

DISEÑO Y ESTRATEGIA PARA UN CENTRO DE MONITOREO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS INTELIGENTES DE MÉXICO

Introducción

Las estructuras civiles siempre han estado presentes en cualquier sociedad y actualmente es difícil imaginar una sociedad sin edificios, carreteras, vías férreas, puentes, presas y demás obras de la ingeniería estructural; por otra parte, es un hecho que las estructuras actuales son más complejas tanto en tamaño y diseño; nuevos conceptos y materiales son usados frecuentemente para lograr una vida útil mayor y hacer frente a condiciones ambientales cada vez más severas. Muchas estructuras son ahora componentes importantes de sistemas integrados (por ejemplo los puentes en sistemas integrados de transporte), donde la evaluación continua de la condición estructural es necesaria y en algunos casos se requiere en tiempo real [1].

El monitoreo estructural se define como “Un proceso con el objetivo de proporcionar con precisión y a tiempo, información concerniente a la condición estructural y su desempeño” [2]. Actualmente, la Federal Highway Administration de los EUA [3], la red canadiense para el monitoreo inteligente para infraestructura innovadora (ISIS) [4], la Federación Internacional para Concreto Estructural (fib CEB-FIP) [5] y el organismo internacional de normalización (ISO) [6], han publicado guías, información y recomendaciones para el diseño e implantación de sistemas de monitoreo de la integridad estructural de puentes.

Una evaluación estructural se utiliza para determinar daño, deterioro, condiciones anormales de operación, realizar estudios de pronóstico, esquemas de mantenimiento

preventivo, índices de confiabilidad y la vida residual de las estructuras [1], en tanto que un sistema de administración se diseña con el objeto de conocer el estado de un conjunto de estructuras para poder administrar los recursos humanos, financieros y tiempos de acuerdo al importancia económica, social, costo de la estructura y seguridad de los usuarios .

En México, el primer sistema de administración de puentes fue diseñado para manejar la información de todo el inventario de la Red Federal de Carreteras. A mediados de la década de los 90's, el Instituto Mexicano del Transporte, desarrolló un sistema de administración de puentes (SIAP) que incluía la evaluación estructural a partir de pruebas dinámicas, y una base de datos más completa que comprendía los datos de diseño, especificaciones, planos, historiales de inspección, historiales de mantenimiento y archivos fotográficos [7].

CONTENIDO

DISEÑO Y ESTRATEGIA PARA UN CENTRO DE MONITOREO DE PUENTES Y ESTRUCTURAS INTELIGENTES DE MÉXICO	1
OBSERVATORIO DE SEGURIDAD VIAL PARA EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS	8
GLOSARIO	15
PROYECTOS EN MARCHA	15
PUBLICACIÓN	16
EVENTOS ACADÉMICOS	17

Adicionalmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) cuenta con el programa SIPUMEX, el cual es un sistema integral para la administración de puentes de la red federal de carreteras. Para poder planificar la conservación de la infraestructura, técnicos especializados realizan inspecciones visuales y otorgan una calificación a los puentes. De las observaciones realizadas, se pueden derivar inspecciones especiales según los problemas estructurales encontrados en los mismos. Una vez calificados los puentes, se establece un programa de mantenimiento de acuerdo al nivel de deterioro determinado por los técnicos especializados de la SCT. Es de destacarse que la antigüedad promedio de los siete mil doscientos puentes que conforman la red federal carretera rebasan ya los treinta y nueve años promedio de vida, incluyendo los más recientes que han sido construidos con altas especificaciones técnicas, tales como los puentes Río Papaloapan, Chiapas, Baluarte y Tampico. Asimismo, es importante señalar que la mayoría de los puentes están ubicados en zonas de alto riesgo ambiental que justifican el monitoreo permanente, particularmente por los cambios climáticos, caída de lluvias torrenciales y huracanes que cada vez son más severos.

Si bien es cierto que el SIPUMEX es una herramienta que ha sido útil para administrar los puentes mexicanos, éste se puede mejorar y actualizar aprovechando los desarrollos tecnológicos más recientes y considerando que existen riesgos que no pueden ser detectados por las inspecciones visuales, por lo que es necesario la existencia de un centro de monitoreo de puentes y estructuras inteligentes CMPEI el cual permita obtener la información del desempeño de los puentes en tiempo real y, de esta forma, aplicar medidas necesarias de forma inmediata. La necesidad de implantar sistemas de monitoreo remoto para las obras de infraestructura más importantes de México, es cada vez más apremiante en virtud del vertiginoso desarrollo del país; en especial, los puentes carreteros son elementos vitales para la red de comunicaciones que tiene una demanda creciente y cuya integridad se debe garantizar

para incrementar los niveles de confianza de los usuarios y asegurar la inversión en este tipo de infraestructura.

Algunos de los aspectos que serán complementados en el actual SIPUMEX son:

Seguridad: Se garantiza la seguridad de los usuarios al contar con información en tiempo real sobre la condición estructural de los puentes, sobretodo después de presentarse fenómenos naturales atípicos como sismos, vientos fuertes, ó desbordamiento de ríos; ó bien, accidentes por errores humanos que afecten la integridad de los puentes.

