a href="http://www.its-hk.org/">http://www.its-hk.org/</a>
<b>India</b>	AITIS India	<a href="http://www.itsindia.org/">http://www.itsindia.org/</a>
<b>Japón</b>	ITS Japan	<a href="http://www.ijnet.or.jp/vertis/">http://www.ijnet.or.jp/vertis/</a>
<b>Korea</b>	ITS Korea	<a href="http://www.itskorea.or.kr/">http://www.itskorea.or.kr/</a>
<b>Escandinavia y Norte de Alemania</b>	Viking	<a href="http://www.viking.tent.com/VikingExternNew/Index.htm">http://www.viking.tent.com/VikingExternNew/Index.htm</a>
<b>Sudáfrica</b>	South African Society for ITS	<a href="http://www.sasits.com/">http://www.sasits.com/</a>
<b>Suecia</b>	ITS Sweden	<a href="http://www.its-sweden.com/">http://www.its-sweden.com/</a>
<b>Taiwán</b>	ITS Taiwan	<a href="http://www.its-taiwan.org.tw/">http://www.its-taiwan.org.tw/</a>
<b>Reino Unido</b>	ITS UK	<a href="http://www.its-focus.org.uk/">http://www.its-focus.org.uk/</a>
<b>México</b>	ITS México	<a href="http://www.itsmexico.org">http://www.itsmexico.org</a>

Los objetivos de contar con un organismo ITS son:

- Crear un vínculo entre la sociedad, el gobierno, las empresas privadas y las universidades a fin de contar con las bases suficientes para elaborar proyectos integrales que ofrezcan soluciones a los problemas del transporte relacionados con ITS.
- Crear conciencia entre los consumidores, legisladores y medios de comunicación sobre el valor de los ITS tanto ambientales, económicos y sociales.
- Globalizar a sus miembros mediante la integración de afiliados de otros países para poder compartir experiencias y aplicar conocimientos
- Ofrece una variedad de servicios y programas para ayudar a sus miembros a alcanzar sus objetivos de negocio relacionados con ITS o sus aplicaciones
- Apoyar la tecnología para un sistema de transporte terrestre multimodal que sea ambientalmente, económicamente y socialmente sostenible.

A continuación se mencionan los organismos internacionales más representativos:

- **ITS AMÉRICA (Intelligent Transport Society of America)**

Estados Unidos de América es el país rector y existe un organismo en cada estado para realizar un trabajo local.

- **ERTICO/ ITS EUROPA (Europe Road Transport Intelligent Commission)**

Se 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.



Figura 3.3 Organismos internacionales más representativos (ERTICO, ITS AMÉRICA E ITS JAPAN)

### 3.3. NORMALIZACIÓN

Establecer normas es una actividad encaminada a establecer soluciones a situaciones que se repiten constantemente con base en documentos elaborados por organismos competentes y facultados para dicha emisión. Entre los tipos de normas están:

Normas Nacionales: Las normas nacionales como su nombre lo indica, son aplicables a una sola región o a algún grupo de países.

Normas Internacionales: Por su parte las normas internacionales tienen características similares a las normas regionales en cuanto a su elaboración, pero su ámbito de aplicación es mundial (Estándares mundiales).

#### 3.3.1. ESTÁNDARES MUNDIALES

Los estándares son acuerdos entre industrias, y entre gobiernos e industrias, para elaborar productos o practicar conductas de maneras bien definidas.

Los estándares son necesarios, puesto que si se aplican de forma correcta se obtienen resultados que no pueden ser posibles sin una buena organización y trabajo en conjunto de diferentes sectores. Además de que los buenos estándares promueven la creatividad y el progreso, pues se centran en estimular el desarrollo sin causar obsolescencia prematura. Los buenos estándares:

- Ayudan a hacer consistente y tener expectativas buenas sobre el comportamiento del producto o servicio que se ofrece.
- Mejorar la interacción entre los sistemas complejos
- Ofrecen a los clientes menores costos con mayor calidad
- Ofrece a los gobiernos una capacidad mayor para alcanzar metas sociales de forma uniforme

Estandarizar actividades trae consigo un gran número de beneficios, sobre todo en los siguientes aspectos:

**COMPORTAMIENTO DEL SERVICIO:** Los estándares ayudan a definir el comportamiento del servicio en varias circunstancias, por lo que los usuarios se familiarizan con el funcionamiento y saben que respuesta esperar del sistema. La consistencia en los estándares puede ser tan simple como establecer un tipo de señal para indicar alguna acción, prohibición o advertencia, así el usuario sabrá cómo comportarse ante dicha señal. Un ejemplo claro de esto es el semáforo, es universalmente aceptado que el color verde significa avanzar, mientras que el rojo es detenerse y el naranja es preventivo.

**INTERFACE:** Uno de los beneficios más notorios con la estandarización es la facilidad para interconectar los componentes de sistemas complejos mediante la estandarización de las interfaces entre las partes del sistema. Esto se refiere a la conexión de dispositivos mediante cables y entradas estándares que lo que hacen es minimizar la intervención del usuario para poder conectarse al sistema. Un ejemplo es poder acceder a las impresoras del sistema mediante puertos USB tanto por ordenadores como por celulares y una vez reconocidos los equipos poder hacerlo de forma

automática sin necesidad de realizar instalaciones repetitivas. Para el caso del control de tránsito el monitoreo por parte de cámaras no puede ser siempre mediante el mismo proveedor por lo que al llenar la hoja de registro diario todos los proveedores deberán estandarizar la entrada a un mismo sistema por diferentes dispositivos.

**EJECUCIÓN:** Muchos de los estándares permiten que los usuarios tengan una expectativa sobre la calidad del sistema. Una de las características de este tipo de estándares es que por lo general no especifican mucho, sólo buscan alcanzar una meta. Por ejemplo en el caso de la iluminación de una vialidad no importa si la luminaria es incandescente, fluorescente o de halógeno, siempre y cuando proporcione la luz necesaria para transitarla.

**COOPERACIÓN E INTERACCIÓN:** La cooperación, trabajo en equipo e intercambio de información entre diferentes organismos, sobre todo internacionales, requiere de estándares para los modelos de datos y comunicaciones. Esto facilita el intercambio de información y permite que dicha información tenga el mismo significado para todos los participantes. Un ejemplo puede ser el uso de plataformas para la obtención de base de datos con archivos que tengan extensiones compatibles con todos los dispositivos o diccionarios de abreviaciones anexados a todas las comunicaciones.

**COMPRADORES:** Cuando se estandariza la interoperabilidad de un producto, éste será ofrecido por más de un proveedor, ofreciendo una serie de beneficios para aquellos que adquieren estos productos pues la competencia y la calidad aumenta. Tener más de un solo proveedor disminuye el riesgo de que en el momento de que uno se retire del negocio ya no exista quien dé mantenimiento al equipo u ofrezca el servicio. También la competencia entre proveedores hará que el mercado se abra y se puedan conseguir productos a diferentes costos.

**VENEDORES:** Son muchos los beneficios que obtienen los proveedores de servicios o productos al estandarizar sus actividades, es más fácil para ellos entrar en el mercado cuando están establecidos estándares que predefinen las características de los equipos. Además de que generalmente se estandarizan aquellos productos de los cuales ya se tienen una demanda importante en el mercado, lo cual reduce el riesgo a que los usuarios no lo compren.

**GOBIERNO:** El gobierno es el que más se beneficia con el establecimiento de estándares puesto que con ellos logra los objetivos sociales de una manera justa y equitativa. Tomando el caso de la reducción de emisiones a la atmósfera, todos somos conscientes del impacto de los automóviles en este tema, pero la mayoría de los consumidores no está dispuesto a pagar más de forma voluntaria por un vehículo que reduce las emisiones comparado con uno que no las modifica y si el consumidor no va a comprarlo, los fabricantes no van a venderlo pues este tipo de producto es nuevo y por lo tanto nadie en el mercado quiere correr el riesgo de ser los primeros en ofrecerlo. En cambio, si el gobierno establece un estándar en las emisiones que debe producir un vehículo, por ley todos los fabricantes deberán acotarse para cumplir y aunque el costo del vehículo se elevará, este aumento será menor para las economías a escala comparado con fabricar solo unos cuantos vehículos. Dado que el cambio es para todos igual, el usuario aceptará de mejor forma dicho cambio y de esta forma se obtendrá un beneficio social.

### 3.3.2. TIPOS DE ESTÁNDARES

Existen cuatro (4) tipos de estándares mundiales, los cuales son:

#### 1. DE FACTO

Son aquellos estándares que se imponen en el mercado por un pequeño número de líderes, son establecidos por el fabricante. Ejemplos:

Un buen ejemplo son las formas de los teléfonos celulares, inicialmente los diseños eran variados para cada compañía hasta que se llegó a un estándar más geométrico que ahora es la forma rectangular.

Otro ejemplo son las computadoras personales, las cuales fueron desarrolladas por varias empresas y las formas en las que trabajaban eran diferentes para cada una, pero al ser estandarizadas por IBM las demás empresas siguieron ese modelo para las entradas de cables y equipos periféricos.

Otro ejemplo es el CD (compact Disc) el cual fue inventado por SONY y adquirió tal importancia en el mercado que ahora todas las computadoras tienen la entrada para el disco y puede leer y escribir en la codificación que el formato exige.

#### 2. VOLUNTARIAS DE CONSENSO

Este tipo de estándares son los más populares en el área de tecnología, son elaborados a través de una reconocida organización de normalización (SDO – Standards Development Organization), la cual puede conformarse de diferentes sociedades profesionales. Ejemplos:

AASHTO - La Asociación Americana de Carreteras y Transporte de Funcionarios del Estado es un importante desarrollador de normas relacionadas con la construcción de carreteras, túneles, puentes y sistemas de control de tráfico. De igual forma la Asociación financia la investigación y desarrollo de políticas de transporte.

ISO – Organización Internacional de Normas

IEC – Comisión Electrotécnica Internacional

UIT – Unión Internacional de Telecomunicaciones

La mayoría de los países tienen una organización nacional que supervisa el desarrollo o adopción de las normas.

#### **Desarrollo de las normas de consenso voluntario**

El desarrollo de normas de consenso voluntario se caracteriza por:

- **APERTURA:** Cualquier persona interesada en desarrollar o participar en el desarrollo de una norma debe poder participar y expresar sus opiniones.

- **DEBIDO PROCESO:** Las normas se elaboran de acuerdo con reglas claramente establecidas, mediante una etapa de borradores iniciales con comentarios hasta la publicación definitiva. Incluye múltiples niveles de revisión y aprobación.
- **CONSENSO:** Todas las opiniones son escuchadas, en caso de haber objeciones se revisan y valoran hasta llegar a un acuerdo general, no necesariamente unánime, y se aprueba la norma.

Una vez aprobada y publicada la norma, se le da un tiempo de vida aproximadamente de 5 años, al término de ese tiempo la norma deberá ser re aprobada generalmente con modificaciones. En caso de no ser re aprobada dicha norma ya no tendrá validez alguna.

Por lo general este tipo de normas tiene un tiempo largo de aprobación puesto que un gran número de intereses deben tomarse en cuenta y al final llegar a un acuerdo armonioso entre todos, además como todos son voluntarios casi siempre tienen que realizar otras actividades, dejando en segundo término ésta. Pero una vez aprobadas, las normas suelen ser bien recibidas puesto que la participación de muchos sectores permite que la norma cumpla con muchos intereses.

### **Uso de normas de consenso voluntario**

Puesto que estas normas se aprueban por consenso, su aplicación es opcional y no obligatoria. Las normas bien planteadas tienden a ser bien aceptadas y por lo tanto adoptadas, como aquellas que facilitan la apertura de mercados, brindan procesos legales y facilitan los procesos de manufactura.

En muchas regiones, sobre todo en Europa, muchas de normas son mandatarías y suelen tener mayor peso que las regionales como son el caso de las ISO.

Por ejemplo, la organización mundial del comercio ha establecido un acuerdo con para minimizar obstáculos técnicos de comercio, el cual busca una mayor práctica del comercio exterior minimizando las diferencias entre las regulaciones cuando se comercializan productos de un país a otro.

### **3. CONSORCIOS INDUSTRIALES**

Estas normas son elaboradas por un consorcio industrial, es decir, por una asociación especializada en cierta industria con el propósito de promover una tecnología en particular. Ejemplos:

La adaptación del dispositivo Bluetooth en lugar del Infrarrojo para el intercambio de información.

En este tipo de normas el proceso de validación no es abierto, solo entran aquellos que puedan comercializar el producto. El proceso es mucho más rápido que en el voluntario y los involucrados están más interesados en promover la norma que en implementarla. Una desventaja de esto es que en varios casos el mercado queda sujeto a esta norma y los usuarios deben acoplarse a ella, dejando en obsolencia muchos otros basados en tecnologías anteriores.



#### **4. REGULADORAS**

Son normas establecidas por el gobierno bajo la fuerza de la ley. Estas pueden ser alguna ya aprobada por otro proceso como los vistos anteriormente o creadas por agencias gubernamentales. Casi siempre estas van dirigidas a buscar estándares de salud y medio ambiente o a alcanzar metas sociales. Ejemplo:

La implementación de bolsas de aire y cinturones de seguridad en todos los vehículos o las restricciones en las emisiones producidas por vehículos.

Uno de los problemas que tienen estas normas es que por lo general dependen de un área de regulación, cambian de una región a otra. Japón es uno de los países que procura que todas sus normas regulatorias sean de carácter nacional para evitar inconsistencias dentro del país. Otro problema es que este tipo de normas suelen tocar temas controversiales como son el aumento del costo de algún producto o la limitación del uso de algunos otros.

El proceso de creación de este tipo de normas varía de un lugar a otro. Generalmente incluye la participación y comentarios de industrias y del público antes de que surtan efecto, lo que no permite que sean cien por ciento de carácter político.

La mayor parte de estas normas son mandatarías y tienen sanciones si no se llevan a cabo, las cuales varían dependiendo de la situación y a quienes afecta.

#### **3.3.3. NORMAS ITS**

A continuación se mencionaran varias normas que han sido importantes para la introducción de ITS en varias partes del mundo dependiendo del tipo de normas que vimos con anterioridad (Tabla 3.2).

##### **1. De Facto**

Actualmente no se usan este tipo de normas en los ITS puesto que es una industria relativamente nueva y los participantes no son particularmente poderosos, existe una guerra de poderes entre los pioneros en este tema.

##### **2. Voluntarias de Consenso**

América: Esta región ha creado un número importante de normas de este tipo, sobre todo Estados Unidos en colaboración con Canadá, a continuación se muestra una tabla de las normas más utilizadas para ITS:

Tabla 3.2 Normas ITS

<b>NORMAS ITS</b>	
<b>ATIS Message Set</b>	Mensajes ATIS
<b>ATMS Data Dictionary</b>	Diccionario de datos cajeros automáticos
<b>Commercial Vehicle Electronic Credentials</b>	Credenciales electrónicas Vehículos Comercial
<b>Commercial Vehicle Safety and Credentials Information Exchange</b>	Seguridad de Vehículos Comerciales y credenciales de Intercambio de Información
<b>Commercial Vehicle Electronic Safety Reporting</b>	Informes electrónicos de seguridad de vehículos comerciales
<b>High Speed FM Subcarrier Waveform Standard</b>	Estándar de comunicación con ondas FM de alta velocidad
<b>Information Service Provider - Vehicle Location Referencing Standard</b>	Proveedor de servicios de información – Estándar de referencia de la Ubicación del Vehículo
<b>Message Sets for Dedicated Short Range Communications (DSRC), Electronic Toll and Traffic Management</b>	Set de mensajes para comunicaciones de corto alcance (DSRC), peaje electrónico y gestión del tránsito
<b>(ETTM) and Commercial Vehicle Operations (CVO)</b>	(ETTM) y Operaciones de Vehículos Comerciales (CVO)
<b>On-Board Land Vehicle Mayday Reporting Interface</b>	Interface de reportes diarios a bordo de vehículos
<b>Standard for Common Incident Management Message Sets for Use by Emergency Management Centers</b>	Norma para la Gestión de Incidentes Comunes Mensajes establecidos para la comunicación con la central de Emergencias
<b>Standard for Data Dictionaries for Intelligent Transportation Systems</b>	Estándar de diccionarios de datos para Sistemas Inteligentes de Transporte
<b>Standard Message Set Template for ITS</b>	Plantilla estándar de mensajes para ITS

**Europa:** La fuente principal de normas en Europa es el Comité Europeo de Normalización CEN (European Committee for Standardization), el cual ha generado un número importante de grupos de trabajo reconocidas como el TC278 sobre el transporte por carretera y el TC204 que se elaboró en cooperación con ISO y tiene por tema los ITS. Dentro de estos grupos de trabajo se elaboran normas aplicadas al cobro electrónico, el manejo de información por medio de mensajes y datos.

CEN / TC 278 – Es el responsable del desarrollo de las normas europeas y las especificaciones técnicas en el campo de los transportes Inteligentes. Sus estándares ayudan a facilitar la interoperabilidad entre países y a armonizar las soluciones técnicas.

ISO / TC 204 – Responsable de la elaboración de normas internacionales. Se basa principalmente en desarrollar grupos de trabajo de diferentes partes del mundo para que con la experiencia de todos se puedan establecer los mejores estándares en Europa.

**Japón:** Miembro activo de los estándares internacionales como ISO, es el único que no cuenta con un comité de normas de consenso voluntario a gran escala. La mayor parte de sus normas tienden a ser generadas por industrias-gobiernos o en algunos casos sólo por las industrias. Es por eso que han tenido bastante éxito, entre las industrias se acuerda un tipo de estándar aplicable, un ejemplo claro es la tecnología para el pago electrónico, el cual es el mismo para todo Japón. De la misma forma existe un mapa estándar (kiwi) utilizado por todo Japón para la navegación en el vehículo, el cual no se ha podido adoptar ni en América o Europa pues las direcciones de las calles y regiones cambian constantemente, así como los organismos que las regulan.

Estándares Internacionales:

Como se comentó con anterioridad, el grupo de trabajo ISO / TC 204 desarrolla una serie de estándares de carácter internacional, y que por lo tanto son recomendables aplicar en cualquier parte del mundo, claro, siempre viendo cuales encajan a la sociedad en particular. Algunas normas emitidas por la TC 204 son:

- ISO 14813: Sistemas Inteligentes de Transporte – Modelo de Referencia para una arquitectura ITS
- ISO 14815 / 14816 / 17262 / 17263: Identificación automática de vehículos y equipos para un buen transporte intermodal
- ISO 14817: Requerimientos para una central de Diccionario de datos y Registro de datos
- ISO 14819: Información de tránsito
- ISO 14825: Archivo de datos geográficos para intercambio de información espacial
- ISO 14904: Cobro electrónico

### 3.4. EUROPA

Europa tiene un largo historial en la aplicación de tecnologías a las cuestiones sociales, desde las más comunes hasta las más complicadas, incluyendo seguridad y movilidad.

La cultura europea no es ajena a la aplicación de tecnologías en ámbitos cotidianos. ITS forman parte importante del movimiento interno de mercancías y personas. Se maneja con horarios establecidos, capacidades conocidas y con un transporte en constante mantenimiento.

A medida que Europa sigue avanzando hacia una economía continental estable, los ITS juegan un papel importante en la reducción de barreras para la circulación de personas y mercancías.

Europa ha sido capaz de introducir tecnologías de control de transporte para alcanzar metas sociales. Esto incluye el monitoreo de vehículos para que conduzcan a una velocidad adecuada y con emisiones controladas.



