

## BOLETÍN TÉCNICO

DGST No. 4/2020

# Sistemas Inteligentes de Transporte

## Implementación en la Red Carretera Federal

*Los Sistemas Inteligentes de Transporte, conocidos mundialmente como ITS, por sus siglas en inglés, tienen como principal objetivo mejorar la eficiencia de captura, proceso y comunicación de información y control, para usuarios y operadores, con el fin de mejorar el nivel de servicio de las carreteras e incrementar la seguridad de operación.*

*Los ITS se han desarrollado desde principios de la década de los 90. En México, uno de los primeros ITS en operación fue el Sistema de Identificación Automática Vehicular (IAVE), desarrollado y aplicado por CAPUFE, inicialmente para la identificación y conteo de vehículos que cruzaban las plazas de cobro de peaje y posteriormente, para realizar el pago del peaje de forma electrónica.*

*De manera general, el presente Boletín aborda la conceptualización de un proyecto de ITS, sus principales subsistemas y los servicios que lo conforman.*



**Figura 1. Estación de toma de datos, cámara de video-vigilancia y panel de mensaje. Carretera Atlacomulco-Maravatío, km 108+450**

Los ITS (*Intelligent Transportation Systems*) son el conjunto de tecnologías, basadas en aplicaciones telemáticas (telecomunicaciones e informática) que tienen por objetivo mejorar la seguridad y la eficiencia en el transporte terrestre, facilitando el control, gestión y seguimiento por parte de los responsables de la operación de la vía.

Se componen por diversos equipos y dispositivos instalados a lo largo de la carretera, los cuales tienen la función de monitorear las condiciones prevalcientes en ella (tránsito, velocidad de circulación, peso de los vehículos, condiciones meteorológicas y de visibilidad, entre otros).

Los datos obtenidos son enviados a un Centro de Control y Operación (CCO) usualmente instalado en

una edificación ubicada en un sitio estratégico de la carretera, aunque no existen restricciones para instalarlo en algún sitio remoto, pues algunos ITS en el continente americano tienen su CCO en Europa, por así convenir estratégicamente para la operación de la vía.

En el CCO se procesan los datos recabados y la información obtenida es analizada de acuerdo con los algoritmos del *software* diseñado específicamente para cada carretera.

El sistema presenta las diferencias detectadas (incidentes, accidentes, fallas, escenarios de riesgo, etc.) y ofrece las soluciones para dichas diferencias. Después de que el operador valida la solución seleccionada, se activa un protocolo de atención que consiste, fundamentalmente, en comunicar a las





autoridades la información suficiente y necesaria para que actúen de forma coordinada. También se envía información específica a los diversos equipos y dispositivos colocados en la carretera para que presenten información de utilidad a los usuarios que transitan en ese momento por la vialidad.

Los tiempos de detección, procesamiento, evaluación, validación, respuesta y aplicación deben ser sumamente rápidos y oportunos.

En México, por ejemplo, existen al rededor de 5.5 millones de tarjetas para pago electrónico de peaje (conocidos como *transponders* o *tags*, por su denominación en inglés *transmitter & responder*). Un sistema eficiente detecta y “lee” el *tag*, consulta en la base de datos correspondiente, valida el saldo suficiente para el pago del peaje y autoriza el paso del vehículo, tardando en el proceso un lapso de dos a cinco milésimas de segundo.

Los ITS se han implementado, principalmente, en la red concesionada. Sin embargo, es necesaria su aplicación en la red libre de peaje debido a que proveen información valiosa para la planeación de proyectos de construcción, modernización, conservación y mantenimiento de la infraestructura carretera, además de los beneficios señalados desde un principio.

Entre las funciones de las Unidades Generales de Servicios Técnicos está la de revisar los proyectos de infraestructura carretera, incluidos los de ITS. También son responsables de supervisar, junto con las Residencias de Obra, la correcta instalación de los ITS que incluyen tanto la infraestructura (canalización, pórticos, postes, edificios de servicios, plazas de cobro, etc.) como la implementación de los sistemas y su puesta en marcha.