Conservación de la infraestructura carretera: Dar seguimiento al comportamiento de los puentes a través de índices de desempeño estructural, mediante los cuales se podrán identificar los componentes estructurales vulnerables y planear las acciones de mantenimiento preventivo en forma eficiente y efectiva. Con esto, se identificará el daño en las estructuras en forma incipiente, por lo que las acciones de mantenimiento serán menos costosas y se podrá incrementar la vida útil de los puentes y, como consecuencia, producirá ahorros en inversión de nueva infraestructura. Por otro lado, el poder documentar en forma electrónica todas las memorias de cálculo, reportes de inspección, planos, archivos fotográficos, registros de operación, etc., permitirá realizar estudios de diagnóstico y prospectiva más confiables y precisos; esto sin considerar los ahorros indirectos que esto conlleva por tener una administración eficiente de la información.

Presupuesto: La documentación sobre el comportamiento estructural, el índice de desempeño y el monitoreo permanente de los puentes, permitirá demostrar que existe un sistema eficiente para la preservación de la infraestructura del transporte, con el que se podrán negociar pólizas de seguro en forma efectiva y a un menor costo. En un largo plazo, el monitoreo de puentes mediante un sistema de gestión efectivo, permitirá administrar los recursos financieros destinados

a la conservación, atendiendo los casos más urgentes en forma anticipada y previendo los gastos futuros de acuerdo a los registros históricos de cada puente.

Operación: El CMPEI permitirá tener una vigilancia del tráfico de vehículos que circulan sobre los puentes y éstos podrán ser utilizados como pesadoras dinámicas, por lo que se podrán detectar vehículos sobrecargados que violan los reglamentos de pesos y dimensiones, con lo cual se podrá incrementar la vida útil de las carreteras y los puentes. La información proveniente del centro de monitoreo servirá para estudios de prospectiva y análisis de riesgos de la infraestructura carretera.

Esquemas de monitoreo y operación del CMPEI

El éxito del monitoreo estructural depende en gran medida de la interpretación de la información y su uso para incrementar la seguridad de los usuarios, detectar daño, establecer esquemas de mantenimiento preventivo, obtener índices de confiabilidad de las estructuras y establecer pronósticos de falla, otra parte fundamental en el éxito del CMPEI es establecer las responsabilidades de todas las autoridades, dependencias y centros de investigación involucrados.

La primera etapa es clasificar la información obtenida de los datos recabados, esta clasificación queda enmarcada en cuatro estados: información inicial, información procesada, información de consulta e información para estudio.

Información inicial. Su evaluación es inmediata y se realiza a través de la comparación de una variable con datos históricos estadísticos, el control se realiza a través de límites de control establecidos con base en la media de una distribución estadística, color verde, alarmas intermedias instauradas si se sobrepasa un porcentaje de probabilidad superior al 95% o inferior al 5% con base en la distribución estadística de cada variable, color naranja, y

alarmas críticas, si una variable está por debajo del 5% de sus límites de diseño, color rojo.

Información procesada: Su evaluación requiere del análisis de un conjunto de variables complementadas con análisis estructural basado en técnicas de detección de daño, o simulación por elemento finito de modelos calibrados de la estructura. La finalidad de esta información es obtener índices de desempeño estructural, evaluación de daño respecto a un estado inicial a través de técnicas por vibraciones mecánicas o propagación de ondas, y en su caso localización de posibles zonas de daño y evaluación de daño mediante modelos de deterioro y predicción de vida útil para definir acciones preventivas de largo plazo. Adicionalmente se realiza un seguimiento de los puntos críticos, concentradores de esfuerzo o puntos de esfuerzo máximo en la estructura, en los cuales no existen sensores, sin embargo se puede desarrollar su seguimiento mediante simulación por elemento finito de modelos calibrados de la estructura y colocar alarmas como las utilizadas con la información inicial.

Información de consulta: Esta información se utiliza para comparar acciones accidentales durante la vida útil de la estructura, su uso es importante en el análisis de cargas y esfuerzos máximos durante la operación, recalibrar modelos de simulación de elemento finito cuando por una acción accidental la estructura tiene un comportamiento dinámico diferente al que tenía anterior al evento, calcular periodos de retorno en la caso de venidas de ríos, vientos huracanados ó sismos y para evaluar las acciones de mantenimiento efectuados sobre la estructura.

Información para estudio: Esta información se utilizará para la evaluación de nuevas técnicas de detección de daño, generación de nuevos enfoques para evaluación estructural, comparación entre técnicas inspección. Su análisis será realizado por centros de investigación y universidades interesadas en la evaluación estructural.