Figura 3.4 Vehículo cero emisiones utilizado en el aeropuerto de Londres

En el caso de la seguridad, Europa ha adoptado un enfoque muy agresivo para la seguridad en tránsito, con el objetivo de reducir a la mitad el número de víctimas mortales estimadas en 2010 y el objetivo de cero accidentes para 2020. La iniciativa fue llamada “e Safety”.

El objetivo de e Safety es mejorar la seguridad vial mediante el uso de sistemas de seguridad en vehículos inteligentes, se ha establecido un calendario para la adopción de sistemas a bordo del vehículo como son: vehículos con frenos antibloqueo, control electrónico de estabilidad, notificación automática de accidentes, etc.

Europa ha tenido éxito en la colaboración entre los gobiernos nacionales y los de las ciudades para realizar pruebas y demostraciones de los fabricantes de vehículos, empresas privadas y universidades.

En España por ejemplo se ha aprobado por parte de la Dirección General de Tránsito un plan con horizonte en 2010 en el que se proponía que para esa fecha existiera una cobertura del 100% de ITS en la red de transporte estatal. Esta meta está casi lograda.

A pesar de que el cobro por la infraestructura vial es considerado un proceso controvertido políticamente, Europa está tratando de reformar esta actividad. Ha establecido una iniciativa llamada “Euroviñeta” que pretende homogeneizar el costo del sistema de vehículos de carga con base en el peso del vehículo, la distancia recorrida y otros criterios, aunque la propuesta sigue en pie continúan los argumentos sobre la coherencia y equidad de los costos.



Figura 3.5 Iniciativa Euroviñeta

Dentro de la aplicación de normas regionales e internacionales, Europa se ha mostrado muy activo para promover la tecnología ITS en el mercado mundial. El Comité Europeo de Normalización [CEN] tiene un comité técnico (TC278 – Ruta telemática de tránsito y transporte) quienes colaboran directamente con el Comité Técnico de ITS TC204 de ISO. Muchos de los artículos se desarrollan de forma paralela por ISO/TC204 y CEN/TC278.



Figura 3.6  
Uso de  
mensajes  
variables en  
autopistas

Al igual que en las otras partes del mundo, Europa no ha tenido el éxito esperado en la introducción de la telemática en los servicios para vehículos. Han sido ya varios intentos de desarrollar servicios telemáticos por los fabricantes de vehículos y proveedores de servicios inalámbricos. El servicio OnStar de General Motors que ha sido el más cercano a implementarse, está lejos de ser rentable. Son pocas las empresas (Trafficmaster, SIIT y Mediamobile) que entregan información del tránsito en tiempo real.

Información tiempo real: Europa es un continente con climas extremos, veranos calurosos e inviernos fríos y nevados. Por cuestiones de seguridad es importante contar con información en tiempo real de las condiciones de las carreteras. Por medio de sistemas de detección y sensores en puntos estratégicos se puede medir la temperatura de la superficie carretera y la del ambiente



Figura 3.7 Condiciones de climas extremos intervienen en la operación de los sistemas de transporte

### 3.5. JAPÓN

La implementación de ITS en Japón está dirigida por cuatro ministerios y organismos. La posición Nacional sobre la promoción fue establecida en el año 1995 en las “Basic Guidelines on the Promotion of an Advanced Information and Telecommunications Society”. Japón reconoce que los ITS son una oportunidad para avanzar en sus intereses industriales y comerciales, así como un medio para mejorar el transporte interno



Japón ha tenido mucho éxito en la aplicación de tecnología de la electrónica en sus puntos fuertes. Sus programas más destacados son: La adopción generalizada de sistemas de navegación de automóviles y el despliegue a nivel nacional del Sistema de Información al vehículo y Comunicación (VICS), el cual ofrece información del tránsito en tiempo real a los vehículos.

El ferrocarril es el medio de transporte por excelencia en Japón. Los trenes se caracterizan por su rapidez, frecuencia, puntualidad, seguridad, limpieza y confortabilidad, aunque a menudo resultan muy caros. Los servicios abarcan desde las pequeñas líneas locales hasta los grandes expresos shinkansen o trenes bala, que se han convertido en un símbolo del Japón moderno.



Figura 3.8 Ferrocarril y tren bala en Japón

El Metro Probablemente sea el medio de transporte más importante en los entornos urbanos. El suburbano en Japón está dividido en 9 áreas metropolitanas: Sapporo, Sendai, Tokio, Yokohama, Nagoya, Osaka, Kioto, Kobe y Fukuoka. La primera línea comenzó a funcionar en Tokio en 1927. Actualmente existen 13 líneas de metro en Tokio que transportan a más de 8 millones de pasajeros al día.



Figura 3.9 Uso del metro en Japón, ingreso con tarjetas inteligentes.

El sistema de caminos complejos y congestionados de Japón se ha hecho particularmente atractivo para los conductores. Además los consumidores japoneses han sido los primeros en adoptar los nuevos productos o servicios basados en la tecnología.



Figura 3.10 La complejidad de los caminos y los espacios reducidos obligan a usar otras alternativas para el transporte

La implementación de cobro de peajes ha sido principalmente para reducir la congestión en las casetas de peaje. La implementación de cobro de peajes fue relativamente tardía en Japón debido a su insistencia en tener un sistema interoperable a nivel nacional. Un enfoque que resultó bien adoptado a largo plazo.

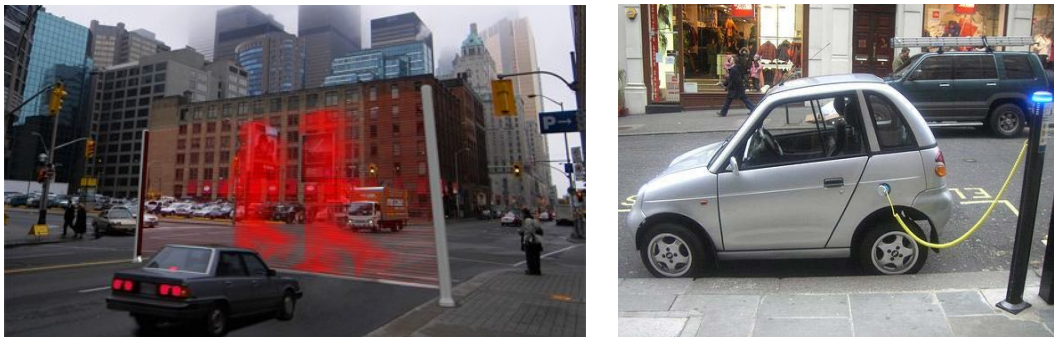


Figura 3.11 La cultura japonesa son los primeros en adoptar nuevos productos o servicios (Semáforo Virtual Wall y Vehículo eléctrico)

### 3.6. Estados Unidos

El gobierno de Estados Unidos reconoce la implementación de ITS como parte esencial de la futura infraestructura del transporte. La gran mayoría de los esfuerzos que el gobierno tiene en este campo tienen como objetivo la introducción de la gestión del tránsito interoperable y sistemas de información al viajero. Los ITS han sido una parte importante en las principales leyes como son: ISTEA 1991 y la Ley de Equidad en el Transporte para el siglo XXI (TEA-21, 1998), así como SAFE-TEA, 2004.





Figura 3.12 Nudo de carreteras en Los Ángeles

La seguridad es un tema importante para Estados Unidos, aunque se persigue de forma menos agresiva que en Europa. El Departamento del Transporte de Estados Unidos patrocinó una iniciativa del vehículo inteligente para poner a prueba y demostrar que la tecnología puede mejorar la seguridad en la conducción. Actualmente este programa está concluido, pero avances importantes se siguen desarrollando para la prevención de colisiones en intersecciones y sistemas integrados en los vehículos.

El desarrollo de productos para la seguridad en Estados Unidos se ha visto obstaculizado por los constantes problemas con la repartición de responsabilidades.

Uno de los programas más importantes en los Estados Unidos se llama “Integración vehículo-Infraestructura”. El objetivo de este programa es crear una plataforma que integre la comunicación entre los diferentes sistemas de transporte. El sistema utilizará comunicaciones inalámbricas, principalmente DSRC (Comunicaciones de poco alcance) para vincular la infraestructura y sus gestores con los vehículos y sus conductores. Se encargará de recopilar y compartir información sobre el sistema de transporte para ayudar a mejorar el rendimiento de la infraestructura, los vehículos y los conductores.

Otro programa es “511”, el nombre se le atribuye a que los dígitos 511 se han reservado como un número telefónico en todo el país para la obtención de información al viajero, algo parecido al 911 para emergencias. Varios estados ya ofrecen estados ya cuentan con este servicio, el cual proporciona al viajero información actual sobre el tránsito, el clima, condiciones del camino y transporte público. El Departamento del Transporte en Estados Unidos ha ayudado a los estados a financiar el proyecto con más de \$4 511 millones de dólares en conjunto.



Figura 3.13 Vehículos De emergencia en Estados Unidos

Desde los ataques terroristas ocurridos el 11 de septiembre de 2001, la seguridad en el transporte se ha convertido en un tema importante, aunque la mayor parte se enfoque al transporte aéreo. La oficina de Aduanas y Protección de Fronteras del nuevo Departamento de Seguridad Nacional utiliza ITS para supervisar la carga al momento de cruzar los Estados Unidos.

En el caso del cobro de peaje se está generalizando como un medio para reducir los retrasos en las casetas de peaje y reducir el costo de cobro de peaje. A pesar de que muchos sistemas de cobro de peaje son incompatibles entre Estados o sistemas existen algunos como el EZPass en el área metropolitana de NY que han tenido éxito en la fabricación de sistemas interoperables. Los cual no es difícil en el caso de introducir tecnología compatible, si no para que los arreglos organizativos y administrativos sean compatibles.

A pesar de que Estados Unidos está cerca de una crisis en construcción, financiación y mantenimiento carretero, existe una gran resistencia política para convertir los caminos libres en caminos de cuota. El financiamiento depende principalmente del impuesto, bastante pequeño (menos de 5 centavos de dólar por litro), sobre la gasolina, esta cantidad probablemente sea menos conforme los vehículos son más eficientes en el uso de combustibles o el uso de combustibles alternativos como el etanol y el hidrógeno. Los ITS ofrecen la ventaja de poder modificar los costos dependiendo de la hora del día, el nivel de congestionamiento, la demanda, etc.

### 3.7. PAÍSES EN DESARROLLO

Generalmente los países en desarrollo se encuentran a menudo en una situación de desventaja, en comparación con los países desarrollados, en la construcción de infraestructura básica que proporciona la base de sus economías y sociedades, sobre todo por la escasez de recursos financieros y en algunos casos hasta técnicos y de ingeniería. A pesar de eso, estos países tienen muchas ventajas sobre todo en aquellas infraestructuras que requieren un alto contenido de ITS, pues pueden beneficiarse de la rápida y continua disminución de los costos y de que a menudo es menos costoso construir infraestructura con ITS que actualizar un sistema ya existente.

Existen 3 regiones de las que mencionaremos avances en la implementación de ITS al transporte. Las tres regiones han introducido sistemas básicos de gestión del tránsito por carretera, como son: sistemas de señales de tránsito, sistemas de vigilancia mediante circuito cerrado de televisión y sistemas de información al viajero mediante señales de mensaje variables (VMS). Los sistemas que proporcionan una tasa de retorno de inversión elevada tienen mayor probabilidad de ser introducidos, como son: los sistemas de pago de tarifas, cobro electrónico de peaje y los sistemas de localización de vehículos comerciales y autobuses.

- ASIA ORIENTAL: Los servicios de información de tránsito mediante el uso de canales de radiodifusión y medios de comunicación se ha convertido de uso común.
- ESTE DE EUROPA: Los sistemas de gestión de las carreteras se han introducido para identificar las condiciones del camino, lo que refleja una mejora en el mantenimiento de las carreteras.
- AMÉRICA LATINA: Sistemas de pasos fronterizos como promoción del comercio fronterizo para aumentar la fuerza económica de la región.

### 3.8. PROYECTOS DESARROLLADOS EN OTROS PAÍSES

#### E-SAFETY

En 2009, los accidentes viales causaron la muerte de 35 100 personas en la Unión Europea y 1,5 millones de heridos. El factor humano (errores achacables al conductor) representó el 95% de las causas de los accidentes de tránsito. Además, el transporte carretero representa una cuarta parte del consumo total de energía y una quinta parte de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por lo que la UE creó e Safety.

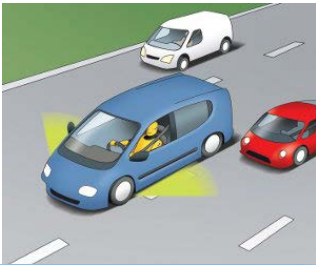
Es un programa Europeo creado en beneficio de los usuarios de carreteras y para la sociedad en general, que desarrolla trabajos para el incremento y desarrollo de la seguridad vial inteligente y el manejo ecológico. Ayuda a reducir los efectos negativos del transporte por carretera, así como el número de muertos y consumo de energía.

Actualmente existe una modalidad llamada e Safety Challenge, el cual consiste en diversas aplicaciones entre ellas las siguientes:



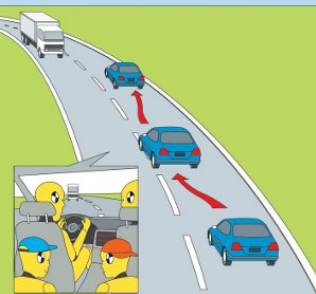
#### **CONTROL ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD (ESC – Electronic Stability Control)**

ESC reduce el riesgo de que los vehículos patinen al momento de realizar una maniobra de emergencia repentina, como por ejemplo, la salida inesperada de otro vehículo.



#### **MONITOREO DE PUNTO CIEGO**

Esta aplicación evita que existan colisiones con los vehículos laterales eliminando los puntos ciegos del conductor.



#### **SISTEMAS DE APOYO LINEALES**

Este sistema avisa cuando sin querer se deja el carril de la carretera o se cambia el vehículo de carril sin indicación.

Los sistemas de seguimiento en carretera ubica la posición del vehículo en el carril y avisa si el automóvil se desvía involuntariamente del camino, de ser así corrige el curso del vehículo.



### ALERTA DE VELOCIDAD

Ayuda a mantener la velocidad correcta y evitar los accidentes de tránsito relacionados con la velocidad y la aceleración. Informa acerca de los límites de velocidad y avisa al conductor cuando está a punto de superarlos.



### SISTEMAS DE ALERTA Y EMERGENCIA DE FRENADO

Detecta en una etapa temprana del peligro de un choque con el vehículo delantero. En el caso de una colisión potencial, advierte sobre el peligro y cuando no hay ninguna reacción a la advertencia, las tecnologías activan los frenos junto con los sistemas tales como pretensión del cinturón de seguridad para evitar o mitigar un accidente.

### E-CALL

eCall es un sistema que se proporciona en los vehículos. Consiste en realizar una llamada de emergencia generada manualmente por los ocupantes del vehículo o automáticamente por la activación de sensores del vehículo después de un accidente.

Cuando está activado, el dispositivo eCall a bordo del vehículo establece una llamada de emergencia transmitiendo voz y datos directamente en el servicio de respuesta de emergencia más apropiado, normalmente un Punto de Respuesta de Seguridad Pública. La llamada de voz permite a los ocupantes del vehículo comunicarse con el operador del PSAP entrenado. Al mismo tiempo que un conjunto mínimo de datos se envía al operador del PSAP que contiene información sobre el incidente - incluyendo el tiempo, la ubicación precisa, la dirección en la cual se desplazaba el vehículo y la identificación del vehículo.



Figura 3.14 Marca en el vehículo que verifica que cuenta con el sistema eCall

Los datos que proporciona el sistema de localización reducen la gravedad y consecuencias de los accidentes mediante la atención médica más rápida a las víctimas de la seguridad vial. El uso de eCall ha estimado para disminuir el número de accidentes de tráfico graves y muertes entre un 5-15%.

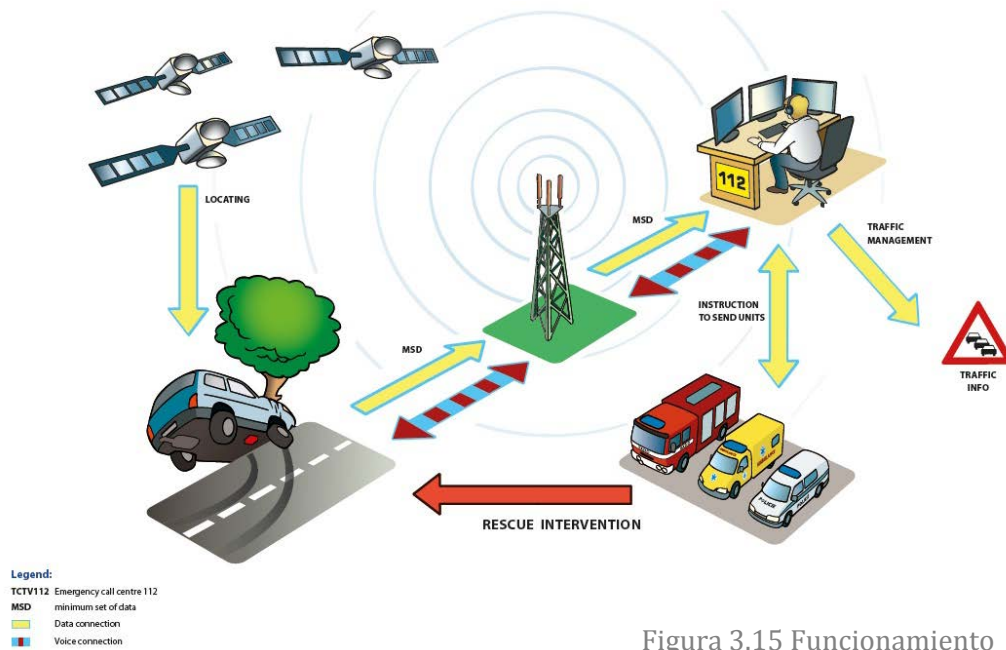


Figura 3.15 Funcionamiento del sistema eCall

## ESTOCOLMO

La ciudad sueca de Estocolmo ha implantado varias de las principales prácticas globales. Se ha propuesto convertirse en la capital más accesible del mundo y considera que su sistema de transporte es esencial para conseguirlo. Conocida por su impuesto anti atascos, que redujo el uso del automóvil un 25% y las el caos vial en un 14%, es importante señalar, que Estocolmo ha creado este impuesto como parte de un plan de transporte holístico que también ha incrementado los servicios de autobús y estacionamientos. Además, dispone de un sistema de billetes integrado que enlaza los principales modos de transporte.

Cada día alrededor de 700.000 personas viajan en el transporte público de Estocolmo. El metro tiene 100 paradas, y además de en metro, en Estocolmo se puede viajar en autobuses, trenes de cercanías o tranvías.

### LÍNEAS DEL METRO

Las tres líneas de metro identificadas con los colores rojo, verde y azul tienen 100 estaciones en uso. Tales estaciones se indican en la superficie con la letra "T" de la palabra sueca tunnelbana.

Las estaciones de tren se señalan con la letra "J" de la palabra sueca järnvägen. Finalmente las paradas de autobús se marcan con una señal en rojo.



Figura 3.16 Ubicación de las estaciones del metro en Estocolmo



El abono de turista tiene una validez de una semana como máximo, y permite utilizarlo las veces que el usuario lo requiera.