En el país existen alrededor de 1,206 km equipados con tecnología ITS. Desde 2005 comenzó la implementación de sistemas ITS adicionales a los sistemas de cobro de peaje electrónico, los cuales datan de inicios de la década de los 90.

A partir de 2010, se determinó la obligatoriedad de implementar tecnologías ITS en las carreteras

concesionadas, siendo la autopista Salamanca-León la primera en incluir en su Título de Concesión dicha obligatoriedad. En este caso, incluso, se elaboró un anteproyecto ITS, contenido en los Términos de Referencia de la licitación, en el que se especificaron los servicios, subsistemas y equipamiento básico necesario que debía implementarse.

En los años posteriores, específicamente entre 2011 y 2014, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se abocó a la planeación y elaboración de lineamientos para el desarrollo eficiente de la implementación de soluciones basadas en tecnologías ITS, considerando prioritaria la compatibilidad de sistemas y la armonización e interoperabilidad de los mismos.

Actualmente, 12 autopistas son las que destacan en la puesta en marcha de CCO's y elementos ITS, equivalentes a 1,715.4 km y que representan una inversión de 1,912 mdp.

No.	Tramo	Longitud (km)	Inversión (mdp)	Aforo (TDPA)
1	México-Acapulco	439.0	102.0	15,755
2	Durango-Mazatlán	230.0	423.0	2,408
3	Mazatlán-Culiacán y Lib. Mazatlán	219.5	340.0	5,988
4	Lib. Norte de la Ciudad de México	223.9	120.0	13,165
5	Guadalajara-Tepic	168.6	169.0	10,024
6	Guadalajara-Colima	148.0	207.0	11,775
7	Nuevo Necaxa-Tehuacán	84.8	238.0	4,073
8	Salamanca-León	82.0	108.0	11,821
9	Guadalajara-Atlacomulco tramo Atlacomulco-Maravatío	64.4	153.0	10,406
10	Chamapa-Lechería	36.1	23.0	54,165
11	Lib. Felipe Carrillo Puerto	14.1	19.0	441
12	Interconexión Autopista Urbana Sur a la Caseta de Tlalpan	5.0	10.0	7,850
		<b>1,715.4</b>	<b>1,912.0</b>	<b>147,871</b>

Tabla 1. Autopistas en operación con ITS en 2019

Además de los Centros de Control y Operación (CCO), los ITS incluyen los siguientes elementos:

- Sistema de pago electrónico de peaje (ETC)
- Sistema de mensaje variable (VMS)



- Sistema de monitoreo meteorológico (CEVAC)
- Sistema de video-vigilancia (CCTV)
- Sistema de detección automática de incidentes (DAI)
- Sistema de detección y control de velocidad (RADAR)
- Sistema de pesaje dinámico (WIM)
- Sistema de alerta de incidentes (Postes SOS)
- Sistemas de aforo automático (ETD)



Figura 2. Plaza de cobro La Marquesa T-2. Autopista Méxicio-Toluca, km 41+157

Con esta trazabilidad se garantiza la adecuada selección e instalación de las **Tecnologías** adecuadas para los requerimientos definidos.



Figura 3. Esquema de trazabilidad para la planeación y diseño de proyectos ITS. SCT, 2010

Contar con información sobre las tecnologías aplicadas a la infraestructura carretera para brindar servicios de monitoreo, vigilancia, asistencia vial y operación de servicios, así como información de los componentes fundamentales que integran los ITS, representa para los responsables de la revisión de proyectos, de la supervisión de las obras y de la instalación de estas tecnologías, un referente que proporciona herramientas para la ejecución adecuada de dichos trabajos.

La trazabilidad empleada en la elaboración de los proyectos ITS es de suma importancia. En la Figura 3 pueden observarse las principales fases y elementos de proyecto:

Detección de **Necesidades** para la definición de **Conceptos Operacionales**; los cuales cumplen con los **Objetivos y Metas** determinadas para los **Servicios** que se van a implementar; posteriormente, se establecen los **Requerimientos Funcionales** y los **Sub-servicios** que comprenden.