Evento	DGST	DGCC	CAPUFE	Operador	Policía Federal	Protección Civil	IMT	UNAM	Contratista
Sismo	Evaluación	Control de tráfico y evaluación	Control de tráfico y evaluación	Control de tráfico y evaluación	Control de tráfico	Control de tráfico	Evaluación y diagnóstico	Asesoría Investigación y desarrollo	Proyecto de rehabilitación y acciones de conservación
Accidente									
Fuertes vientos									
Sobrecarga									
Lluvia intensa									
Fatiga	Evaluación	Planeación de la conservación	Planeación de la conservación	Planeación de la conservación	Apoyo	Apoyo	Análisis y diagnóstico	Asesoría. Investigación y desarrollo	Proyecto de rehabilitación y acciones de conservación
Corrosión									
Deterioro									

Acción inmediata
Acción inmediata o de corto plazo
Acción de corto plazo
Acción preventiva
Investigación y desarrollo

Figura 1
Matriz de influencia y corresponsabilidad

La información inicial y la información procesada son la base para garantizar la funcionalidad, seguridad y operación de las estructuras, así mismo con ellas se puede establecer la segunda etapa la cual consiste en la generación de una matriz de influencia y corresponsabilidad de acuerdo al tipo de alarma y actor involucrado en la seguridad de los usuarios, administración mantenimiento y conservación de la estructura. La matriz de influencia y corresponsabilidad se puede ver en la figura 1.

tiene programado durante los primeros cinco años del centro de monitoreo, instrumentar y monitorear los puentes; Río Papaloapan, Tampico, Mezcala, Dovalí Jaime, Quetzalapa, Chiapas, San Cristóbal, El Carrizo y el Baluarte además de otros seis puentes, denominados puentes tipo, cuya finalidad es representar el 80% de los puentes de la red federal carretera a través de estudios paramétricos.

En un inicio el centro de monitoreo estará compuesto por cuatro servidores virtualizados, los cuales tendrán la tarea de realizar el enlace entre el CMPEI y los puentes instrumentados y el análisis estructural de cada uno de los puentes y además contará con una unidad de almacenamiento tipo SAN con capacidad de 8 TB, la idea básica es retener la información por periodos de tiempo de una semana y reutilizar el espacio, almacenando solamente los eventos críticos originados por cargas accidentales atípicas, las cuales son almacenadas como referencia para comparaciones históricas.

Capacidad del CMPEI

El Centro de Monitoreo y Estructuras Inteligentes tendrá una inversión inicial de 280 000 mil USD y una capacidad para monitorear 20 puentes o estructuras. Los primeros puentes considerados para el monitoreo son los que tienen mayor importancia en el país tomando en cuenta factores económicos, políticos, sociales, la inversión económica de la estructura y el historial de fallas registrado. Se

La información de cada una de las estructuras podrá ser consultada a través de una página de Internet, a cada usuario dependiendo de la responsabilidad recibirá mensajes periódicos con el estado de la estructura e inclusive recibirá alarmas críticas del comportamiento estructural para que se actúe conforme a procedimientos previamente establecidos.

Tipo de instrumentación y comunicación utilizada para los puentes del CMPEI

El concepto básico de la instrumentación permanente se basa en el uso de sensores de fibra óptica, los cuales han demostrado ser estables a largo plazo, no se afectan por la acción de campos electromagnéticos, no requieren mantenimiento y son de un costo relativamente bajo.

La integración del sistema se hará en laboratorio para asegurar que las conexiones ópticas y la operación general del sistema sean adecuadas; de tal forma que únicamente se trasladen para instalarse directamente en el puente y sólo se hagan reparaciones en caso de fallas o incidentes que llegaran a afectar un cable o una conexión. Lo anterior, reduce el tiempo y costos de instalación.

El procedimiento de instalación se detallará en la etapa de desarrollo de la ingeniería de instrumentación y la configuración integrará los sensores ópticos con cámaras de video para vigilancia remota del puente, una estación climatológica para correlacionar los datos ambientales, un sismógrafo, un sistema autónomo con celdas solares para alimentación eléctrica del sistema y un centro local de conexión y control alojado en un gabinete con control ambiental que proteja a los equipos de temperaturas y humedad excesiva.

La ubicación de todos los equipos por puente se establecerá bajo el criterio de que deben localizarse en zonas inaccesibles para el público en general, para evitar actos de vandalismo y robos.

La instalación de los sensores se hará siguiendo las especificaciones que se definan y contratando servicios especializados para el uso de grúas y andamios específicos, y personal de apoyo con sistemas de seguridad apropiados. En la figura 2 se muestra el diagrama de ubicación de los diferentes sensores y equipos; y la figura 3 muestra la configuración del sistema autónomo de alimentación eléctrica con celdas solares y un banco de baterías para un puente típico.