#### *PAGO POR MEDIO DE BILLETES*

Hay dos tipos de pagos del transporte: tarjetas y billetes de zonas o tiras con cupones prepago a precio rebajado. Además hay tarjetas de 24 ó 72 horas; de 1, 3 ó 7 días.

No es posible comprar el billete en el interior de los vehículos de transporte, la adquisición se hace desde Internet o en algún centro autorizado.

El precio de un billete sencillo es relativamente caro (2.5 euros). En Estocolmo prácticamente nadie utiliza billetes sencillos, porque lo habitual es que o bien tengan la tarjeta mensual, de turista o bien usen un abono de 8 viajes. La ventaja de usar un abono de ocho viajes es que cada viaje tiene una validez de una hora, por ejemplo; si tiene el billete a las 8:30 de la mañana, podrá el viajero entrar al metro hasta las 9:29 a.m., se puede usar cualquier transporte público sin tener que pagar otra vez.

#### *PAGO POR MEDIO DE TARJETA*

Esta tarjeta, además de ilimitados viajes en metro, autobús, trenes de cercanía y visitas guiadas en barco, permite el acceso gratuito a 80 museos y centros turísticos.

La tarjeta también incluye descuentos en excursiones, una guía con mapas de la ciudad e información en varios idiomas. Y permite estacionarse gratuitamente en la ciudad.

Los precios de la Tarjeta Estocolmo para adultos son de 495 a 1050 SEK (de 60 a 120 €) de 1 a 5 días respectivamente. Para niños de 7 a 17 años son de 225 a 325 SEK (de 26 a 38€) para el mismo periodo.

La tarjeta se puede comprar online y recibirla en casa o bien recogerla en las Oficinas de Turismo de Estocolmo.

Figura 3.17  
Tarjeta para el  
transporte en  
Estocolmo



## **LONDRES**

Londres ha tenido mucho éxito a la hora de cambiar las tendencias de los usuarios y animarles a utilizar más el autobús, con un incremento del 40% desde 1999 y un cambio modal del 4% con respecto a los vehículos privados. Esto ha sido posible gracias a iniciativas específicas que incluían ampliación de servicios, mejores horarios y conexiones, inversión en nuevos autobuses, una estructura tarifaria y una solución de pago más sencillas, actualización regular de los trayectos y campañas de marketing. El cambio ha sido mayor en el centro de Londres, con el apoyo de peajes anti atasco y medidas que dan prioridad a los autobuses.

## TARJETAS OYSTER

Oyster es un billete electrónico con formato de tarjeta inteligente. Basta con tocar el lector amarillo con la tarjeta para abrir las puertas de la estación de metro o subir a otros servicios del transporte público londinense.



Figura 3.18 Tarjeta Oyster

Las tarjetas para Londres pueden utilizarse en todos los autobuses y tranvías, así como en el metro, DLR, London Overground y casi todos los servicios de National Rail (la red ferroviaria británica) de Londres.

A las tarjetas de prepago se les añade saldo de antemano. El precio del billete se deduce con cada viaje. Se pueden realizar tantos trayectos como quieran los viajeros en 24 horas (de las 4:30 de la madrugada a las 4:30 de la madrugada del día

siguiente) y se cobra menos de lo que se paga por un billete de papel.

En caso de hacer muchos trayectos, la tarjeta limitará automáticamente el importe que se cobrará ese día, de esta forma los viajeros pagan el precio equivalente a una Travelcard de un día. Si se viaja con frecuencia, se puede añadir una Travelcard o un abono de autobús, se pueden combinar ambos con el saldo de prepago de la tarjeta para garantizar la mejor relación calidad-precio en los desplazamientos por Londres.

## AUTOBUSES

Los autobuses londinenses son un medio de transporte accesible ideal para moverse por la capital. Los 8:000 autobuses de la ciudad son vehículos con piso bajo y accesibles a las sillas de ruedas. Las rampas de todos los vehículos deben funcionar perfectamente en todo momento. Cualquier autobús con un mal funcionamiento en la rampa se retira de la circulación, así la accesibilidad está garantizada en todo momento.

Los usuarios de silla de ruedas tienen derecho a viajar gratuitamente en los autobuses, como los titulares de un "Freedom Pass". Los niños y los jóvenes menores de 18 años que sean estudiantes de dedicación exclusiva también viajan gratis en autobús.




[Accessibility](#)
[Help & Contact](#)
[Sitemap](#)

Search:

---

[Home](#)
[Live travel news](#)
[Getting around](#)
[Tickets](#)
[Road users](#)
[Corporate](#)
[Business & partners](#)



[Learn more here >](#)

[Getting around](#)

**Journey Planner**

[Add us to your website](#)

[Large text version](#)

---

**See also**

- [Live travel news](#)
- [Planned works](#)
- [Timetables](#)
- [RSS Feed](#)

[English](#)

**Journey Planner** 1 2 3

**Your journey details**

**From** Map: [Tube](#) | [Street](#)

Enter start location...

Station or stop in...

**To** Map: [Tube](#) | [Street](#)

Enter end location...

Station or stop in...

Go via (optional)

**Your travel preferences**  Save

**Public transport** [Cycling & Walking](#)

**I need step free access...**

- From the street to the **platform**
- From street to the **train, bus, etc.**
- I can use escalators but not stairs
- I can use stairs but not escalators
- I have no mobility requirements

**I prefer...**

- The **fastest routes**
- Routes with the **least changes**
- Routes with the **least walking**

**I use these modes...**

- Tube  DLR  Bus
- Rail  Tram  River
- Coach  Emirates Air Line
- London Overground

Figura 3.19 Página de Internet que planea un viaje con las características que el viajero crea prudentes

No está establecido en el número de perros guía que el conductor del autobús puede dejar subir a bordo, siempre y cuando haya espacio para ellos. Los autobuses londinenses admiten a todos los perros guía, incluidos los perros lazarillo para invidentes, o los perros guía para sordos, de asistencia para manipular objetos, perros de compañía para discapacitados y perros detectores de los ataques epilépticos de su dueño. La única condición es que el animal no bloquee el pasillo.

## TASA DE CONGESTIÓN



Figura 3.20 Mapa de congestión vial de las zonas en las que se aplica la tasa de congestión

En 2003, Londres se convirtió en la primera gran ciudad del mundo en introducir una tasa de congestión en un intento de reducir la densidad de tráfico en los accesos al centro de lunes a viernes. Aunque el número de vehículos que acceden a la "zona de congestión" ha disminuido, todavía el tráfico en Londres puede ser lento. Los conductores con discapacidad se benefician de exenciones en el pago de la tasa de congestión.

La zona de gravemente se ven alteradas por la congestión vial incluyen actualmente las áreas siguientes: Bayswater, Notting Hill, North y South Kensington, Knightsbridge, Chelsea, Brompton, Belgravia, Pimlico, Victoria, St. James's, Waterloo, Borough, la City de Londres, Clerkenwell, Holborn, Finsbury, Bloomsbury, Soho, Mayfair y partes de Marylebone. Al entrar en la zona, verá una gran letra "C" en un círculo rojo.

La tasa es aplicable entre las 7:00 de la mañana y las 18:00, de lunes a viernes, lunes festivos y navidades no incluidos.



Figura 3.21 Señal que avisa que en la zona se considera la tasa de congestión

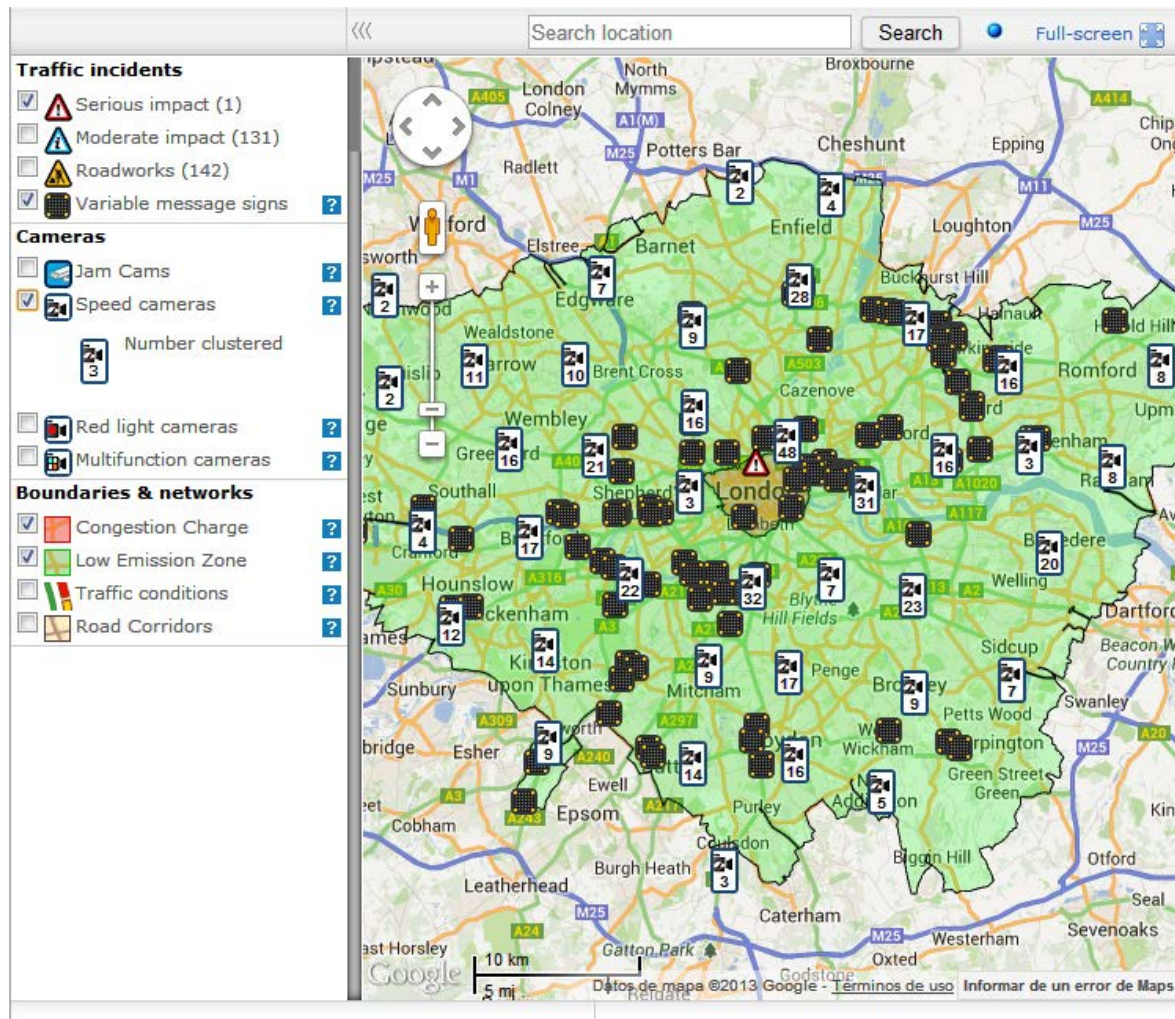


Figura 3.22 Mapa interactivo de la zona considerada con tasa de congestión para conocer en tiempo real la situación vial

La tarifa es de 8 £ si se paga antes de la medianoche del día del desplazamiento o de 10 £ si se abona antes de la medianoche del día siguiente al día de pago. Los desembolsos al día siguiente de pago solamente se pueden llevar a cabo a través del centro de llamadas y del sitio Web.

Se debe pagar la tasa para evitar una multa de 50 £ (si el pago se prolonga 14 días, la multa ascenderá a 100 £).

Los residentes en la zona de congestión reciben un 90% de descuento en la tarifa, pero es necesario ser un residente registrado para beneficiarse del descuento.



## ESTACIONAMIENTO

## Find a car park

You searched for: **london**

**Filter by:**

- City
- Airport
- Disable bays
- Gateway accepted

**Amend your search:**

**Search** >

**London Shaftesbury**  
Shaftesbury, London, WC1A 1JP  
Total spaces: 226 - Disabled bays: 2 - Gateway accepted

[Get directions](#) [Compare to Car Parks](#) [More info](#)

[Buy Season ticket](#) [Pre-book](#)

**Opening times** **Tariff info**

Monday	24 Hr	30 Minutes	£3.70
Tuesday	24 Hr	1 Hour	£7.20
Wednesday	24 Hr	1 To 2 Hours	£14.20
Thursday	24 Hr	2 To 3 Hours	£21.20
Friday	24 Hr	3 To 4 Hours	£28.20

**Legend:** 📍 Available for pre-book 📍 Unavailable for pre-book

**A** **London Covent Garden**  
Covent Garden, London, WC2B 5NT  
[Show on map](#)  
[More info](#)

**B** **London Shaftesbury**  
Shaftesbury, London, WC1A 1JP  
[Show on map](#)  
[More info](#)

**C** **London Brewer Street**  
Brewer Street, London, W1F 0LA  
[Show on map](#)  
[More info](#)

Figura 3.23 Página de Internet que permite conocer la ocupación de lugares de estacionamiento en un área definida por el viajero

Estacionarse puede ser toda una odisea, especialmente en el centro de Londres. Existen restricciones al estacionamiento entre las 8:30 de la mañana y las 18:30 de la tarde, de lunes a viernes, así como desde las 8:30 de la mañana a las 13:30 los sábados. Muchas calles de Londres funcionan con el sistema del parquímetro y el ticket de aparcamiento; esta es una opción cara, si decide dejar el vehículo estacionado bastante tiempo.

Asimismo, existen empresas de aparcamiento de coches en Londres, con delegaciones por toda la ciudad. Aparcamientos Westminster City Council cuenta con 16 complejos en todo Central London.

## SINGAPUR

Un buen ejemplo de prestación de servicios integrados es el sistema de pago electrónico multimodal de última generación denominado *Symphony for e-Payment*. Partiendo del “*Contactless E-Purse Application Standard*” (CEPAS), un estándar abierto para la tarjeta nacional de transporte, el sistema permite utilizar tarjetas con almacenamiento de valor multiuso (MPSV) para el transporte (autobús, ferrocarril, tarifa antiatacos, etc.), así como para otros fines, como el pago de compras al por menor. Además incluye soporte para varios emisores de tarjetas (compatibles con CEPAS), aumentando la libertad de elección y comodidad del usuario.

La ciudad-estado de Singapur se destaca por tener un sistema de transporte público rápido, limpio, eficaz y asequible. Desde hace muchas décadas atrás el gobierno de Singapur se preocupó por crear una infraestructura de transporte que permitiera el desplazamiento de sus ciudadanos por toda la isla.

Singapur intenta disuadir el tráfico de vehículos particulares a través de diferentes medidas (se pagan impuestos carísimos por tener un coche y existe además el peaje urbano). No se estimula el alquiler de vehículos que, en el caso de los turistas, es completamente dispensable.

### *RED DEL METRO*

La red de Metro de Singapur (MRT - Mass Rapid Transit) es eficiente, moderna y alcanza casi todos los puntos de interés de la ciudad.

Algo que sorprende es el ambiente y la vida que hay en el subsuelo de la ciudad. Algunas estaciones son inmensas y dan cobijo a tiendas, restaurantes y otros comercios.



Figura 3.24 Estación del metro de Singapur con comercios en él.

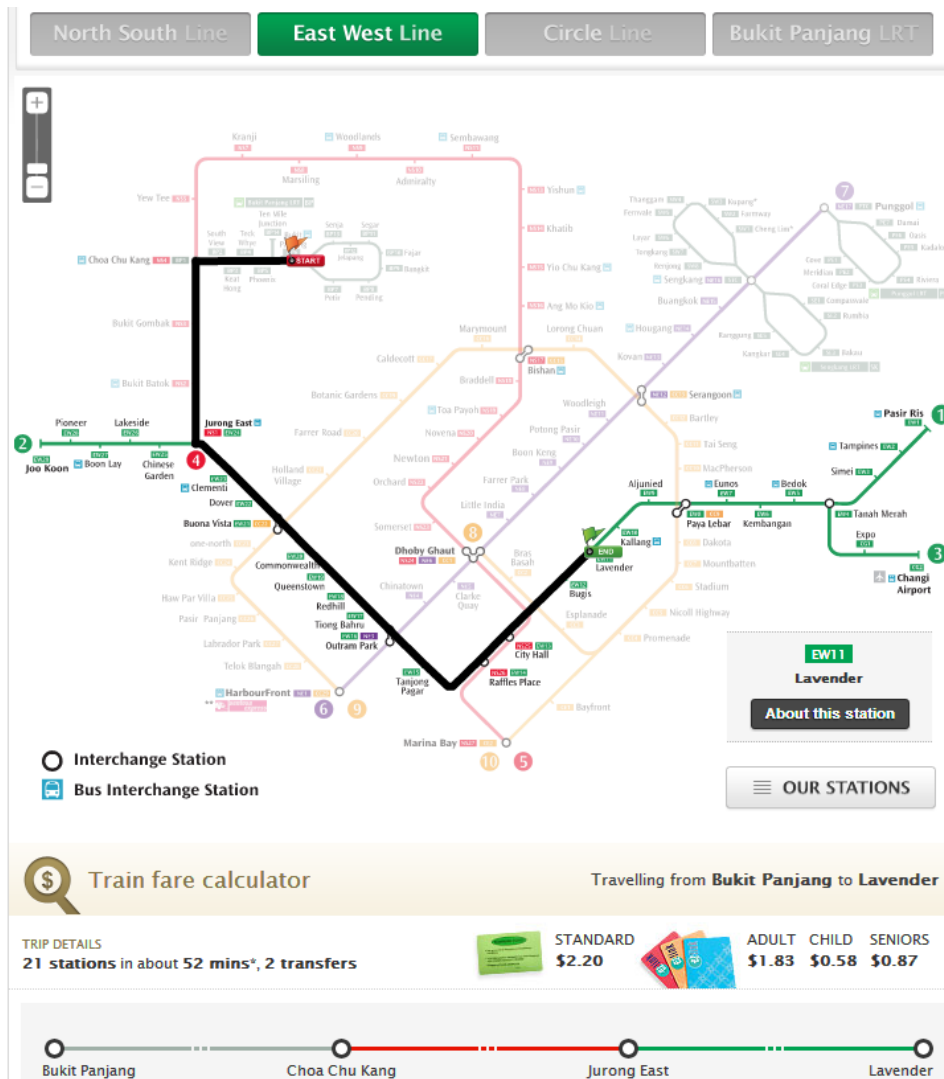


Figura 3.25 Mapa interactivo del metro en Singapur, los viajeros pueden escoger el inicio y el fin del recorrido y el programa les dará datos del viaje y propuestas de transbordo por metro con datos en tiempo real

Al contrario que en los países en desarrollo, tener un negocio en el metro es estar en una ubicación privilegiada.

La red de MRT de Singapur está compuesta de cuatro líneas:

- NS (North South Line, Roja): Va de Marina Bay a Jurong East.
- EW (East West Line, Verde): Recorre desde el Aeropuerto Changi hasta Boon Lay. La duración del trayecto desde Changi al centro de la ciudad es de tan sólo 27 minutos.
- NE (North East Line, Morada): Comunica HarbournFront (parada para ir a Sentosa) con Punggol.

- CC (Circle Line, Amarilla): Aún en construcción.

### TARJETA EZ-LINK

La tarjeta Ez-Link proporciona un transporte público más cómodo y más barato. Es una tarjeta recargable con la que se puede pagar en el MRT y en los autobuses de Singapur.

La tarjeta Ez-Link comenzó a utilizarse en Singapur en el año 2001 y actualmente hay más de 10 millones de tarjetas en circulación.

Algunas tiendas y restaurantes también aceptan esta tarjeta como medio de pago.