Con el objeto de optimizar la participación de las Unidades Generales en la revisión de proyectos ITS y en la ejecución y supervisión de la infraestructura, instalación e integración de los dispositivos y equipos, se presenta el “Diagrama V”, donde se aprecia la secuencia sistémica de las actividades para la planeación, diseño y desarrollo en la ejecución de proyectos ITS.

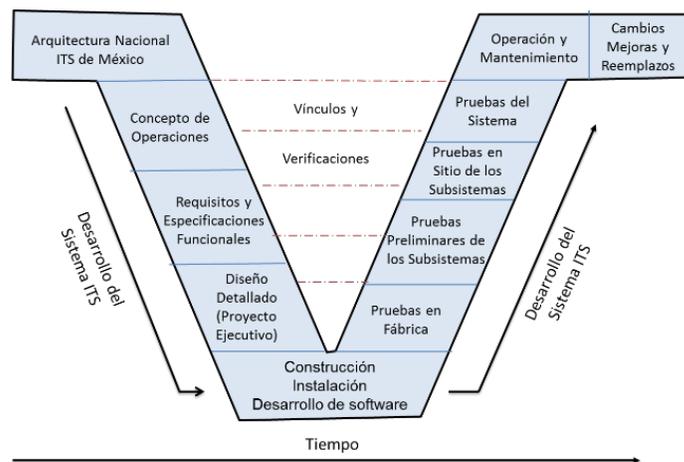


Figura 4. Enfoque sistémico – “Diagrama V”. Aplicado para el diseño, elaboración y ejecución de proyectos ITS. SCT, 2013



En el diagrama se aprecia el flujo en la evolución de los proyectos ITS, aplicando el modelo de trazabilidad. La sección izquierda corresponde al diseño y elaboración del proyecto ejecutivo. La base de la "V" corresponde a la etapa de construcción e instalación y la sección derecha indica la instalación, pruebas y puesta en marcha.



**Figura 5. Centro de Control Golfo-Centro. Autopista México-Tuxpan, tramo 1 México-Pachuca, km 24+000**

Es importante señalar la correspondencia entre cada una de las fases o etapas del "Diagrama V", siendo de utilidad para la retroalimentación y mejora de los procesos.

La Dirección General de Servicios Técnicos es la unidad responsable de la elaboración, actualización e interpretación de la Normativa para la Infraestructura del Transporte, así como de participar en su difusión con el fin de que los involucrados en el desarrollo de la infraestructura la conozcan y apliquen. Por ello, en 2020, elabora las normas y el manual para la aplicación de los Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS).

Esta normativa es fundamental para lograr que las obras se ejecuten con los lineamientos de calidad establecidos.

Actualmente, la Dirección General de Servicios Técnicos elabora el Manual de ITS, el cual contempla establecer la Metodología para la planeación, diseño y ejecución de proyectos ITS, así como el Modelo de Evaluación de los sistemas implementados, para revisar, validar y aprobar el desempeño correcto de las soluciones ITS en operación. De igual forma, elabora la normativa correspondiente, contenida en los tres fascículos siguientes y que estará concluida en los meses próximos:

- Comunicación
- Equipamiento
- Centros de Control y Operación

## REFERENCIAS

Dirección General de Desarrollo Carretero. **Elaboración de la Arquitectura Nacional de ITS V.2 y Anteproyecto para Arquitecturas Regionales.** Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México, 2013.

Dirección General de Desarrollo Carretero. **Programa piloto para la Interoperabilidad de Centros de Control de ITS, particulares, regionales y Centro de Control Nacional.** Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México, 2013.

Dirección General de Servicios Técnicos. **De la Visión a la Implementación de ITS.** International Road Federation 6°. Congreso Regional Latinoamericano. México, 2019.

Dirección General de Servicios Técnicos. **Integración de Datos y Tecnologías para una Movilidad Segura.** Intertraffic México, 2019.

**ITS America** [www.itsa.org](http://www.itsa.org).

**ITS Europe** [www.ertico.com](http://www.ertico.com).

**ITS Asia** [www.itsasia-pacific.com](http://www.itsasia-pacific.com).