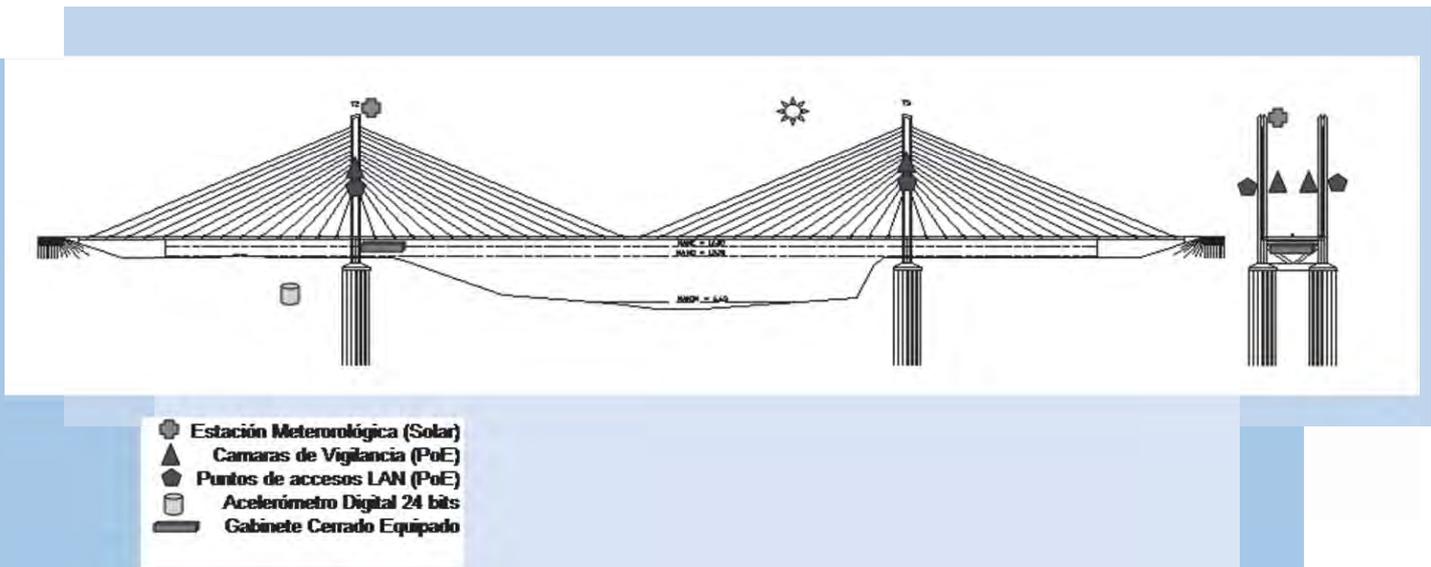


Figura 2
Esquema de ubicación típica de los sensores y equipos

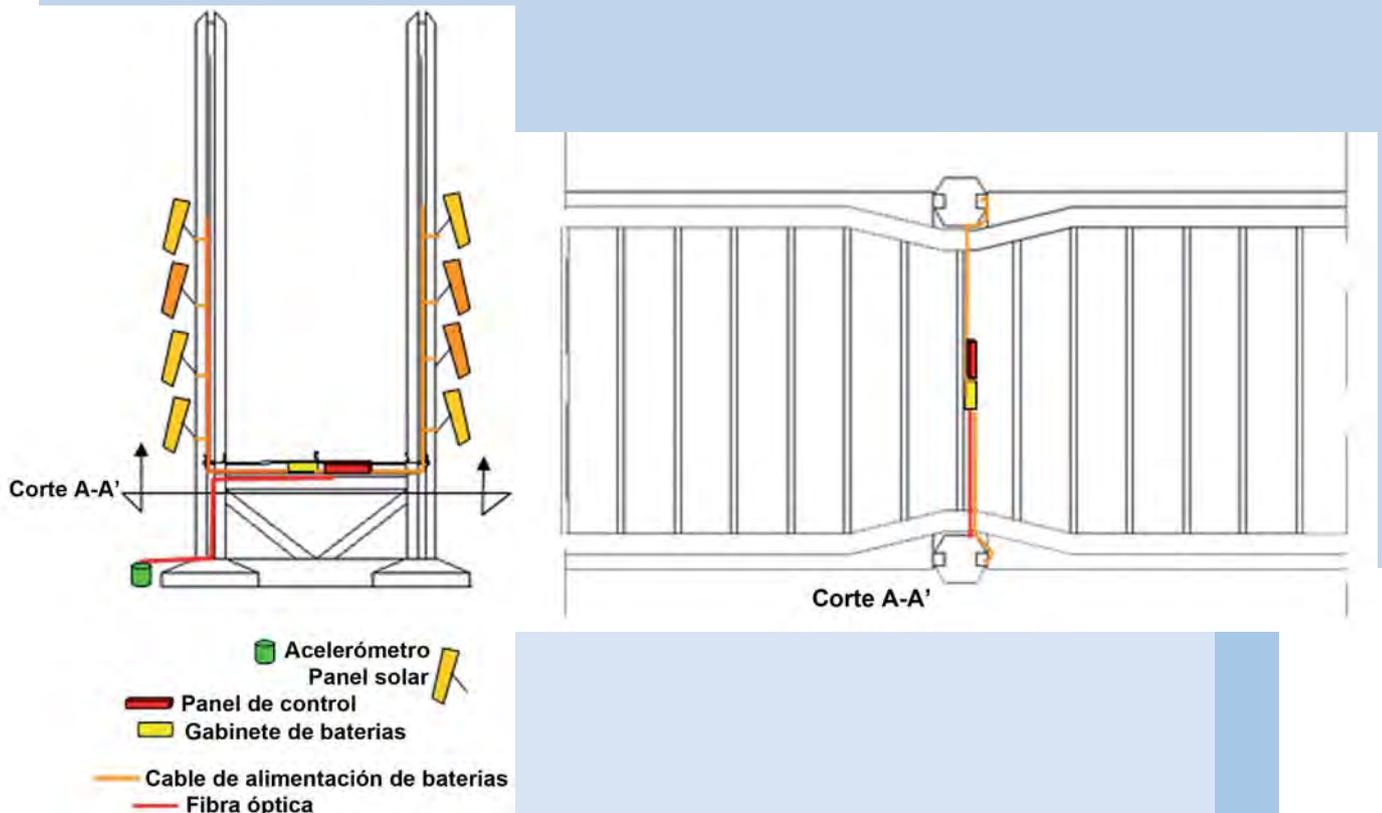


Figura 3

Diagrama de configuración de un sistema típico de alimentación eléctrica

El enlace remoto se manejará considerando las diferentes opciones de conexión inalámbrica de servicios de Internet, ya sea mediante un módem con telefonía celular, o una tarjeta de comunicación 3G, enlace satelital, comunicación por microondas, según se cuente con los diferentes servicios en la zona de ubicación del puente. En la mayoría de los casos cuando sea posible se optará por tener un sistema de comunicación redundante para que la posibilidad de quedarse sin comunicación sea la mínima posible. Adicionalmente cada uno de los puentes instrumentados tendrá un disco local de almacenamiento donde se podrá alojar información hasta por 7 días, por lo que en caso de pérdida de comunicación con el CMPEI ésta podrá ser recuperada directamente.

El sistema local de registro y almacenamiento de datos, se podrá configurar de forma remota, ya sea desde el Centro de Monitoreo o mediante una computadora en el puente con enlace inalámbrico mediante sistemas Point Access.

Beneficios del CMPEI

La configuración de un sistema de instrumentación y equipos para monitorear el desempeño de cada puente en forma remota, permitirá dar seguimiento del desempeño de cada uno de manera que se puedan identificar variaciones normales y anormales en su comportamiento y analizar los comportamientos anormales en forma específica.

Con esto se podrán elaborar reportes mensuales en los que se informará de cómo se comportó cada puente a través de factores o índices de desempeño; a su vez, se dará seguimiento a variables críticas y se informará de la presencia de alarmas (condiciones que excedan los niveles normales de servicio) para identificar problemas específicos de acuerdo a las condiciones en que se hayan presentado dichas alarmas. El seguimiento continuo permitirá identificar problemas específicos en el puente como puede ser la sobrecarga, el efecto de eventos extraordinarios o ambientales.

Por otra parte, se podrán elaborar reportes anuales del comportamiento detallado que se realiza utilizando un modelo calibrado de elementos finitos y que permite efectuar estudios de detección y evolución de daño, y para determinar acciones concretas en caso de daño severo en cada una de las estructuras instrumentadas.