Ya que el precio del trayecto está en función de la distancia, se debe dar de alta la tarjeta al entrar y al salir del metro y de los autobuses. Al funcionar mediante radio frecuencia sólo se debe acercar la tarjeta a las máquinas correspondientes.

Las máquinas para recargar la tarjeta Ez-Link en todas las estaciones de MRT y en las oficinas de Transitlink.

Esta tarjeta es especialmente interesante para largas estancias. Para un viaje de 3 ó 4 días suele ser mejor opción adquirir la tarjeta Singapore Tourist Pass.

### OREGÓN

El estado de Oregón (EE.UU.) está probando un impuesto sobre el kilometraje, basado en el número de kilómetros conducidos como sustituto de los impuestos estatales sobre la gasolina. El estado, que responde de esta forma a la disminución de los ingresos fiscales por el combustible debido a la reducción del consumo, considera que ésta es una forma más equitativa de financiar las mejoras de las carreteras.

El gobierno Estatal de Oregón (Estados Unidos) ha propuesto un proyecto de ley por el cual se le aplicará una tasa económica a los coches eléctricos o con bajo consumo de combustible. Según los dirigentes, este régimen se aplica a los conductores que no pasan por las gasolineras o que si lo hacen tardan mucho tiempo, ya que es en los impuestos al combustible donde se recauda el dinero necesario para el mantenimiento de las carreteras.

Este impuesto tendrá un costo proporcional al uso del vehículo. Se establecerá un costo por kilómetro recorrido que aún no se ha determinado. Los vehículos sujetos a esta carga impositiva deberán de llevar algún dispositivo como GPS o tacómetro que registre la distancia recorrida por el vehículo para calcular el pago.



Figura 3.26 Tarjetas Ez-Link



## CARRETERAS INTELIGENTES Estados Unidos

Estados Unidos es un país que desarrolla sus propias tecnologías para aplicar a sus necesidades, por ejemplo: La empresa estadounidense Solar Roadways está desarrollando un prototipo de "carretera inteligente" en la que, en lugar de asfalto, los coches circularían por encima de paneles solares, y las señales, en vez de estar pintadas en el suelo con rayas blancas, serían bombillas LED que se iluminarían durante la noche.

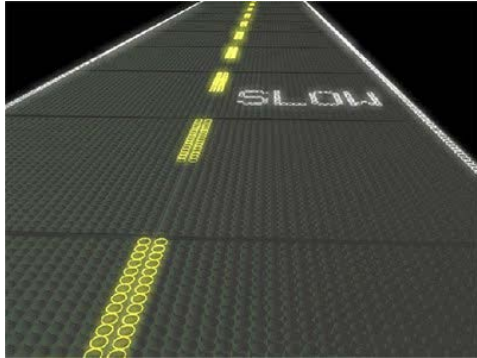


Figura 3.27 Prototipo de carreteras de paneles solares

Según explica la empresa, que ha conseguido una ayuda del Departamento de Transporte de Estados Unidos para financiar su proyecto, estas "carreteras inteligentes" se podrían integrar en los caminos que hoy ocupan las vías de asfalto, así como en zonas de aparcamiento, y servirían para mejorar dos problemas: la seguridad vial y el cambio climático.

En cuanto a lo primero, el prototipo de Solar Roadways mejora la seguridad por la noche, ya que incorpora luces en el firme y permite proyectar mensajes sobre la calzada del tipo "desvío a pocos metros". Además, incorpora detectores que detectan la presencia de animales en la calzada y advierten a los conductores para que reduzcan la velocidad.

Asimismo, la carretera podría usar la energía captada por los paneles solares durante el día para derretir, mediante sistemas de calefacción incorporados al firme, la nieve y el hielo presente en la calzada, y evitar así accidentes de tráfico.

Por otro lado, según la empresa, reemplazar las carreteras y aparcamientos de asfalto por 'carreteras solares' puede ser "un gran paso" en la lucha contra el cambio climático. En este sentido, la compañía señala que los vehículos eléctricos podrían recargarse con la energía almacenada por los paneles solares, permitiendo que este tipo de vehículos recorrieran grandes distancias.

De acuerdo con los cálculos de la compañía, cubriendo la actual red de carreteras de Estados Unidos de estos paneles solares se podría producir tres veces la energía que el país usa actualmente, "casi suficiente para abastecer al mundo entero", concluye Solar Roadways.

## HOLANDA

Algunos conductores experimentados prefieren realizar su viaje de noche, ya que el tránsito suele ser escaso. Mientras que para muchos otros, los horarios donde se esconde el sol son sinónimo de extremo peligro, ya que la falta de visibilidad es un gran problema en rutas que no están iluminadas artificialmente.

Pensando en esto, diseñadores holandeses desarrollaron un conjunto de ideas que conforman el proyecto de “Carreteras Inteligentes” premiado en los Dutch Design Awards como “Mejor concepto futurista”.

Estas ideas consisten en pinturas viales fosforescentes, un carril exclusivo para vehículos eléctricos que transmite carga a los mismos por inducción, luces emparentadas con sensores de movimiento para encenderse sólo cuando haya vehículos circulando y una pintura especial que advierte al conductor mediante gigantescos gráficos la posibilidad de que existan segmentos con hielo en el camino.



Figura 3.28 Propuesta de carretera que brilla en la oscuridad y manda mensajes mediante sensores a los vehículos

## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

Los problemas en los sistemas de transporte se presentan en cualquier parte del mundo. Los ITS se han implementado en muchos lugares como una solución a los problemas, son varios los países que han invertido en el desarrollo de nuevas tecnologías para solucionar las carencias que tienen sus sistemas de transporte, siempre buscando una mejor calidad de vida en sus poblaciones.

Para poder llevar a cabo proyectos es necesario hacer uso de regulaciones y organismos internacionales, los cuales tienen la responsabilidad de garantizar de forma armoniosa un buen desempeño del trabajo de los ITS.

El éxito o las deficiencias de los proyectos que se han tenido otros países son una oportunidad para México de desarrollar sus propios proyectos o aplicarlos a los problemas que afectan a nuestra sociedad aprendiendo las lecciones que otros países nos han aportado.

# ***CAPÍTULO 4***

## ***SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN MÉXICO***

### **Objetivo Capitular**

#### **4.1. Sistemas de transporte actuales en México**

#### **4.2. Arquitectura del Sistema**

- Características de una Arquitectura exitosa

#### **4.3. Disciplinas y Sectores Involucrados**

#### **4.4. Organismo - ITS México**

#### **4.5. Sistemas Inteligentes de Transporte en México**

- Actuales
- Posibles

#### **4.6. Dificultades para implementar ITS en México**

- Problemas Sociales
- Problemas Económicos
- Problemas Ambientales

### **Conclusiones del Capítulo**

## OBJETIVO CAPITULAR

Ofrecer una solución a los problemas del transporte carretero en México y señalar las áreas de mejora mediante la implementación de sistemas inteligentes de transporte en el medio terrestre.

### 4. ITS EN MÉXICO

En México las comunicaciones y los transportes constituyen una de las bases más importantes del crecimiento económico del país. Una buena infraestructura y una calidad aceptable en los servicios promueven actividades productivas en la población, en cambio, el rezago en estos aspectos obstaculizan el crecimiento.

México, al igual que otros países en desarrollo, tiene la posibilidad de instalar infraestructura inteligente al mismo tiempo que la infraestructura física se está construyendo, lo cual resulta mucho más económico que implementar tecnologías en las ya existentes. Los gobiernos federales invierten cada vez más en infraestructura relacionada a los sistemas de transporte, por ser una fuente inmediata de empleos y aportadora de bienes al país, aprovechando esta oportunidad debemos contemplar que en un futuro no muy lejano estas construcciones tendrán que ser adaptadas a los nuevos requerimientos tecnológicos, por lo que es mejor de una vez diseñar con parámetros que incluyan la implementación de sistemas inteligentes.

En México podemos valernos del uso de otros sistemas como teléfonos celulares y la Internet que se están expandiendo cada vez más entre la población, además de la aplicación de sistemas que ya han sido probados e implementados en otros países y que ahora son estables y empiezan a ser menos costosos de adquirir y operar.

Deberemos considerar las condiciones propias de México para elegir aquellos servicios que sean claramente utilizables aquí, y agregar los que respondan exclusivamente a nuestras necesidades particulares.

#### 4.1. SISTEMAS DE TRANSPORTE ACTUALES EN MÉXICO

México cuenta con un territorio aproximado de 2 millones de km<sup>2</sup> con más de 100 millones de habitantes, todos con necesidades propias de transporte.

Los medios de transporte permiten el traslado de personas y mercancías de un lugar a otro, ya sea dentro de México o hacia otros países. Estos juegan un papel muy importante en el comercio y, por lo tanto, en la economía de nuestro país y de todas las naciones, pues a través de ellos las materias primas y productos elaborados son llevados de los centros de producción a los de consumo.

El transporte de personas y mercancías en México se realiza principalmente por:

## CARRETERAS

La red carretera nacional, que se ha desarrollado a lo largo de varias décadas, comunica casi todas las regiones y comunidades del país.

Algunas carreteras están a cargo del gobierno federal y constituyen los corredores carreteros, que proporcionan acceso y comunicación a las principales ciudades, fronteras y puertos marítimos del país y, por lo tanto, registran la mayor parte del transporte de pasajeros y carga. Algunos tramos son libres, es decir que circular por ellas no tiene costo, otras son de cuota, en las que se debe pagar un peaje para utilizarlas.

Además de las carreteras federales, están las carreteras estatales, que como su nombre lo indica, son responsabilidad de los gobiernos de cada entidad federativa e incluyen carreteras pavimentadas y revestidas; caminos rurales y brechas.

México cuenta con aproximadamente 366 mil kilómetros de carreteras:

48,660.00	Km carreteras federales y autopistas
77,964.14	Km caminos alimentadores o estatales
239,717.32	Km caminos rurales y brechas
<u>366,341.46</u>	



Figura 4.1 Principales corredores carreteros en México

## FERROCARRIL

El primer servicio ferroviario en México se realizó en 1850, cubriendo el tramo de 13.6 km de longitud. Durante la presidencia del general Porfirio Díaz se dio un fuerte impulso al ferrocarril, de hecho, la red ferroviaria se desarrolló hasta quedar casi como se encuentra en nuestros días, 26 mil kilómetros de vías férreas.

El sistema fue básico para el transporte de personas y mercancías hasta la primera mitad del siglo XX.

En la actualidad, los ferrocarriles son útiles para transportar carga en grandes volúmenes a bajo costo. La red ferroviaria comunica entre sí las poblaciones más importantes y a éstas con los principales puertos y fronteras del país.



Figura 4.2 Tren suburbano

En 1995, el gobierno inició la concesión de uso y explotación de la red ferroviaria nacional a particulares (es decir, que el gobierno federal conserva el dominio sobre la infraestructura). Al término de la concesión, ésta debe ser devuelta al gobierno federal en condiciones adecuadas para su operación.

Actualmente, la empresa Ferrocarril Suburbano, S.A. de C.V. obtuvo la concesión para operar el tramo Buenavista-Cuautitlán para el servicio de transporte a pasajeros.

## TRANSPORTE AÉREO

El avión es el medio de transporte más rápido; sin embargo, su costo es elevado, por lo que se utiliza principalmente en el traslado de personas. Sin embargo pueden transportarse objetos pequeños o que por su gran valor o fragilidad lo ameriten.

En México, el desarrollo del transporte aéreo se inició en 1924 y cubría el trayecto México-Tampico, después se agregaron las rutas México-Tuxpan y Tampico-Matamoros.

En 1927 estaban en servicio los primeros aeropuertos, localizados en Pachuca, Guadalajara y Torreón; el de la Ciudad de México se terminó e inauguró en 1929.

Para el 2005, en México existían 53 aeropuertos internacionales de un total de 85 aeropuertos. Los que mayor número de pasajeros transportan son, en orden de importancia: el de la Ciudad de México, Cancún, Guadalajara, Monterrey y Tijuana, que en conjunto manejan casi el 68% del total de pasajeros.





Figura 4.3

Aeropuertos Internacionales  
en México

FUENTE: INEGI

## PUERTOS

El transporte marítimo permite trasladar el volumen más grande de mercancías a mayores distancias que cualquier otro medio de transporte. De hecho, el intercambio comercial internacional se realiza principalmente por este medio.

México tiene **puertos de altura**, que atienden embarcaciones, personas y bienes en navegación entre puertos nacionales y puertos del extranjero. Se encuentran tanto en el Océano Pacífico como en el Atlántico. Los barcos grandes y pesados pueden cargar y descargar sus mercancías, por ejemplo los buques-tanque utilizados para transportar petróleo crudo desde los pozos mexicanos hacia otros países.

Otro tipo de puertos son los **de cabotaje**, que sirven para barcos pequeños o medianos que navegan cerca de la costa, entre puertos terminales o marinas dentro del territorio mexicano.



Figura 4.4

Puertos Marítimos de México

FUENTE: INEGI

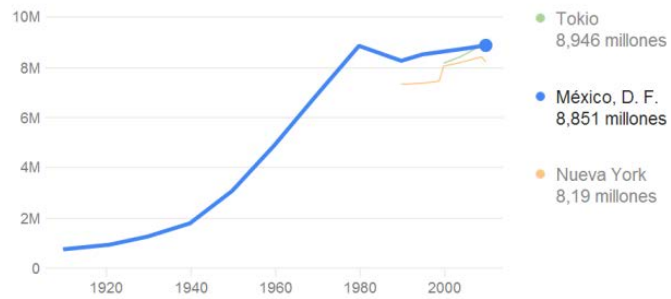
**TRANSPORTE URBANO**

La Ciudad de México es una de las más pobladas del mundo, es por eso que se debe contar con un sistema de transporte urbano adecuado para garantizar la movilidad de todos sus habitantes.

Cuando hablamos de transporte urbano nos referimos a aquel transporte de pasajeros que se utiliza en las zonas urbanas, en México existen varios sistemas de transporte urbanos como son:

**8,851 millones (2010)**

México, D. F., Población



Gráfica 4.1  
Ciudades más pobladas del mundo  
FUENTE: INEGI

**El metro (Sistema de transporte colectivo metro, STC)**

Para trasladarte a los distintos puntos de destino del Distrito Federal y zona metropolitana, el Sistema de Transporte Colectivo tiene un parque vehicular de 390 trenes, de los cuales 292 son de 9 vagones y 29 de 6, en ambos casos de rodadura neumática, así como de rodadura férrea 12 de 9 vagones, 27 de 6 y 30 de 7 vagones.

Actualmente cuenta con 12 líneas, en las cuales se distribuyen los trenes de la siguiente forma:

Tabla 4.1 Distribución de trenes por línea (Fuente: STC)

LÍNEA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A	B	TOTAL
TRENES	50	41	49	13	26	16	31	30	29	30	39	36	390

**SCT**

DISTRITO FEDERAL

5 millones de pasajeros diarios

	Estación	Estación	Afluencia
Línea 1	Observatorio	Pantitlán	750,000
Línea 2	Cuatro Caminos	Tasqueña	1,150,000
Línea 3	Universidad	Indios Verdes	750,000
Línea 4	Santa Anita	Martín Carrera	100,000
Línea 5	Pantitlán	Politécnico	250,000
Línea 6	El Rosario	Martín Carrera	100,000
Línea 7	El Rosario	B. del Muerto	350,000
Línea 8	Garibaldi	Const. de 1917	400,000
Línea 9	Tacubaya	Pantitlán	450,000
Línea A	Pantitlán	La Paz	150,000
Línea B	Buenavista	Ciudad Azteca	550,000

\*Afluencia promedio diaria, en un día laboral.

Tabla 4.2  
Afluencia promedio anual  
FUENTE: ISA, Corporativo

## Red de Transporte Público (RTP)

Sistema Urbano o Sub Urbano Público tradicional de ruta fija, para distancias cortas o medias, En la Ciudad de México se cuenta con la Red de Transporte Público del DF (RTP) En algunas regiones se da Tarifa Preferencial a Estudiantes, Personas de la Tercera Edad y Personas con Discapacidad; en algunos regiones también se da trato preferencial a las mujeres embarazadas.



Figura 4.5  
Servicios del sistema RTP  
FUENTE: RTP

## Servicio de Transportes Eléctricos del DF (STE)

La Red del Servicio cuenta con 8 Líneas de Trolebuses en servicio con una longitud de operación de 203.64 kilómetros, incluye los Corredores Cero Emisiones "Eje Central", Eje 2 - 2A Sur y el nuevo Corredor Cero Emisiones Bus - Bici "Eje 7 - 7A Sur", inaugurado el 1 de noviembre de 2012.

La flota vehicular programada es de 290 trolebuses, los cuales operan a un intervalo de paso promedio de 4.0 minutos, todas dentro del Distrito Federal.

El Tren Ligero forma parte de la red del Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal, el cual opera en el Sur de la Ciudad de México prestado un servicio de transporte no contaminante a la población de las Delegaciones Coyoacán, Tlalpan y Xochimilco, brindando su servicio a través de 16 estaciones y 2 terminales, mediante 20 trenes dobles acoplados con doble cabina de mando con capacidad máxima de 374 pasajeros por unidad.



Figura 4.6  
Mapa de la red de servicios  
del sistema STE  
FUENTE: STE



Figura 4.7  
Tren Ligero y Trolebús del Sistema de Transporte Eléctrico del DF

### **METROBUS (MB)**

El Metrobús es un sistema de autobús de tránsito rápido (Bus Rapid Transit, en inglés) que presta servicio en el Distrito Federal. Su planeación, control y administración está a cargo del organismo público descentralizado Metrobús.

El Metrobús cuenta con 5 líneas. Cada línea tiene asignado un número y un color distintivo. Tiene una extensión total de 105 kilómetros y posee 171 estaciones. Todas las estaciones se encuentran dentro del Distrito Federal.

La tarifa de un viaje en el Sistema de Corredores de Metrobús es de \$6.00 pesos m.n.

Los transbordos entre Línea 1, Línea 2, Línea 3, Línea 4 y Línea 5 son gratuitos siempre y cuando se realicen dentro de las primeras dos horas de haber ingresado al sistema.

La tarifa de un viaje, en el Sistema de Corredores Metrobús, de la Terminal San Lázaro a las Terminales 1 y 2 del Aeropuerto de la Ciudad de México es de \$30.00 pesos m.n.

El pago se realiza por medio de la tarjeta inteligente Metrobús, la cual puede ser adquirida en las máquinas de venta y recarga de tarjetas, presentes en todas las estaciones de Metrobús.

Cuenta con un carril exclusivo y los vehículos que pueden ser articulados o doblemente articulados.



Figura 4.8  
Sistema colectivo Metrobus

## 4.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Bien es cierto que no podemos sólo implementar sistemas inteligentes a los sistemas de transporte en México sin antes evaluar las consecuencias, beneficios e impactos que obtendremos, por lo que es necesario definir los parámetros, materiales y tecnologías que serán adecuadas para todo el país, acotar las características y cumplir con ellas para que todos los sistemas sean interoperables y flexibles a los cambios. Existen muchos prerrequisitos para asegurar que la introducción de ITS sea exitosa, entre los cuales se incluyen la existencia de ciertas capacidades tanto institucionales como tecnológicas.

### Prerrequisitos Institucionales

- Contar con el apoyo de alguna organización que promueva el uso de ITS, para nuestro país es ITS México. Esta organización podría ayudar a formar asociaciones público-privadas, introducir y promover el concepto de ITS al público en general.
- Asegurar un capital de inversión.
- Coordinar leyes y reglamentos actuales, tener la capacidad de actualizarlos y en caso de ser necesario de crearlos.
- Gestionar la compra de software y dispositivos electrónicos conforme a lo establecido en las normas, las cuales son diferentes a las normas para adquisición de infraestructura.
- Ser capaces de formar Recursos Humanos para el desarrollo y administración de ITS.

### Prerrequisitos Tecnológicos

Ya que la aplicación de ITS requiere de sistemas de información que recopilen datos de muchas fuentes y distribuyan los resultados a muchos usuarios, un modelo común de datos es de suma importancia para evitar confusiones y facilitar la coordinación e intercambio de información.

Para proporcionar el máximo beneficio, las aplicaciones deben ser compatibles, lo que significa que deben acotarse a un marco estratégico. El propósito de la Arquitectura de Sistemas para los ITS es proporcionar ese marco para que sirva como base para las elecciones de diseño e implementación, y definir las decisiones de inversión.

Una Arquitectura define:

- A. Los grupos de servicio que se implementaran y las acciones para llevarlos a cabo.
- B. Las entidades donde los servicios existen
- C. Los flujos de información y datos que conectan a las entidades con los servicios

En términos simples, la Arquitectura del sistema describe que hacen los ITS (Grupos de Servicios), donde lo hacen (entidades) y la información que se maneja entre ambos (flujos).

- A. GRUPOS DE SERVICIO

Son los servicios que se ofrecen al usuario (ver capítulo 2)



## B. ENTIDADES

Las entidades son:

- Lugares físicos (Arquitectura Física) como centros de control y vehículos donde se realizan los servicios al usuario
- Personas: viajeros, administradores del sistema, operadores, etc.
- Sistemas como los sistemas de tele peaje que ayudan a llevar a cabo los servicios
- Fuentes o destinos de la información como es el caso del GPS y sistemas de predicción meteorológica que no son en sí mismas aplicaciones de ITS o subsistemas, pero se utilizan información obtenidas de ellos.

Una buena arquitectura toma en cuenta todos estos tipos de entidades.

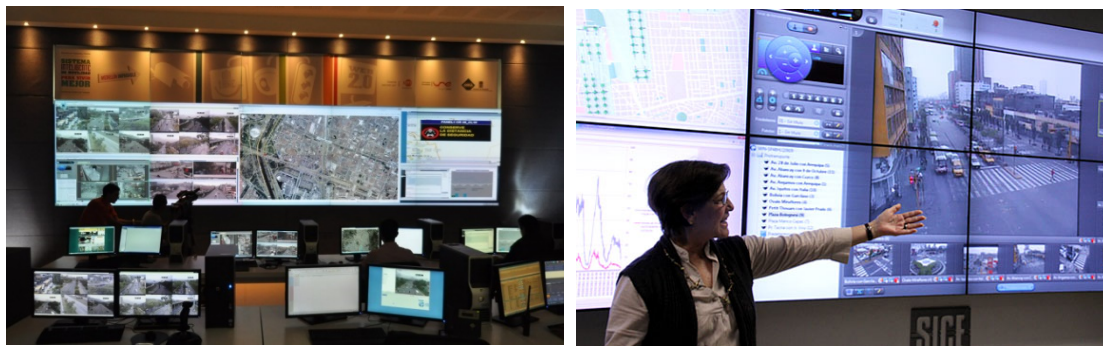


Figura 4.9 Centro de control de tránsito Medellín - Centro de control de tránsito Lima

## C. INFORMACIÓN Y FLUJO DE DATOS

Gran parte del valor de las aplicaciones ITS proviene de su capacidad para recopilar, analizar y difundir información. Los flujos de información y de datos se conectan a los grupos de servicio, y las entidades en el sistema, el movimiento físico suele ser manejado por las comunicaciones por cable o de forma inalámbrica, aunque parte de la información todavía se mueve utilizando comunicaciones en papel y voz. Un ejemplo claro es el caso del pago electrónico [ETC], el cual procesa datos procedentes de una entidad (persona) a un sistema de cobro de peaje (subsistema de contabilidad central).

Todas las Arquitecturas ITS se pueden crear a nivel nacional, regional o municipal. En el caso de México es importante diseñar un sistema ITS que tenga visión a un futuro a nivel nacional.

De la definición de sistema sabemos que existe un fin común para los elementos que lo integran. Es evidente que mientras más grande y complejo sea el sistema más detalles deben cuidarse, por lo que la Arquitectura deberá fungir como la administración del sistema buscando que todas las partes trabajen de la misma manera metódica y bien controlada.



#### 4.2.1. CARACTERÍSTICAS DE UNA ARQUITECTURA EXITOSA

Los sistemas a gran escala, como son los ITS, que son capaces de evolucionar y expandirse con éxito tienen una serie de características que sólo son alcanzables con una Arquitectura bien planeada y ejecutada. Las características son:

**Compatibilidad:** La compatibilidad es cuando el software o algún componente del sistema se sustituyen o actualizan y el sistema sigue funcionando o mejora con las nuevas características que la implementación aportó. Esta característica depende de que la Arquitectura del sistema imponga especificaciones claras y consistentes.

**Capacidad de expansión:** Significa que el sistema se puede manejar con mayores volúmenes, en otras ubicaciones o incorporar nuevas actividades, y aun así trabajar con éxito. Esta capacidad va de la mano con la compatibilidad pues no sirve de nada que la expansión sea posible si los nuevos componentes del sistema no son compatibles con todo el sistema. La capacidad de expansión depende de muchos factores, entre ellos el buen diseño del sistema y la compatibilidad de los componentes, los cuales deben ser tomados en cuenta al momento de la creación de la Arquitectura del sistema.

**Interoperabilidad:** Es cuando dos sistemas separados se vinculan para trabajar de manera cooperativa sin interferir uno con otro. Esta característica puede ser un problema cuando múltiples sistemas con operador por un operador, pero es todo un reto cuando se conectan dos sistemas con diferentes operadores, regiones o países. En el caso de México, un ejemplo claro es el pago de pasajes de metro, metrobus y tren ligero con una misma tarjeta inteligente, pues todos los operadores de los sistemas de transporte mencionados deben estar de acuerdo con usar la misma tecnología, tramitación administrativa y financiera, y en caso de que se requiera la expansión es necesario una política de transporte diferente. Si se desarrollaron dos sistemas en la misma arquitectura general del sistema y se han desarrollado conforme a las mismas normas, la probabilidad de éxito en la toma de la interoperabilidad de sistemas es mucho mayor.

**Integración:** La integración de aplicaciones en un único sistema propicia un enfoque que proporciona interoperabilidad. La integración es la conexión mutua y armonizada de sistemas múltiples, e integrar aplicaciones a un sistema existente es mucho más difícil que a un sistema que comienza de cero, de cualquier forma manejar una arquitectura común permite que exista integración entre los sistemas y las aplicaciones.

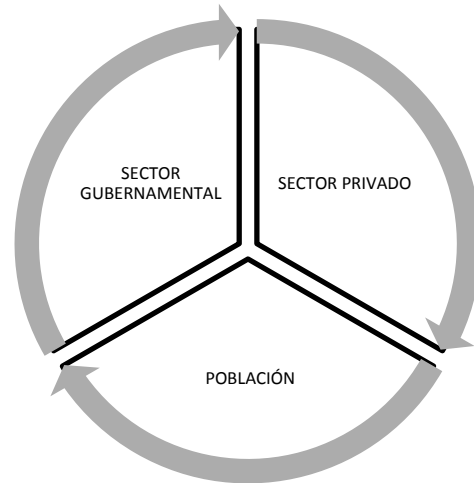
**Estándares:** El uso de estándares facilita la armonización de las aplicaciones. Es mediante estándares que los datos, interfaces y funciones se integran.

### 4.3. DISCIPLINAS Y SECTORES INVOLUCRADOS

Vimos en capítulos anteriores que los beneficios ya sean sociales, económicos o ambientales benefician siempre a 3 actores: la población, el sector gubernamental y el privado. Por lo tanto éstos serán los 3 sectores involucrados.

## I. SECTOR GUBERNAMENTAL:

La actuación del sector público en los sistemas de transporte, cualquiera que sea, es parte fundamental pues de él depende el inicio y la propuesta de implantación del sistema. Si el gobierno no está interesado en modificar e invertir en la mejora de sus sistemas de transporte es casi imposible que lo haga la población y poco factible que los privados corran todo el riesgo. Cuando el sector público se muestra interesado, da confianza a los inversionistas privados en invertir, pues es común, que en el caso de los ITS, las tecnologías sean obsoletas antes de implantarse. Son los encargados de que los privados cumplan con las especificaciones que la población demanda.



## II. SECTOR PRIVADO:

El sector privado se encargará de dar mantenimiento y un grado mayor de calidad a los sistemas, y como se mencionó anteriormente, casi todos los servicios de ITS pueden ser cobrados al usuario, lo que garantiza que las inversiones pueden recuperarse. El sector privado puede incrementar su competitividad pues el tema de los ITS requiere de una actualización continua y mantenimiento adecuado, además de que crea una oportunidad mayor de inversión. Deberán acotarse a las especificaciones gubernamentales.

## III. POBLACIÓN:

La población deberá capacitarse y adecuarse a los cambios en los transportes que implementan tanto el sector gubernamental como privado. Es el sector final y al mismo tiempo el inicial, pues de este sector dependen las características deseables en el sistema y ellos evalúan si en verdad se están cumpliendo las metas de implementación, si no es así el sistema no se manejará como lo planeado y deberá de volver a evaluarse las implementaciones surgiendo modificaciones o cambios de equipos y logística.

Debemos ser conscientes que el sistema de transporte requiere de la participación de diferentes disciplinas profesionales. Los conocimientos y técnicas tradicionales de la Ingeniería Civil deben complementarse con Ingenieros en Telecomunicaciones, Ingenieros en Sistemas, Comunicólogos, etc. De modo que se dé cabida a ideas integradoras para una infraestructura física y una electrónica. Un ejemplo claro de la participación interdisciplinaria en los ITS es la adaptación de Normas de Diseño de Carreteras y la adaptación de señales de tránsito conforme a las normas y protocolos de los dispositivos informáticos y sistemas de comunicación que tendrán que utilizarse. A continuación se nombran algunas de las disciplinas que deben interactuar para obtener una aplicación exitosa de los ITS.

**INGENIEROS CIVILES** Especialmente relacionados con los sistemas de transporte que ha proporcionado los elementos necesarios para la creación de infraestructura. Idealmente deberán ser los encargados de la administración del transporte, así como de la infraestructura que se derive de su funcionamiento.

**INGENIEROS MECÁNICOS** Innovaciones constantes en la maquinaria y equipo de los modos de transporte.

**INGENIEROS ELÉCTRICOS Y TELECOMUNICACIONES** El flujo de la información, así como los procesos de instrumentación corren por parte de estas disciplinas.

**DISEÑADORES VISUALES** La información al viajero tiene que ser simple y fácil de comprender, proporcionando instrucciones claras y entendibles para cualquier sector de la población indiscriminando su procedencia, escolaridad o situación económica.

**LICENCIADOS EN DERECHO** La administración normativa es parte esencial de la implementación de nuevos sistemas, sobre todo si no todos los involucrados o stakeholders están de acuerdo.

**ECONOMISTAS** O cualquiera de sus derivaciones, que permitan hacer un uso racional de los recursos destinados al transporte, así como evaluar la efectividad y alcances de los sistemas de transporte.

**SOCIOLOGOS** Evalúan los impactos que el desarrollo de los transportes ocasiona en la vida diaria y actividad social de los individuos.

**CIENCIAS AMBIENTALES** Cualquier carrera relacionada con el impacta ambiental deberá participar en esta implementación para evaluar si se han alcanzado los objetivos o si por el contrario se ha empeorado el panorama

#### 4.4. ORGANISMO – ITS MÉXICO

En el caso de México existe ITS México, el cual actualmente se encuentra en desarrollo, es por eso que México se convierte en cliente cautivo de las tecnologías desarrolladas por los Organismos internacionales (ITS América especialmente) el problema es la incompatibilidad que esto genera puesto que no se están tomando de un solo organismo.

Su página de Internet es [www.itsmexico.org.mx](http://www.itsmexico.org.mx)

Dentro de la página podemos encontrar los siguientes antecedentes del organismo:

*“El movimiento ITS en nuestro país, surge de manera análoga a algunos emprendimientos ITS en nuestro continente, con una iniciativa original de la administración pública para establecer su estructura y posteriormente, mediante un período de madurez, depositar la*



Figura 4.10  
Logo del Organismo  
ITS México

*responsabilidad en la sociedad civil para el libre desempeño de todos sus actores.*

*La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), organismo en el que recae la responsabilidad original, estableció su Comité ITS el 25 de junio de 1999, nombrando como su Presidente al Secretario del ramo.*

*Su Consejo Directivo estaba formado por los Directores Generales de la SCT, responsables de las principales áreas relacionadas con la operación del transporte en México. El Consejo Consultivo se formaba por representantes de Dependencias Gubernamentales Federales, Autoridades Estatales y representantes de los Sectores Privado y Académico, vinculados con el transporte nacional.*

*Con una definición de funciones para Presidente, Consejo Consultivo, Vicepresidente General, Secretario Técnico y Vicepresidentes de Área, el Comité ITS propuso una serie de acciones iniciales a desempeñar, dentro de las que destacan:*

- *Automatización de cruces fronterizos.*
- *Grupo técnico 204 de la organización nacional de estándares*
- *Grupo de armonización de comunicación aplicada de corto alcance en Norteamérica*
- *Carretera inteligente*
- *Sistemas de localización vehicular vía satélite*
- *Optimización de cadenas logísticas en el transporte multimodal*
- *Centro de verificación de pesos (dinámico)*
- *Control de vehículos extranjeros*
- *Control de tránsito*
- *Simposio Internacional ITS*
- *Arquitectura Nacional de Sistemas Inteligentes de Transporte*

*Este período concluye en 2007, cuando se crea ITS México / Sistemas Inteligentes de Transporte, A.C. y se deposita corresponsablemente en la responsabilidad civil y en el seno de la comunidad empresarial, la labor de fomento y desarrollo de la comunidad ITS en México, análogamente a el resto de los emprendimientos ITS en el resto del mundo.*

*De la esencia de los preceptos y objetivos originales del Comité ITS, se retoman compromisos nacionales, funciones y acuerdos internacionales para que, aunados a los compromisos de la sinergia que como acción civil contempla, queda formado el programa de trabajo y acciones a desarrollar por ITS México, en el corto, mediano y largo plazos.”*

En el caso de México este organismo deberá estar formado por Dependencias, Asociaciones, Institutos, Cámaras o algunas otras organizaciones relacionadas con el Sector Comunicaciones y Transportes, se proponen:

## **DEPENDENCIAS Y ORGANISMOS PÚBLICOS:**

- SCT – Dirección General de Autotransporte Federal

Se enfoca en la operación de los servicios del sistema de transporte carretero y contribuye a la modernización de y establecimiento de un sistema integral de transporte.

- SCT - Coordinación General de Planeación y Centros

Define las medidas, dirige la planeación y evaluación en materia de comunicaciones y transportes que contribuyan al cumplimiento de los planes y programas establecidos en los Centros SCT a nivel nacional.

- SCT - Dirección General de Aeronáutica Civil

Garantiza el control, seguridad, calidad y eficiencia de los servicios de transporte aéreo nacional e internacional de pasajeros, de carga y correo, de los servicios complementarios y de instalaciones, el desarrollo de la infraestructura aeroportuaria, servicios aeroportuarios y complementarios

- SCT- Coordinación General de Puertos y Marina Mercante

Promueve el desarrollo del Sistema Portuario Nacional con la participación de los sectores social, privado y de los gobiernos de los estados y municipios.

- SCT - Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal

Promueve, regula, supervisa y contribuye al desarrollo y operación del transporte ferroviario y multimodal.

- SCT - Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte

Contribuye a la disminución de accidentes de tránsito y promueve la constante mejora de las condiciones de salud del personal que interviene en la operación de los diferentes modos de transporte.

- SCT - Dirección General de Conservación de Carreteras

Se encarga de conservar en condiciones óptimas de funcionamiento la red carretera y puentes federales libres de peaje

- SCT - Unidad de Autopistas de Cuota

Da seguimiento permanente al funcionamiento de las autopistas de cuota, incluyendo sus aspectos operativos financieros, tecnológicos y de mantenimiento.

➤ SCT - Dirección General de Servicios Técnicos

Desarrolla los estudios que requiera la Secretaría para la planeación del sistema de carreteras y puentes federales; formular programas para el desarrollo de la infraestructura carretera relativa a la construcción y ampliación de rutas federales

➤ IMT - Instituto Mexicano del Transporte

Realiza investigaciones y estudios para el desarrollo de la tecnología en materia de transporte, orientados al desarrollo tecnológico en la materia, poniendo especial interés en los aspectos de seguridad, infraestructura, operación carretera, impacto ambiental y transporte multimodal a niveles nacional e internacional.

➤ ASA - Aeropuertos y Servicios Auxiliares

Se encarga de impulsar el desarrollo de aeropuertos mediante su operación, construcción, suministro de combustibles y administración.

➤ Dirección General de Políticas de Telecomunicaciones

Propicia y fomenta el desarrollo de las telecomunicaciones, mediante la formulación de políticas y programas en el ámbito nacional e internacional.

➤ COFETEL - Comisión Federal de Telecomunicaciones

Procura que el acceso a los servicios integrales de telecomunicaciones sean prestados en un ambiente de sana competencia y que prevalezcan las condiciones propicias para el desarrollo de mayor infraestructura, la eficiente prestación de los servicios y la introducción de nuevas tecnologías.

➤ CAPUFE - Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos

Administra los caminos y puentes federales hacerse cargo de la conservación, reconstrucción y ampliación de esa infraestructura, diseñar y aplicar las tarifas para cada elemento y disponer de esos ingresos para cumplir con sus objetivos conforme a un presupuesto autorizado, puede construir, administrar y explotar infraestructura principal o complementaria para cumplir con sus objetivos, incluida la instalación de plantas industriales que fabriquen los materiales necesarios; y mediante convenios, CAPUFE puede hacerse cargo de la administración de caminos y puentes concesionados o inspeccionarlos u operarlos por solicitud de la SCT.

➤ AGA - Administración General de Aduanas

Se encarga de fiscalizar, vigilar y controlar la entrada y salida de mercancías; impide el flujo de mercancías peligrosas o ilegales hacia nuestro territorio.



➤ PFP - Policía Federal Preventiva

Se ocupa de la prevención de delitos y faltas administrativas; colabora con otras autoridades para garantizar, mantener y restablecer el orden y la paz pública.

**CÁMARAS Y ASOCIACIONES:**

➤ CANAPAT – Cámara Nacional de Autotransporte de Pasaje y Turismo

Se conforma por personas físicas y morales dedicadas al autotransporte de pasajeros, turismo o sus servicios auxiliares; impulsa el desarrollo de esta industria

➤ CANACAR - Cámara Nacional de Autotransporte de Carga

Conformada por prestadores del servicio de autotransporte de carga, se encarga de defender los intereses de la industria del autotransporte de carga, promoviendo su integración y desarrollo.

➤ CONATRAM - Confederación Nacional de Transportistas Mexicanos

Se conforma por los “hombres-camión”, personas físicas que son propietarios de 1 ó 2 vehículos. Su objetivo es representar a sus agremiados ante las autoridades.