En general, el mayor beneficio de este sistema es que permite dar un seguimiento continuo de cada puente, con el que se incrementa su seguridad y al detectar problemas en forma oportuna, reduce los costos de mantenimiento e incrementa su vida útil. La facilidad de contar con datos en tiempo real permite establecer procedimientos de evaluación estructural con variables de control previamente identificadas y acotadas, facilita y reduce los gastos en mantenimiento, siendo más eficiente en todas las acciones de conservación que se hagan.

Para lograr lo anterior, el funcionamiento del CMPEI contempla 3 niveles de operación: el primer nivel corresponde al monitoreo continuo del comportamiento estructural del puente (niveles de alarma), mediante el cual se evaluarán las mediciones directas de los sensores relacionados con los elementos estructurales críticos. El segundo nivel corresponde al monitoreo y evaluación de los índices de desempeño estructural (monitoreo de largo plazo), los cuales se calcularán de las mediciones directas de los sensores y estarán encaminados a dar valores indicativos del comportamiento global del puente y poder vigilar las tendencias y variaciones de largo plazo. Finalmente, el tercer nivel corresponde al análisis detallado para determinar la condición estructural del puente y la detección de daño, con lo cual se podrán establecer programas de mantenimiento preventivo y correctivo. De esta manera, el CMPEI entregará a la SCT informes bimestrales de cada puente en los que se reportarán los resultados del monitoreo continuo de las variables estructurales y del monitoreo de los indicadores de desempeño estructural de los puentes. Asimismo, semestralmente se entregarán los informes de los análisis de evaluación estructural y detección de daño,

junto con la propuesta de los programas de mantenimiento preventivo que se consideren necesarios.

En caso de eventos extraordinarios (sismos, accidentes, vientos atípicos), se elaborarán informes adicionales en los que se analizarán el comportamiento de los puentes durante dichos eventos y el efecto final que éste pudiera tener sobre el puente. Los informes se entregarán a CAPUFE, la DGCC o dependencia encargada del mantenimiento de los puentes, según corresponda.