➤ Asociación Nacional de Autobuses, Camiones, y Tracto Camiones

Representa a los fabricantes de vehículos pesados (más de 6.3 toneladas) y procura el desarrollo de la Industria del Autotransporte en México.

➤ Asociación Mexicana de Ingeniería de Transporte

Agrupada principalmente a profesionales de perfiles académicos diversos, que están relacionados con la operación del transporte en México. Su objetivo es promover la representación y capacitación de sus integrantes.

➤ Asociación Mexicana de Caminos

Es una asociación de profesionales relacionados con el área de la construcción y mantenimiento de los caminos. Se encarga de representar a sus agremiados ante las autoridades.

➤ AMIVTAC - Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A.C.

Asociación civil de carácter profesional, integrada por ingenieros especializados en vías terrestres o personas físicas o morales, con intereses compatibles a los fines de esta organización. Persigue fines técnicos y científicos principalmente, así como económicos en la medida que le permitan formar un patrimonio para operar en forma autosuficiente; sin perseguir fines de lucro.

**INSTITUCIONES EDUCATIVAS:**

- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Instituto Politécnico Nacional (IPN)

## 4.5. SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE EN MÉXICO

El uso de sistemas inteligentes de transporte en los sistemas de transporte convencionales en México es una tarea que se ha venido dando de forma paulatina, no todos los sistemas cuentan con ITS, pero algunos (sobre todo en el caso del transporte urbano) se ven obligados a hacerlo. A continuación se mencionan algunos ejemplos donde se han implementado ITS y algunas propuestas de implementación.

### 4.5.1. PROYECTOS ACTUALES

#### **ITS LIBRAMIENTO ARCO NORTE**

El libramiento Arco Norte, ubicado cerca de la Ciudad de México, es uno de los proyectos carreteros más importantes del país. Pasan por cuatro estados de la República: Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y México, cruzando las autopistas México-Querétaro, México-Pachuca, México-Tulancingo y México-Puebla, así como la carretera Texcoco-Apizaco, entre otras. Cuenta con 223 kilómetros de longitud y se encuentra en operación desde el año 2009. Su función consiste en proporcionar una alternativa para cruzar el país desde El Golfo hasta El Pacífico sin cruzar la Ciudad de México y **es considerada la primera autopista inteligente de México.**

Entre los beneficios que se obtienen con esta autopista que la diferencia de las otras es que evita contaminación y logra importantes ahorros de combustible. Diariamente se llevan a cabo sobre el arco aprox. 25,000 operaciones, equivalentes a aprox. 10,000 vehículos que circularan el arco en su tramo principal, de la México – Querétaro a la México – Puebla.

Es una autopista de tipo cerrado. Esto es, solo se cobra 1 sola vez, al salir, comparado con las convencionales en las que se coloca una caseta en cada salida, reduciendo tiempos de espera en casetas. Cuenta con un total de 14 casetas, operando al día de hoy.

La autopista cuenta con:

- Monitoreo en tiempo real de las condiciones de flujo de la autopista, a lo largo de sus 223 kilómetros.
- Sistema Central – Centro de control (hardware y software)
- Monitoreo de tráfico
- Video supervisión
- Señalización variable (VMS)

- Telefonía SOS
- Información pública – sitio Web
- Pesaje dinámico
- Monitoreo de condiciones meteorológicas
- Concientización de velocidad
- Kioscos inteligentes en paradores



Figura 4.11 Mapa de servicios que ofrece la Autopista Arco Norte a los Usuarios

Con estos sistemas es posible:

- Un grado mayor de seguridad y precepción positiva de los usuarios.
- Condiciones de flujo más sanas y eficientes.
- Operación automatizada, en tiempo real, con menor número de personas.
- Reducción del número de incidentes.
- Eficiencia de recursos durante la atención de incidentes.
- Soporte documental antes, durante y después de un incidente.

Gran parte de los objetivos del sistema ITS radican en proveer tanto a los operadores como al usuario, información útil y oportuna que contribuya a incrementar la seguridad y generar una mejor experiencia de viaje.

Por ejemplo, en la página de la autopista se puede verificar el estado actual del sistema (Figura 4.10) de esa forma el viajero tiene toda la información necesaria para realizar su viaje.

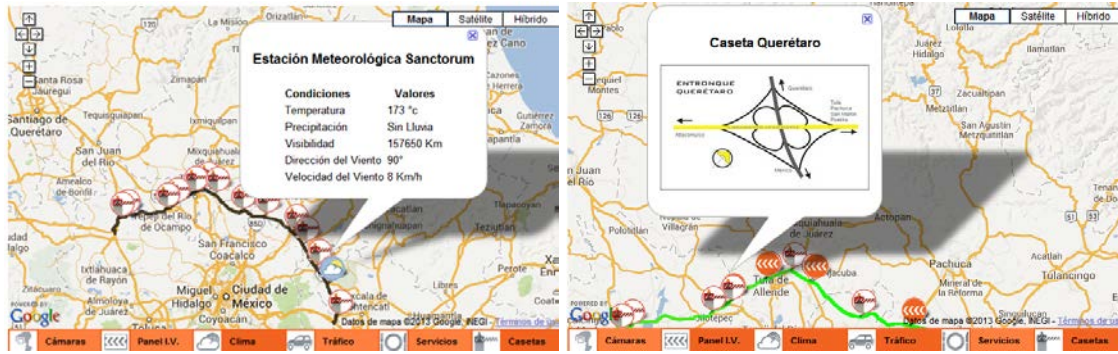


Figura 4.12 Información en tiempo real del Arco Norte

Además de que cuenta con un centro de control y operación 24 horas, que permite dar asesoría y vigilancia a los viajeros en caso de necesitarla, o de dar aviso a los vehículos de emergencia en caso de requerirse.



Figura 4.13 Centro de control y operación para dar asistencia a los viajeros



Figura 4.14  
Máquina que brinda el boleto de entrada

Las tarifas de cobro están establecidas por la SCT:

AUTOS POR KM \$1.26 + I.V.A.

CAMIONES 5 EJES POR KM \$3.14 + I.V.A.

Al entrar a la autopista el viajero deberá tomar un boleto de entrada, el cual se recogerá al salir y es así como se cobra por distancia. Las tarifas se ajustan anualmente por la inflación.

### TARJETAS INTELIGENTES:

Las tarjetas inteligentes han sido un medio para eficientar los tiempos de acceso a diferentes sistemas de transporte, el más conocido es el metrobus por ser el primero en implementarlo al 100% en todas las estaciones, en cambio, en el metro es opcional (obligatorio en la línea 12) y todavía se maneja por medio de un operador, cosa que no ocurre en el metrobus pues depende de máquinas expendedoras. La tarjeta multiusos puede ser utilizada en el metro, metrobus y tren ligero, dejando por otra parte el tren suburbano, el cual tiene su propia tarjeta.



Figura 4.15  
Campaña de introducción de tarjetas inteligentes al transporte

### TREN SUBURBANO



Figura 4.16  
Mapa de la ruta

Este proyecto, obtenido en licitación por el grupo español Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles SA (CAF), tiene como objetivo ofrecer el traslado de pasajeros desde la estación Buenavista en el DF hasta Cuautitlán en el Estado de México. Es el primero en utilizar el transporte ferroviario masivo para pasajeros en la República Mexicana, y representa un esfuerzo conjunto encabezado por el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, junto con CAF, y con la colaboración de los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México.

En cada estación se cuenta con: teléfonos públicos, máquinas expendedoras, baños públicos, tiendas, taxis y taquillas. Además de que se ofrece: Megafonía/Información digital, Información acústica y visual, Teleindicadores exteriores con LED's de alta eficiencia, Acomodo PMR (inválidos), Biciestacionamientos en Cuautitlán, Lechería y Tlalnepantla, Limpiadores de Calzado, Cargadores de batería de celulares y Grupos compactos de aires acondicionado.



En las estaciones se puede observar un itinerario de llegada de los trenes en modo estático, y cada recorrido realizado por los trenes es supervisado por un control maestro que permite tener una visión completa de los movimientos que se realizan en las vías. Asimismo, las estaciones, los andenes, los vagones y los Cetrans (Centro de Transporte Multimodal) son supervisados por 510 cámaras de video con control remoto para garantizar el mayor resguardo de los usuarios en las instalaciones.

La tarjeta recargable sirve de la siguiente forma:

Los usuarios adquieren una tarjeta recargable que le permitirá el acceso al sistema de transporte con las siguientes características:

- Es intransferible.
- Tiene un costo de \$13.00, al adquirirla hay que pagar \$30.00, por lo que quedará un saldo a favor de \$17 pesos.
- La compra, consulta de saldo y abono para más viajes se podrá realizar en máquinas expendedoras y taquillas localizadas antes del ingreso a los andenes. Las máquinas aceptan billetes de 20, 50, 100 y 200 pesos y monedas de 0.50, 1, 5 y 10 pesos, y entregan cambio.

Una vez recargada la tarjeta, el usuario deberá deslizarla por los torniquetes para ingresar al andén (para tener acceso a los andenes es necesario que la tarjeta tenga un saldo mínimo de \$6.50). Al llegar a la estación de destino, deberá deslizar de nuevo la tarjeta por los torniquetes para poder salir y se descontará automáticamente de su tarjeta el costo del trayecto realizado.

### RUTA VERDE (BALDERAS – SANTA FE)

Es un nuevo servicio diseñado por el Gobierno del Distrito Federal a través de la Red de Transporte de Pasajeros que brinda seguridad, comodidad, higiene y eficiencia, el cual tiene como principal objetivo disminuir tiempos de traslado.

**Estación Cuautitlán** ➤  
 Actualizado por última vez por **alberto** el 24 de Sep de 2012

**Ubicación:**  
 Av. Zaragoza y  
 Av. Felipe Carrillo Puerto  
 Col. Barrio el Huerto,  
 Municipio Cuautitlán de Romero Rubio

**Servicios:**  
 - Taquillas  
 - Máquinas expendedoras  
 - Teléfonos públicos  
 - Baños públicos  
 - Taxis  
 - Tiendas

[Cómo llegar](#) [Buscar en alrededores](#) [Guardar en...](#) [más](#)

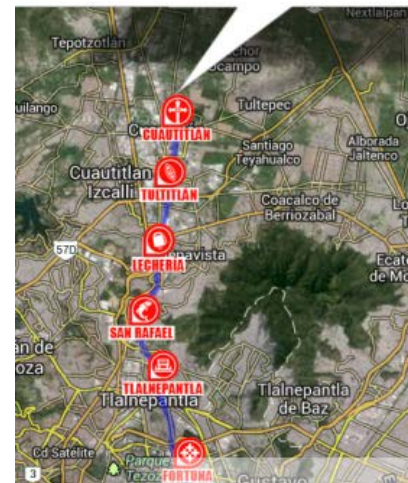


Figura 4.17  
 Mapa interactivo de la ruta del tren suburbano  
 FUENTE: Página oficial de Tren Suburbano



Figura 4.18  
 Distintivo de parada de la Ruta Verde



Este sistema opera con paradas exclusivas colocadas estratégicamente a lo largo de las rutas con el objetivo de permanecer el menor tiempo posible a bordo de la unidad y a su vez atender los puntos de mayor interés. El usuario debe apretar el botón de aviso para poder descender, siempre que la parada sea permitida, en comparación de los vehículos convencionales que pueden detenerse a subir y bajar pasaje donde sea. Además la puerta tiene un sensor que no permite avanzar al vehículo si alguien se encuentra cercano a ella, ni avanzar si es que ésta se encuentra abierta.

Todas las unidades son nuevas y están equipadas con un localizador satelital (GPS) que permite conocer su ubicación exacta, con un botón anti pánico para cualquier contingencia, cámaras de vigilancia, salidas de emergencia y con radiocomunicación directa entre el operador y el Centro de Control del Servicio, lo que da seguridad y comodidad al viajero. Las unidades cuentan con un motor con tecnología de punta en materia ambiental que cumple con la norma EPA 04, por ello este sistema forma parte del Plan Verde.



Figura 4.19  
El pago por el viaje se deposita en un contenedor

Los vehículos tienen una capacidad de 25 personas sentadas, el costo del viaje es de 5 pesos y se depositan en contenedores, es decir, el operador no recibe el dinero. El tiempo de traslado es de máximo 1 hora 20 minutos y mínimo de 30 minutos. Sale del metro Balderas y llega a la zona comercial Santa Fe, transita sobre Avenida Chapultepec desde su cruce con Balderas; Constituyentes, Paseo de la Reforma, Vasco de Quiroga, Santa Fe, Avenida Tamaulipas, Salvador Agraz hasta su arribo al Cetram de la RTP ubicado en el centro comercial Santa Fe. El recorrido completa 18.5 kilómetros.

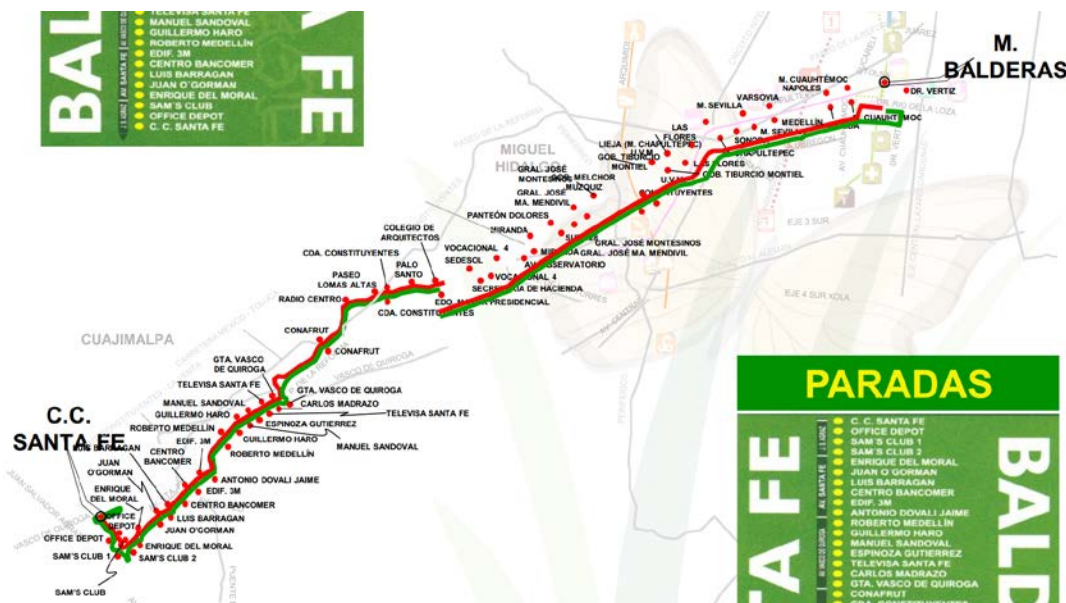


Figura 4.20 Paradas de la Ruta Verde (Balderas-Santa Fe)

#### 4.5.2. PROYECTOS POSIBLES

En México existe un buen número de mejoras a los sistemas de transporte que pueden mejorarse con la implementación de ITS, entre ellos están:

##### TERMINALES (INDIOS VERDES)

La terminal del metro INDIOS VERDES es un centro de transferencia modal, entre los modos de transporte como son:

- Línea 3 del metro
- Línea 1 del metrobus
- Paradero de camiones y combis
- Llegada y salida del transporte del Estado de México



Figura 4.21  
Terminal Indios Verdes

El ingreso del transporte público no tiene control alguno, primero porque no existe alguna regulación entre las rutas que se manejan y segundo porque la salida y llegada a la terminal la realizan los checadores en lugar de que se haga de forma automática mediante GPS o sensores. Es por eso que no se tienen datos cercanos a la realidad de entrada y salida de vehículos.



Figura 4.22  
Personal que checa el paso y abordaje del transporte

##### HORARIOS

Otro de los factores que propicia el caos es la inexistente compatibilidad de horarios entre los diferentes modos de transporte, la llegada de los vehículos públicos no tiene nada que ver con la salida del metro o metrobus, de esta forma se acumula la gente y el servicio pierde calidad. El problema es que no existe en la actualidad ningún sistema de transporte público o urbano en México que permita conocer el estado actual del sistema, ninguno tiene horarios.

Los sistemas como el metro y metrobus deberían tener pantallas que permitan conocer la llegada más próxima y supuestos de arribo a otras estaciones con horarios que puedan actualizarse, de esa forma los usuarios podrán saber si les conviene tomar ese modo de transporte o mejor otro.

## LA SEGURIDAD

En las terminales es constante la falta de vigilancia y seguridad, en el caso de Indios Verdes por ser un CETRAM debería contar con un centro de control que integre los diferentes modos de transporte, pero no es así, cada modo cuenta con su propio centro de gestión por lo que los límites de cada uno no están bien señalados. No hay cámaras de vigilancia en el paradero, solo en los andenes del metro y dentro de los vehículos del metrobus, por lo que el sistema se ve muy limitado.

Si todos los vehículos del transporte público deberían estar equipados con cámaras de vigilancia, botones anti panico y adaptados para aceptar tarjetas inteligentes, disminuirían los asaltos a los usuarios y habría un grado mayor de comodidad en los viajes. Actualmente el cuerpo policiaco es la única opción de vigilancia.



Figura 4.23 Revisión actual de pasajeros y propuesta de cobro en transporte público

Otra forma de garantizar la seguridad es mediante el transporte público personalizado como se vio en el capítulo 2, es decir, que los usuarios tengan que dar de alta sus datos en un sistema que les permita después apartar sus lugares en los camiones una vez que saben a qué hora llegarán a la terminal, de esa forma todos los viajeros saben con quienes viajan, o al menos tienen la seguridad de que todos pueden ser en algún momento identificados.

## EFICIENTAR TIEMPOS

Actualmente es necesario esperar por lo menos media hora desde que en el camión ingresa el primer pasajero hasta su salida de la terminal, eso porque no existe ningún tipo de gestión del transporte, conforme van llegando los camiones se forman en una fila y de esa forma van saliendo nuevamente, los pasajeros deben esperar a que el camión se llene y que salga el que va enfrente para poder salir ellos.

Los viajeros deberían tener la capacidad de conocer en que estatus se encuentra el camión que lleva a su destino personal y de ser posible apartar asientos.

## PARADAS OBLIGADAS

Actualmente, sobre todo en zonas conurbadas, la parada a las diferentes rutas del transporte se hace de forma aleatoria, es decir, el viajero las puede hacer en cualquier parte de la ruta, lo que tiene consecuencias negativas en el flujo vial.

La regulación de las paradas haría más eficiente el uso de espacios y reduciría el tiempo de traslado. Para eso es necesario colocar infraestructura física adecuada, hacer una evaluación de las zonas que pueden servir de paradas obligadas y adaptarlas a zonas seguras con el uso de cámaras de vigilancia y botones S.O.S. Los centros de control podrían ver la demanda de viajeros en una ruta y enviar más o disminuir la cantidad de vehículos enviados.



Figura 4.24  
Se debe obligar a los choferes a sólo hacer parada en los lugares asignados para eso

## VEHÍCULOS COMPARTIDOS

Compartir un vehículo debería ser una opción al momento de realizar un viaje largo, en el cual sólo viaja una persona. En México se hace uso de este sistema en el caso de los Taxis de sitio, pero no de forma electrónica.

Actualmente los viajeros llegan a las bases de taxis y dicen a donde van, en caso de que otra persona vaya al mismo lado se comparte el taxi, esto pasa en las estaciones del metro como Tacubaya y Observatorio pues el transporte público tarda por lo menos 40 min en llegar a Santa Fe cuando en un vehículo particular son 15 min y el costo en taxi es de aproximadamente \$80.00. En Ciudad Universitaria pasa lo mismo, existen taxis colectivos que llevan del metro Universidad a las diferentes facultades.