Por otra parte, cuando ocurra un evento extraordinario que requiera de una acción inmediata o ponga en riesgo la integridad del puente, el CMPEI emitirá alarmas a las instancias responsables de la administración y seguridad del puente, para que se tomen las acciones correspondientes según el caso.

Conclusiones

En la actualidad en México no existe en México una instancia para dar un seguimiento de la condición estructural de los puentes en tiempo real y de manera continua, debido a que se realiza una inspección global para evaluar el índice de desempeño de la estructura en periodos de 10 años ó cuando el daño es inminente. Esto conlleva a tener fuertes inversiones en el mantenimiento correctivo, que ocasiona una disminución de la vida útil de la estructura, así como en la seguridad de los usuarios.

El Monitoreo Continuo y Remoto de los puentes más importantes del País, permite evaluar la infraestructura de forma continua, evaluar los índices de desempeño de la estructura de manera oportuna ante la sospecha de algún daño, conocer su desempeño bajo condiciones de carga normales y anormales esporádicas, abatir costos debidos a la realización de inspecciones especializadas, detectar condiciones anormales de manera automática y dar un seguimiento del desempeño estructural a través de modelos de deterioro y confiabilidad con los cuales se pueden establecer programas de mantenimiento preventivo.

La implementación del CMPIE es tecnológicamente y económicamente viable debido a los avances en la tecnología de adquisición de datos, su accesibilidad en el mercado, el abatimiento de los costos, el aumento de vida útil de los sensores de fibra óptica y el desarrollo de técnicas experimentales para la evaluación estructural.

Referencias

1. Aktan A. E., and Grimmelsman K. A. *The Role of NDE in Bridge Health Monitoring, Proceedings of the SPIE: Conference on Nondestructive Evaluation of Bridges and Highways II*. SPIE 3587. Newport Beach, California. 1999
2. Glisic B. and Inaudi D. *Fibre optic methods for structural health monitoring*. John Wiley & sons, Ltd. 2007
3. Aktan, A. E., Catbas, F. N., Grimmelsman, K. A., and Pervizpour, M. *Development of a Model Health Monitoring Guide for Major Bridges, Drexel Intelligent Infrastructure and Transportation Safety Institute*. FHWA R&D Contract DTFH61-01-P-00347. 2002

4. ISIS Canada. *Guidelines for Structural Health Monitoring*. Design Manual No. 2. 2001

5. fib TG 5.1. *Monitoring and Safety Evaluation of Existing Concrete Structures*. State-of-the-Art Report, Final Draft. 2002

6. ISO/TC 108/SC 2 Mechanical Vibration. *Evaluation of Measurement Results from Dynamic Tests and Investigations on Bridges*. ISO/DIS 18649:2002(E). 2002

7. Carrión F., Quintana J., López J., Balankin A., Samayoa D. *Metodologías de inspección no destructivas aplicables a sistemas de gestión de puentes*. Publicación técnica No. 302. Sanfandila, Querétaro. 2006

CARRIÓN Francisco
carrion@imt.mx
QUINTANA Juan
jaquintana@imt.mx
LÓPEZ Alfredo
jalopez@imt.mx
GUTIÉRREZ Alejandra
agutierrez@imt.mx

OBSERVATORIO DE SEGURIDAD VIAL PARA EL TRANSPORTE DE CARGA Y PASAJEROS

Introducción

En la presente nota se describen algunos de los requisitos más importantes para la creación de un Observatorio de Seguridad Vial para el transporte de carga y pasajeros por la Red Carretera Federal.

Antecedentes

En la mayoría de los países más avanzados, la seguridad vial es vista como un aspecto esencial de salud pública y de calidad de vida. Los planes de seguridad vial tienen una muy alta prioridad en todos los niveles gubernamentales (autoridades federales, estatales, locales, cámaras legislativas, poder judicial, etc.), jugando cada uno de ellos un

papel muy activo, tanto en su desarrollo como en su implementación exitosa. Es frecuente escuchar en esos países que se cuenta con el apoyo de los líderes políticos del más alto nivel.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y el Banco Mundial (BM), existen cinco recomendaciones básicas para mejorar la seguridad vial en un país [OMS, 2004]:

- I. Debe instalarse una agencia líder,
- II. Debe desarrollarse información estadística estratégica oportuna y confiable (identificando los factores de riesgo, las poblaciones vulnerables, etc.),

III. Debe elaborarse un Plan Nacional de Seguridad Vial,

IV. Deben establecerse inversiones adecuadas a ese plan, y

V. Finalmente, deben implementarse las medidas.

Adicionalmente, la Asamblea General de las Naciones Unidas emitió una declaratoria para alentar a los Estados miembros a sumarse a un Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 [ONU, 2010].

Con motivo del Lanzamiento de la Década de Acción por la Seguridad Vial y en el 2º Encuentro Iberoamericano y del Caribe sobre Seguridad Vial, en mayo de 2011, los Secretarios de Comunicaciones y Transportes y de Salud suscribieron la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020 [DOF, 2011], con base en el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 elaborado por la OMS.