El 25% de los viajes que se realizan al interior de Distrito Federal tienen como propósito el trabajo. El tiempo promedio de traslado, del lugar de residencia hasta el destino final, según resultados de la encuesta Origen-Destino 2007, corresponde a 1 hora 24 minutos. Sumado a lo anterior, debemos considerar que 45% de los viajes de la población realiza su viaje a través de más de un medio de transporte, lo que incrementa el tiempo de traslado. Así los viajes compartidos realizados en



vehículos particulares, y en los taxis que se encuentran a las salidas del metro Observatorio, Tacubaya y Polanco, resultan una solución ante la presencia de transporte con baja oferta y poca frecuencia, como los microbuses y autobuses.

Pero en otras partes de la Ciudad o fuera de ella no existe esta opción. La implementación de reservaciones en vehículos compartidos garantizaría el buen uso del espacio vial, pues actualmente viajan en promedio 1.7 personas por vehículo. Las empresas deberían adoptar este sistema y recoger a sus trabajadores en lugares clave. También sería bien utilizado por los padres de familia que dejan en la escuela a sus hijos, podrían compartir un vehículo con los vecinos y así aminorar el congestionamiento vehicular.

El propósito de implementar este tipo de servicios de forma electrónica es que los viajeros garantizan tener un vehículo con un destino asignado sin tener que esperar a que pase su turno en la fila, de hecho el vehículo podría llegar por ellos a cualquier parte y en el camino subir más personas que se deberán identificar antes de abordar. De esta forma compartir un viaje con desconocidos no será un riesgo y los beneficios con mayores: reducción de tiempos pues ya no deberá hacer trasbordos, reducción en costo comparado con un taxi, reducción de emisiones a la atmósfera, etc.



Figura 4.25 Taxi compartido organizado por un checador – Fila para esperar turno para compartir un taxi (Metro Observatorio)

## ACCIDENTE VIAL

Supongamos que se ha producido un grave accidente en alguna de las carreteras que dan acceso a la Ciudad de México.

Actualmente pasaría que los servicios de emergencia son notificados por medio de los viajeros, vecinos o algún testigo del desastre. La única forma de que otros viajeros que piensan transitar por esa zona se enteren es por los medios de comunicación que tengan a su alcance (radio, televisión o Internet). El arribo de los servicios de emergencia depende de la gravedad del siniestro así como de sus consecuencias (accesibilidad, congestión, etc.). La reincorporación del tránsito a un estado normal no tiene un tiempo estimado.

Si esto pasara cuando existen ITS en los vehículos y la infraestructura, gracias a que existe un monitoreo constante de las vialidades, el Centro de Control de Tránsito debe ser capaz, de forma independiente y automatizada, de:

- Identificar la naturaleza del accidente
- Dar aviso a los servicios de emergencia apropiados
- Mantener la circulación lejos del accidente
- Informar a los operadores de transporte público
- Organizar las desviaciones
- Dar aviso a los viajeros mediante mensajes de texto y señales en todas las carreteras y autopistas.
- Recalcular una ruta que haya considerado transitar por la zona.
- Organizar las desviaciones

Es evidente que para coordinar todas estas tareas, debe existir un flujo rápido y fiable de información entre los sistemas involucrados, factor que depende de la Arquitectura del Sistema.

## 4.6. DIFICULTADES PARA IMPLEMENTAR ITS EN MÉXICO

Existen muchas razones por las cuáles se deben implementar ITS a los sistemas de transporte, especialmente en México por su cantidad de población y hablando específicamente en la Ciudad de México por la mala fama que tiene con respecto a las horas de traslado y contaminación.

Existe una cantidad significativa de estudios que se han realizado en diferentes ciudades, sobre todo aquellas con mayor índice poblacional, para estimar el grado de dificultad para viajar diariamente dentro de la ciudad. Un estudio realizado por IBM (IBM Commuter Pain Index) que toma en cuenta 20 ciudades y 10 aspectos relacionados con los viajeros en el mundo, los cuales son:

1. El tiempo de Viaje
2. El tiempo que lleva atascado en congestión vial
3. Los precios de combustible son altos
4. El congestionamiento vial ha empeorado
5. Estrés producido por conducir

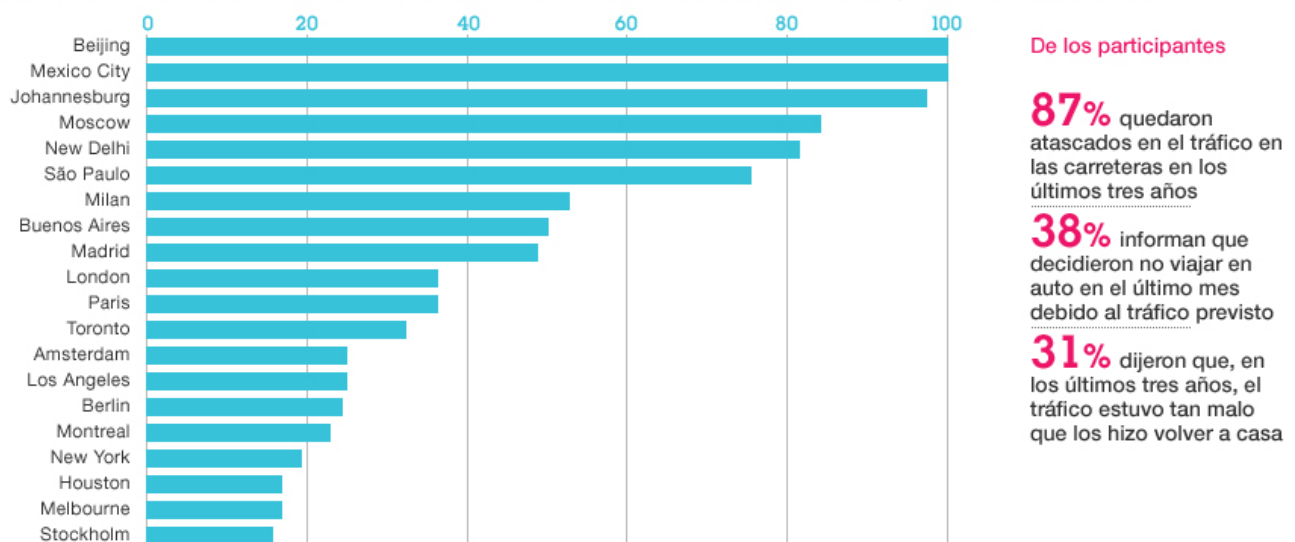


6. Incertidumbre de la continuidad del tránsito
7. Conducir causa enojo
8. El congestionamiento afecta el desempeño laboral
9. El tránsito está completamente parado
10. Decidir mejor no hacer el viaje debido al tránsito

Nos dice que la Ciudad de México comparte el primer lugar con Beijing en el puesto de la ciudad con más dificultades para viajar.

Figura 4.26 Ciudades con más dificultad para viajar

Los conductores clasificaron el tráfico en las ciudades del mundo de 1 a 100, donde 100 representa el más oneroso



Además de que, en promedio:

- 49% de los conductores en las 20 ciudades perciben que los problemas relacionados con el tránsito han empeorado en los últimos 3 años, y el 18% piensa que se ha vuelto totalmente peor (62% en la Ciudad de México).
- Sólo el 5% en las 20 ciudades considera que el tránsito ha mejorado
- 87% de las personas han estado atrapados en congestionamientos viales por lo menos una hora en promedio en los últimos 3 años.
- 38% decidieron no viajar en auto particular en el último mes debido al tránsito previsto.
- 31% han decidido al menos una vez en el mes regresar a casa debido a que el congestionamiento vial era alto.
- 16% de los viajeros optarían por trabajarían más si se redujeran los tiempos de traslado.

Conociendo estos datos, es necesario mejorar los sistemas de transporte en México, y aprovechar que:

- Los gobiernos cada vez están más interesados en construir infraestructura para el transporte.
- Los equipos y sistemas ITS son más baratos y simples que en el pasado
- Las tecnologías de comunicación como Internet y celulares se expanden rápidamente

- Construir infraestructura ITS al mismo tiempo que la infraestructura física tiene mayores facilidades
- Existe experiencia de los países que ya han desarrollado ITS

Para desarrollar estas oportunidades debemos saber que aquellos que proveen el transporte a la Ciudad deberían de ser capaces de:

- Predecir la demanda y optimizar la capacidad de los servicios.
- Mejorar la eficiencia operativa con la reducción del impacto ambiental
- Mejorar considerablemente la experiencia de viajar
- Controlar la seguridad

Pero existen muchos factores que no facilitan la implementación de otros sistemas para que el transporte mejore, pero a pesar de ello debemos implementarlos puesto que los problemas que México tiene actualmente se agravarían si no se hace algo diferente, al menos en el tema de transporte, entre esos problemas tenemos:

#### 4.6.1. PROBLEMAS SOCIALES

El congestionamiento vial es un problema tan cotidiano en la Ciudad de México (DF y zona metropolitana) que es imposible planear un viaje sin tomar en cuenta la posibilidad de encontrarse con algún contratiempo.

Uno de los problemas que son evidentes sobre todo en horas pico es el problema para entrar a la Ciudad de cualquiera de sus accesos, especialmente para aquellos que se transportan diariamente de las zonas conurbadas y si a todos nos beneficia que en transporte se mejore, entonces ¿por qué no se ha hecho?

Entre algunas de las razones sociales que dificultan que en México se integren ITS tenemos:

- Urbanización y crecimiento poblacional explosivo
- Falta de recursos humanos capacitados para mantenimiento y operación especializada
- Alto nivel de desempleo
- Bajo nivel escolar en la mayor parte de la población
- Problemas con la seguridad
- No contamos con un transporte público que ofrezca una alternativa real y eficiente al sistema de transporte por lo que los usuarios no participan mucho

Hablando ahora de seguridad, las muertes por accidentes viales son todo un tema de discusión en nuestro país y según el Instituto Mexicano para la Competitividad, muchos de los accidentes vehiculares son atribuibles a la infraestructura, es decir, pudieron prevenirse con solo una buena logística del transporte. Entre las causas principales de incidentes y accidentes mundiales y en México tenemos:

Figura 4.27 Causas principales de accidentes viales en el mundo

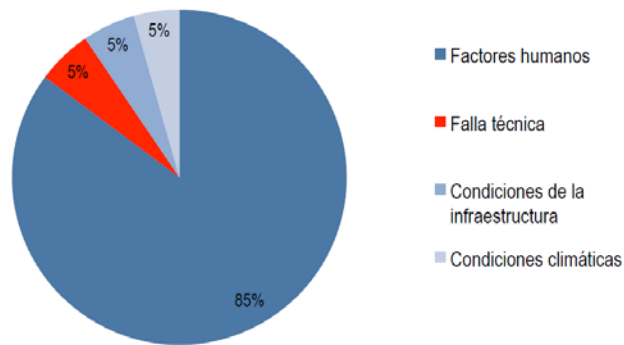
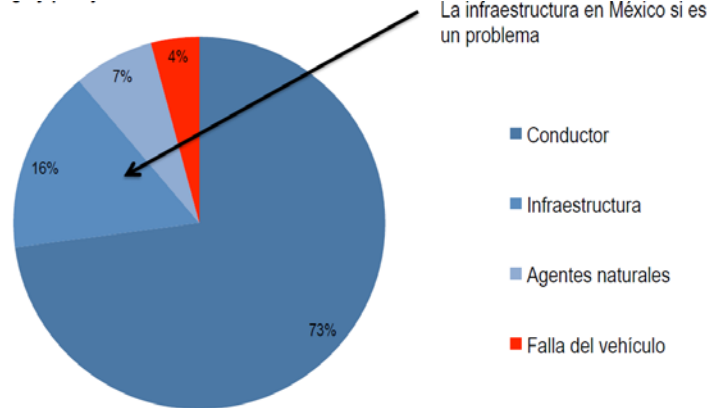


Figura 4.28 Causas principales de accidentes viales en México



A continuación se tiene una gráfica que muestra la cantidad de lesionados y de muertos en accidentes de tránsito relacionados con camiones de carga.

Figura 4.29 Muertes en el tránsito por edad

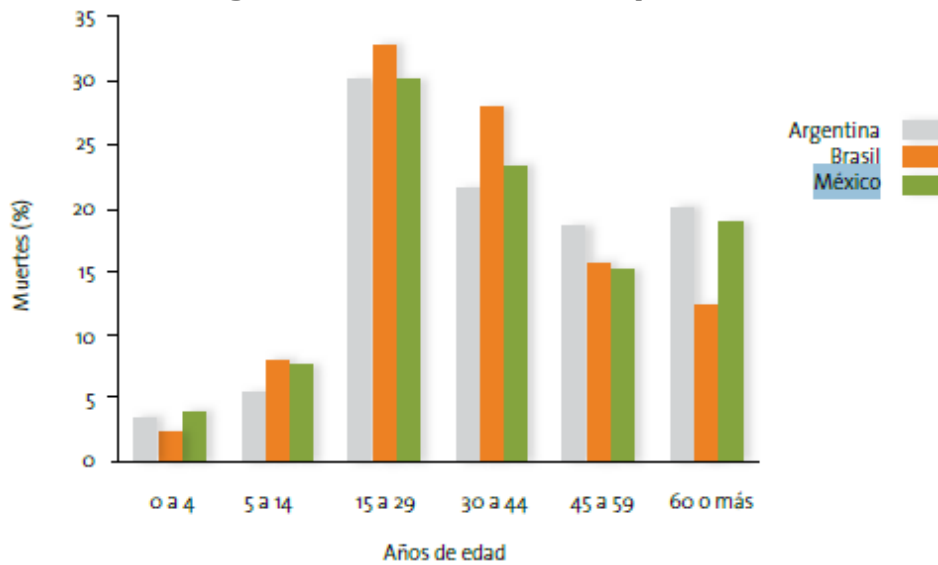
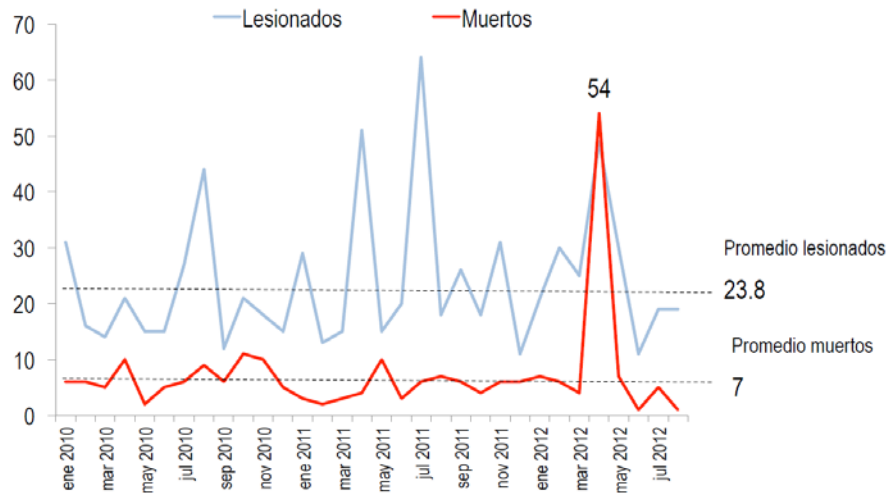


Figura 4.30 Número de muertos y lesionados mensuales



Una de las conclusiones que se tiene es que casi siempre se señala como responsables a los vehículos de carga doblemente articulados, el alcohol y factores que tienen que ver con los vehículos o el usuario, por lo que se ha pensado en restringir sus usos, pero los costos son altos y hacer eso no resuelven los problemas de seguridad vial o daño a la infraestructura porque por ejemplo, para los vehículos doblemente articulados entre más ejes tenga un camión el peso se distribuye de una mejor forma y dañan menos el pavimento, además de que se necesitaría un número mayor de camiones para transportar la misma cantidad de productos lo que implica un mayor congestionamiento vial y emisiones a la atmósfera.

#### 4.6.2. PROBLEMAS ECONÓMICOS

El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México (ITDP México) demostró que la mayor parte de los recursos federales invertidos en las zonas metropolitanas durante 2011 fueron utilizados para ampliar y mantener la infraestructura vial, lo cual lleva consigo consecuencias negativas e impide invertir en medios de transporte más sustentables como el transporte público y la infraestructura ciclista y peatonal. Por lo que el financiamiento de proyectos relacionados con el transporte debe venir de empresas, concesiones o de los mismos usuarios, es por eso que los recursos financieros tardan en afinarse.

A continuación se muestran unas gráficas donde se comparan los costos en diferentes países por el uso de sistemas de transporte.

Como podemos observar en la Figura 4.29 y 4.30 el mayor porcentaje en gastos por movilidad en nuestro país es el vehículo privado, es decir, les sale más caro usar su propio vehículo que el transporte público, lo que deja en duda entonces la calidad del servicio de transporte público y las opciones de transporte fuera de la ciudad.

Figura 4.31 Gastos en movilidad por modo de transporte

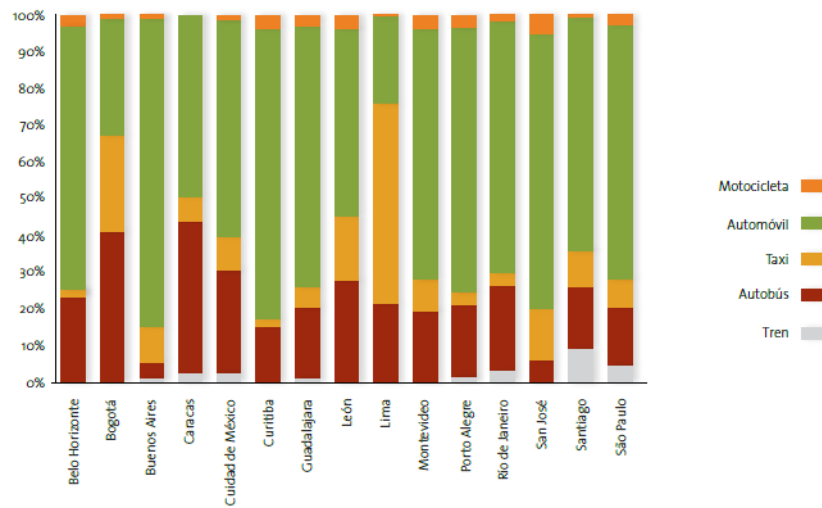
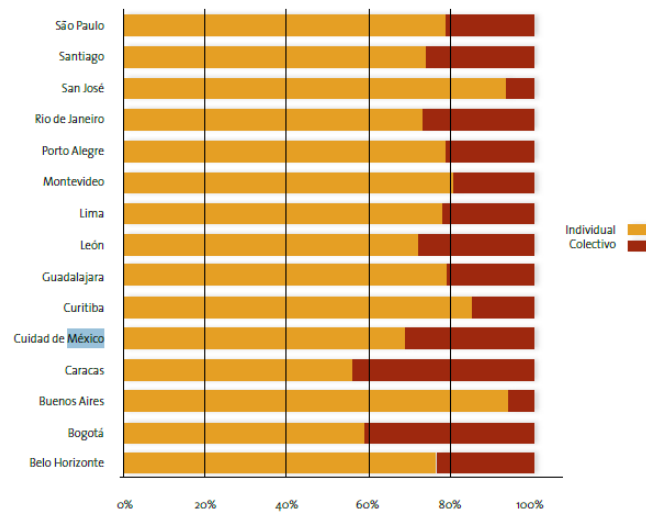


Figura 4.32 Gastos en transporte privado y colectivo

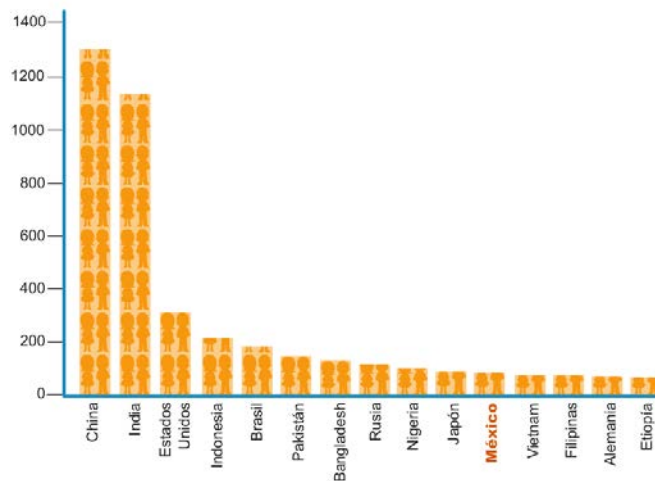


### 4.6.3. PROBLEMAS AMBIENTALES

México al igual que todo el mundo sufre las consecuencias ambientales de un mal manejo de los recursos, de forma particular tenemos:

**SOBRE POBLACIÓN.** Hace 3 años, de acuerdo con el último censo de población del INEGI, en el 2010, la población mexicana era de 112 millones 336 mil 538 habitantes. Según el Consejo Nacional de Población (Conapo) México tiene este año 118 millones 395 mil 54 habitantes, cifra que va en aumento. A continuación se tiene un gráfica que compara a los países más habitados del mundo.

Figura 4.33 Países más poblados del mundo (millones de habitantes), INEGI



De acuerdo con los datos del Inventario Nacional de Emisiones, en 1999 los mexicanos emitíamos **40.5** millones de toneladas de contaminantes a la atmósfera, de los cuales **58%** fueron emitidos por fuentes naturales (suelo, vegetación y actividad volcánica), y **42%** por actividades humanas.

La mayor parte de las emisiones por actividades humanas fueron generadas por los vehículos y otros usos de combustibles y plantas de generación de electricidad.

De 2010 a la fecha murieron 19 mil 242 personas debido a enfermedades provocadas por la contaminación ambiental, según el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) a través de su “Calculadora de riesgos por contaminación atmosférica”, con la cual midió el número de muertes, hospitalizaciones y consultas atribuidas a la contaminación provocada por partículas menores a 10 micras y superiores a la norma que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS), en una muestra de 34 ciudades del país con más de 500 mil habitantes.



Figura 4.34  
Contaminación en la Ciudad de México

De acuerdo con la OMS la calidad del aire con 20 microorganismos por metro cúbico es buena y puede reducir 15% las muertes asociadas por contaminación. De 36 a 50 son dañinos para grupos vulnerables; de 51 a 65 para toda la población; de 66 a 88 peligrosa y de 80 en adelante inaceptable. Pero para el caso del Estado de Mexicali que registró una concentración promedio anual de 137.2 microorganismos por metro cúbico se considera atípica. En esa ciudad hay 30 muertes por cada 100 mil habitantes relacionadas a enfermedades derivadas de la contaminación atmosférica, con gastos en productividad y salud que exceden los 200 millones de pesos anuales y que representan 4.3 veces más lo que gastó en 2010 el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) en medicamentos para Baja California.



## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

México es un país que necesita un nuevo modelo de sistema de transporte, sobre todo por los beneficios que los ITS ofrecen. Siendo una economía en desarrollo y aprovechando que el Internet y los teléfonos celulares están en expansión se debería de comenzar a generar conciencia en los habitantes con respecto a la gestión del transporte, de esa forma será mucho más sencillo su introducción a la vida cotidiana de la población.

Es una tarea difícil gestionar un todo el transporte de un país, pero con la implementación de sencillos dispositivos ITS y el apoyo de los sectores involucrados se puede lograr una gran diferencia, será necesario mantener una arquitectura de sistema bien sustentada que tenga el apoyo de varios organismos que estén dispuestos a financiar nuevos proyectos.


México tiene muchas ventajas para poder implementar ITS y prueba de ello es que ya existen proyectos trabajando que hacen uso de las nuevas tecnologías, lo único que le hace falta es crear sus propias tecnologías puesto que la mayoría de ellas son extranjeras y la sociedad se tiene que adaptar a ellas en lugar de que las tecnologías estén adaptadas a la sociedad.

## CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

Los ITS ofrecen un panorama muy amplio de beneficios para los sistemas de transporte en cualquier parte del mundo, México por ejemplo es uno de los países que se ha beneficiado de estos sistemas y en donde es claramente factible su introducción.

Aunque es cierto que la implementación de ITS dentro de cualquier país es benéfica, no significa que simplemente con hacer una introducción en los sistemas de transporte, éstos vayan a mejorar por sí solos, es necesaria la cooperación de los gobiernos y privados, pero sobre todo de la población a la que van dirigidas los sistemas.

México es un país con una amplia diversidad cultural, ambiental y social. Existen extremos dentro de la misma población, tanto en clima, economía, educación, tecnología, etc. México no tienen ninguna limitante tecnológica, sus instituciones educativas y población tienen la capacidad para generar y aplicar conocimientos tecnológicos a los problemas del transporte, pero es cierto que actualmente existen muchas barreras y sobre todo negación en la población hacia los cambios en la cultura, especialmente en la cultura vial, que impiden que los ITS trabajen de forma exitosa en nuestro país, a continuación se mencionan algunas sugerencias de cambios que la población Mexicana deberá hacer para poder asegurar una buena operación en los sistemas de transporte con la introducción de ITS.

 *Impulsar el desarrollo de tecnologías adecuadas a las necesidades del país.*

La transformación tecnológica actual depende de que cada país tenga capacidad para aprovechar la creatividad de sus habitantes y posibilite que ellos materialicen, comprendan y dominen la tecnología, introduzcan innovaciones y adapten las tecnologías a sus propias necesidades y oportunidades. El gobierno y las instituciones educativas deben estar actualizadas para poder ofrecer a la población las herramientas necesarias que los impulsen a buscar soluciones más creativas y novedosas, México no sólo debe aprovecharse de las tecnologías creadas en otros países, debe incentivar la creación de tecnologías por sus propios habitantes.

 *Impartir conocimientos básicos de tecnologías*

En México, no toda la población tiene la posibilidad de adquirir un equipo móvil y en gran parte del país las poblaciones no están interesadas en aprender a usar uno. Es por eso que los gobiernos tienen que empezar a abrir las mentes de sus pobladores a las tecnologías actuales, no crear barreras. Es importante asegurar que en las escuelas se cuente con el equipo adecuado y que la enseñanza de estos conocimientos sea eficiente. En algunos lugares, el costo de una computadora o celular inteligente son superiores al ingreso de muchas familias, por lo que este tipo de recursos debe ser más accesible y es preciso capacitar a los maestros para que utilicen nuevos materiales didácticos y de esa forma faciliten la interacción

### *Se debe implementar una cultura vial*

Como se mencionó varias veces, los porcentajes de accidentes son imputables al factor humano: por velocidad excesiva (44.7%), por invasión de carril (9.6%) y por imprudencia o poca atención (5.7%). Aunque se tenga la mejor infraestructura o los mejores sistemas de comunicación, si el usuario no es consciente de la importancia de sus acciones, los datos no cambiarán. Es por eso que se debe crear una conciencia vial en la población, no se pueden implementar tecnologías que los viajeros no van a querer usar, no tiene sentido invertir y enseñarles a usarlos si los resultados no son visibles o para ellos no son importantes. En el caso de los botones anti pánico o los sistemas de información durante en viaje que se basan totalmente en información que envían los viajeros, se debe asegurar que ellos conocen la importancia de su papel en el sistema, pues al enviar información errónea o innecesaria todo el sistema pierde sentido.

### *Un verdadero examen de conducción*

El examen para adquirir la licencia de conducir no debería limitarse a comprobar los conocimientos del candidato sobre el código de circulación o su capacidad para maniobrar. Se deberían incluir competencias de conducción más amplias e, incluso, una evaluación de valores y comportamientos relacionados con la seguridad vial (percepción del riesgo) y la conducción defensiva y de bajo consumo energético. Actualmente recibir una licencia de manejo sólo implica el costo por el trámite, lo que no garantiza que realmente el usuario sepa manejar, sería bueno que aparte de saber manejar también supieran reconocer señales y en el caso de los ITS sepan de qué forma obtener y enviar información.

### *Ser más estrictos en el cumplimiento de los estándares, normas y sanciones*

El gobierno debe poner de su parte en la creación de normas u estándares regulatorios, que obliguen a las empresas introducir tecnologías a los vehículos. En cuanto a la conducción en estado de ebriedad, las sanciones deben ir acompañadas de medidas preventivas. Por ello, el Gobierno debe evaluar hasta qué punto es adecuado adoptar medidas para obligar a la instalación en los vehículos de dispositivos de bloqueo por alcoholemia, por ejemplo, para el transporte profesional (por ejemplo, en autobuses escolares).

Todos deben ser parte de este nuevo sistema de transporte y contribuir para su introducción exitosa. En el caso de México es necesario que la introducción sea más rápida y que se tomen acciones desde ahorita, pues los adelantos tecnológicos, el crecimiento poblacional y las oportunidades de inversión cambian de un momento a otro y pueden ocasionar que caigan en el rezago.

México debe adoptar un enfoque más tecnológico e implementar cuanto antes los Sistemas Inteligentes de Transporte.

# Bibliografía

## LIBROS

- ✓ Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos  
Libro verde de los sistemas inteligentes de transporte terrestre  
Comisión de Transportes
- ✓ DÍAZ MENDOZA, Jorge Armando  
Propuesta de arquitectura nacional ITS para México  
Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Comunicaciones y electronica  
Instituto Politécnico Nacional

## DOCUMENTOS ELECTRÓNICOS

- ✓ RASCÓN CHÁVEZ, Octavio A.  
El transporte en México y el mundo: Situación actual y visión de futuro.  
Academia de Ingeniería, México.  
Disponible en:  
<http://www.ai.org.mx/ai/images/sitio/edodelarte/2012/21.Transporte-y-seguridad-vial.pdf>
- ✓ PENG Zhong-Ren, BEIMBORN Edward y NELUHENI Malindi.  
A framework for the evaluation of the benefits of Intelligent transportation systems.  
The Wisconsin Department of Transportation, Center for Urban Transportation Studies  
University of Wisconsin-Milwaukee  
Disponible en: <https://biometeorology.org/cuts/its/itsb121.pdf>
- ✓ SCHWAB, Laus  
The Global Competitiveness Report 2012-2013  
World Economic Forum: Committed to improving the state of the world  
Disponible en:  
[http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2012-13.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2012-13.pdf)

- ✓ HOUGHTON Jamie, REINERS John y LIM Colin  
Transporte inteligente. Cómo mejorar la movilidad en las ciudades  
IBM Global Business Services, Institute for Business Value  
Disponible en: <http://www-05.ibm.com/services/es/bcs/pdf/transporte-inteligente-como-mejorar-la-movilidad-en-las-ciudades.pdf>
  
- ✓ Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)  
Desarrollo de un plan de acción para alcanzar niveles de clase mundial en la posición competitiva de México en transporte y logística (Agosto 2004)  
Disponible en: <http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2004/8/transporte-en-mexico-2004-resumen-ejecutivo.pdf>
  
- ✓ Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO)  
Competitividad regulatoria del Sistema de autotransporte de carga (Octubre 2013)  
Disponible en: <http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/10/Foro-transporte-urbano-Competitividad-regulatoria-del-sistema-de-autotransporte-de-carga.pdf>
  
- ✓ Revista Colombiana de Telecomunicaciones (RTC)  
Movilizando el transporte con tecnología  
Volumen 17 Edición 57 Agosto-Octubre de 2010\_ ISSN 0122-7416  
Disponible en: [http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/RCT\\_57.pdf](http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/RCT_57.pdf)
  
- ✓ Fundación RACC Automóvil Club  
Criterios de movilidad en zonas urbanas: el primer paso hacia una movilidad racional  
Fundación RACC  
Disponible en: <http://www.racc.es/externos/fundacion/Public.pdf>
  
- ✓ PROGRAMA DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES 2013-2018  
Ciudad de México, Julio 2013  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Disponible en: <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/GITS/PIITC - SCT.pdf>
  
- ✓ Boletín FAL  
Sistemas inteligentes de transporte en la logística portuaria latinoamericana  
FACILITACIÓN DEL TRANSPORTE Y EL COMERCIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE  
Edición N° 305, número 1 de 2012  
Disponible en: <http://www.cepal.org/transporte/noticias/bolfall/9/46619/FAL-305-WEB.pdf>

- ✓ PLANIFICACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MODERNO: GUÍA PARA LA ARQUITECTURA DE UN SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE.  
Information society technologies (IST)  
Disponible en: <http://www.frame-online.net/sites/default/files/first-view/further-reading/PLANIFICACI%C3%93N%20Dev4.pdf>
  
- ✓ BARANDA SEPÚLVEDA, Bernado  
HACIA UNA ESTRATEGIA NACIONAL INTEGRAL DE MOVILIDAD URBANA  
Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo  
Disponible en: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Movilidad-Urbana-Sustentable-MUS.pdf>
  
- ✓ Mobility 2030: Meeting the challenges to sustainability  
World Business Council for Sustainable Development  
The Sustainable Mobility Project, Full Report 2004  
Disponible en: <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf>
  
- ✓ ITS America  
Strategic Plan, Summer 2008  
Intelligent Transportation Society of America  
Disponible en: <http://www.itsa.org/files/pdf/ITSAStrategicPlanBrochure.pdf>
  
- ✓ GARDUÑO ARREDONDO, Javier  
INVERTIR PARA MOVERNOS, PRIORIDAD INAPLAZABLE: DIAGNÓSTICO DE FONDOS FEDERALES PARA TRANSPORTE Y ACCESIBILIDAD URBANA EN MÉXICO, 2012  
Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo  
Agosto 2013  
Disponible en: <http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Invertir-para-movernos1.pdf>
  
- ✓ PRAKASAM, Silvester  
Evolution of E-payments in Public Transport—Singapore’s Experience  
Transportation and Ticketing Technology Group  
Noviembre 2009  
Disponible en: [http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/Evolution\\_of\\_E-Payments\\_in\\_Public\\_Transport\\_-\\_Singapore\\_experience.pdf](http://www.ibm.com/smarterplanet/global/files/Evolution_of_E-Payments_in_Public_Transport_-_Singapore_experience.pdf)
  
- ✓ CALVILLO, Alejandro y MONCADA, Gerardo  
Eficiencia del transporte público y privado: Una propuesta desde los consumidores  
El Poder del Consumidor A.C.  
Octubre 2008  
Disponible en: [http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia\\_transporte\\_docto\\_\(1\).pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_(1).pdf)



- ✓ ALCÂNTARA VASCONCELLOS, Eduardo  
Análisis de la movilidad urbana. Espacio, medio ambiente y equidad  
Corporación Andina de Fomento  
Septiembre 2010  
Disponible en: [http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis\\_movilidad\\_urbana.pdf](http://www.caf.com/media/3155/An%C3%A1lisis_movilidad_urbana.pdf)

## **PUBLICACIONES TÉCNICAS**

- ✓ ISLAS RIVERA, Víctor M. y LELIS ZARAGOZA, Martha  
ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE VOL1: CONCEPTOS BÁSICOS  
Querétaro, 2007  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Instituto Mexicano del Transporte  
Disponible en:  
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt307.pdf>
- ✓ RICO GALEANA, Óscar Armando  
SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE AÉREO DE CARGA EN MÉXICO  
Querétaro, 2010  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Instituto Mexicano del Transporte  
Disponible en: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt334.pdf>
- ✓ ACHA DAZA, Jorge y DE LA TORRE ROMERO, Martha Elizabeth  
IDENTIFICACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y NECESIDADES DE LOS SERVICIOS DE ITS POR PARTE DE LAS EMPRESAS TRANSPORTISTAS Y CON FLOTA PROPIA EN MÉXICO  
Querétaro, 2006  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Instituto Mexicano del Transporte  
Disponible en:  
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt289.pdf>
- ✓ ACHA DAZA, Jorge y ESPINOSA RESCALA, Juan Carlos  
HACIA UNA ARQUITECTURA NACIONAL PARA LOS SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE  
Querétaro, 2004  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Instituto Mexicano del Transporte  
Disponible en:  
<http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt251.pdf>

- ✓ ACHA DAZA, Jorge  
SEÑALES DE MENSAJES VARIABLES PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO VEHICULAR  
Querétaro, 2002  
Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
Instituto Mexicano del Transporte  
Disponible en: <http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt192.pdf>
  
- ✓ YOKOTA, Toshiyuki y J. WEILAND Richard  
ITS Technical Note for Developing Counties  
Technical Note 1. ITS for Developing Countries  
World Bank  
Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTTRANSPORT/214578-1097078718496/20281380/ITS%20Note%201.pdf>
  
- ✓ YOKOTA, Toshiyuki y J. WEILAND Richard  
ITS Technical Note for Developing Counties  
Technical Note 2. Two Stage Selection Model for ITS Applications  
World Bank  
Disponible en:  
<http://siteresources.worldbank.org/EXTROADSHIGHWAYS/Resources/ITSNote2.pdf>
  
- ✓ YOKOTA, Toshiyuki y J. WEILAND Richard  
ITS Technical Note for Developing Counties  
Technical Note 3. Innovative Approaches to the Application of ITS in Developing Countries  
World Bank  
Disponible en:  
<http://siteresources.worldbank.org/EXTROADSHIGHWAYS/Resources/ITSNote3.pdf>
  
- ✓ YOKOTA, Toshiyuki y J. WEILAND Richard  
ITS Technical Note for Developing Counties  
Technical Note 4. ITS Standards for Developing Countries  
World Bank  
Disponible en:  
<http://siteresources.worldbank.org/EXTROADSHIGHWAYS/Resources/ITSNote4.pdf>
  
- ✓ YOKOTA, Toshiyuki y J. WEILAND Richard  
ITS Technical Note for Developing Counties  
Technical Note 5. ITS System Architectures for Developing Countries  
World Bank  
Disponible en:  
<http://siteresources.worldbank.org/EXTROADSHIGHWAYS/Resources/ITSNote5.pdf>

## RESÚMENES DE CONFERENCIAS

- ✓ Los sistemas inteligentes de transporte  
Conferencia pronunciada en el 4º coloquio internacional sobre seguridad e higiene en el trabajo el día 19 de febrero de 2004 en el auditorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Oporto, por invitación de d. Alberto Sergio de Rodríguez, Presidente del consejo directivo de la region norte de la ordem dos engenheiros  
[www.iies.es/attachment/115765/](http://www.iies.es/attachment/115765/)
  
- ✓ Desarrollo de Implementación de ITS en México  
José F. Lobaco Amaya, Subdirector de Planeación y Análisis de Proyectos Dirección General de Desarrollo Carretero Vicepresidente de Desarrollo Tecnológico  
XVI Congreso Argentino de vialidad y tránsito, Octubre 2012  
[http://congresodevialidad.org.ar/conferencias-especiales/congreso\\_its/gestion\\_lobaco.pdf](http://congresodevialidad.org.ar/conferencias-especiales/congreso_its/gestion_lobaco.pdf)