La Estrategia tiene como objetivo general reducir un 50% las muertes, así como reducir al máximo posible las lesiones y discapacidades por accidentes de tránsito en el territorio de los Estados Unidos Mexicanos, promoviendo la participación de las autoridades de los tres niveles de gobierno, atendiendo a su ámbito de competencia y facultades, en la implementación de las siguientes cinco acciones: [DOF, 2011]

Primera. Coadyuvar en el fortalecimiento de la capacidad de gestión de la seguridad vial.

Segunda. Participar en la revisión de la modernización de la infraestructura vial y de transporte más segura.

Tercera. Fomentar el uso de vehículos más seguros.

Cuarta. Mejorar el comportamiento de los usuarios de las vialidades incidiendo en los factores de riesgo que propician la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Quinta. Fortalecer la atención del trauma y de los padecimientos agudos mediante la mejora de los servicios de atención médica pre-hospitalaria y hospitalaria.

Dentro de la primera acción se ubica la actividad referente al mejoramiento de la calidad de los datos recolectados de la seguridad vial, a través de la operación del Observatorio Nacional de Seguridad Vial y de Observatorios Estatales y Municipales de Seguridad Vial. Al respecto el Secretario de Comunicaciones y Transportes mencionó, entre otros aspectos relacionados con la seguridad vial, que la Secretaría a su cargo trabaja en la creación de un Observatorio de Seguridad Vial en el transporte de carga y pasajeros (OBSEVI), en coordinación con otras dependencias [EISEVa, 2011].

Por lo anterior se pretende que el OBSEVI sea el instrumento institucional de alta eficiencia, cuya tarea principal sea generar información oportuna, objetiva y confiable que contribuya a la toma de decisiones en el mejoramiento de la seguridad vial en las Carreteras Federales; es decir, la información debe facilitar el diseño, implementación y evaluación de políticas e intervenciones viales que repercutan en una disminución significativa de la siniestralidad en la Red Carretera Federal (RCF).

Las experiencias internacionales señalan como requisito incluir la creación del observatorio en la legislación, estableciendo la conformación y operatividad del mismo y definiendo su misión y sus alcances.

Por otra parte, el IMT ha venido realizando esfuerzos desde hace 10 años con la difusión de la condición que presenta la seguridad vial en las Carreteras Federales, a través de la publicación de un Anuario Estadístico de Accidentes [Cuevas, et al, 2010]. Este documento pretende evitar los esfuerzos aislados que se han venido realizando por diversos organismos, tanto públicos como privados, para recopilar y organizar información sobre la accidentalidad en la RCF. El ideal es

que esta tarea se efectúe en coordinación con todos los organismos relacionados con la problemática de la seguridad vial, para que de esta manera se pueda compartir, confrontar y enriquecer la información generada.

Adicionalmente, los análisis estadísticos de accidentes permiten conocer la situación que presenta la seguridad vial en las Carreteras Federales en el país, y son una herramienta útil para la planeación y la ejecución de las actividades que realiza anualmente la SCT en relación con la operación, control y medicina preventiva en el autotransporte público federal, así como la atención de puntos de elevada siniestralidad (puntos de conflicto), mejoramiento y modernización de la infraestructura carretera. El Anuario integra la información de la accidentalidad en cuatro niveles de agregación (por ruta, carretera, tramo o segmento de 500 metros). La información de base para la generación del Anuario proviene principalmente de los reportes de accidentes registrados por la Policía Federal en la red de carreteras que vigila (de aproximadamente 56 mil kilómetros). Esta información se logra poner en medios magnéticos, para su utilización, más de un año después de que los accidentes ocurrieron. El IMT tiene gran interés en contar con esta base de datos electrónica de manera más oportuna, para que sean de mayor utilidad sus actividades anuales de generación de datos estadísticos de accidentes y de nuevos estudios de investigación.

Objetivo

El objetivo principal del estudio es generar los mecanismos necesarios para la creación y puesta en operación del Observatorio de Seguridad Vial en las Carreteras Federales. Con el OBSEVI se pretende apoyar las políticas de seguridad vial basadas en la consulta y la participación del sector público y privado, así como el análisis de los datos y las estadísticas relacionadas con la siniestralidad en las Carreteras Federales y la investigación de los aspectos de la seguridad vial siguiendo

los lineamientos internacionales por ejemplo los publicados en por la OECD en el IRTAD Road Safety 2010 [OECD, 2011].

En una primera etapa para la creación del OBSEVI, ha sido necesario trabajar en los siguientes apartados:

- I. Definir los aspectos más importantes para constituir un observatorio, desde la definición de la misión, objetivos, funciones, el estado actual de la información de la seguridad en carreteras hasta la propuesta de la estructura general del observatorio;
- II. Señalar los requisitos necesarios (recursos humanos, tecnológicos, financieros, etc.) para poner en operación un observatorio; así como la estadística básica que se debe generar sobre la accidentalidad en las Carreteras Federales, además de algunos diagnósticos con base en la disponibilidad de la información recopilada por la Policía Federal (PF) de los accidentes ocurridos en las Carreteras Federales y de otras dependencias u organismos y;
- III. Generar una herramienta interactiva para compartir trabajos, estudios y publicaciones relacionadas con la seguridad vial.

Acciones realizadas

En primer lugar, se realizó la revisión bibliográfica de las experiencias consideradas como mejores prácticas en la Unión Europea, en países de América y Australia en materia de diseño e implementación de observatorios de seguridad vial y el estado actual de la información de la accidentalidad en las carreteras federales.

Se ha observado que es común que un observatorio sea concebido como una agencia líder que puede existir como una institución independiente de dependencias gubernamentales o como un instituto afiliado a una dependencia gubernamental con capacidad administrativa y técnica para la ejecución de los objetivos y funciones que le son otorgados.

Los observatorios tienen la misión general de ofrecer soporte técnico a las autoridades en seguridad vial en la toma de decisiones, el cual está orientado a la reducción del número de accidentes, muertos y lesionados; lo anterior se hace posible gracias a la disposición de información periódica y confiable sobre las tendencias en la ocurrencia de los accidentes y su severidad asociada.

Se observó en la bibliografía que no se pueden generalizar las instituciones relacionadas con un observatorio de seguridad vial debido, principalmente, a que en los países las situaciones no siempre son las mismas; sin embargo, el BM presenta un esquema general, que es básicamente el que se encuentra aplicado en varias partes del mundo, con los diferentes actores o integrantes que deben involucrarse con un observatorio de seguridad vial. Las diferentes instituciones identificadas que pueden tener la responsabilidad del observatorio de seguridad vial son: la agencia líder, las instituciones gubernamentales de orden federal, los gobiernos estatales y locales, los órganos legislativos, los centros de educación superior, los centros de investigación y las organizaciones no gubernamentales.

En principio, un observatorio debe manejar una serie de indicadores a fin de evaluar de manera cuantitativa el estado real de la seguridad vial. Los indicadores que han sido utilizados internacionalmente, generalmente, cumplen con tres criterios: a) disponibilidad de la información, es decir que la información pueda ser obtenida en tiempo y forma; b) uso de la información, que el indicador pueda ser realmente aplicado en la práctica; y c) compatibilidad de la información, que los resultados obtenidos puedan ser comparados con otros países o regiones del país. El primer criterio es clave. También, en la revisión de documentos se confirma que la información no proviene exclusivamente de los reportes de los accidentes sino que involucra un mayor número de fuentes, como el aforo vehicular, el

registro de vehículos, el registro de licencias otorgadas, el registro e identificación de vialidades, el registro de la población, etc.

Por último, en la literatura se reportan diversas fuentes de financiamiento, cuyo uso depende en gran medida de la situación particular y la legislación específica de cada país; sin embargo, el listado es bastante amplio y genérico como para considerarlo siempre en el diseño de un observatorio de seguridad vial. Entre los más importantes están: (I) los créditos que pueden provenir de instituciones internacionales como el BM o el BID; (II) los fondos oficiales otorgados bajo un plan de seguridad vial; (III) los impuestos al sector automotriz o la sobretasa a la gasolina, las multas de tránsito; (IV) los peajes a las vialidades; (V) las aportaciones de las aseguradoras; y (VI) las donaciones del sector privado.

En lo referente al estado actual de la información de la accidentalidad en la RCF se han identificado las principales organizaciones que recopilan información de los accidentes en el momento en que éstos ocurren, que pudiera potencialmente servir como información fuente para el OBSEVI. Estas organizaciones son:

Policía Federal (PF). Organismo de la Secretaría de Seguridad Pública del Gobierno Federal, encargado de la vigilancia de más de 56 mil kilómetros de carreteras, a través de sus 140 comisarías distribuidas en todo el territorio del país.

Operadores de Carreteras de Peaje. Generalmente son las empresas concesionarias, así como Caminos y Puentes Federales de Ingresos y Servicios Conexos (CAPUFE), como parte del Gobierno Federal. Compañías Aseguradoras. Son empresas privadas de seguros y fianzas.

Servicios Médicos. Se incluyen hospitales públicos y privados así como servicios médicos de emergencia (p. ej. Cruz Roja, Escuadrones de Rescate y Urgencias Médicas) y forense.

Ministerios Públicos. Organismos federales o estatales del poder judicial que toman conocimiento, entre otros, de los accidentes ocurridos en la RCF.

Otros Servicios de Emergencia. Se refiere a los servicios de bomberos, grúas y servicios de auxilio vial como son los Ángeles Verdes de la Secretaría de Turismo, que ofrecen auxilio vial en las Carreteras Federales turísticas.

Dentro de los diferentes métodos que utilizan cada una de las organizaciones anteriores para recopilar información de los accidentes, se encontró que los reportes que elaboran estas organizaciones contienen información diferente, ya que cumplen distintos propósitos de acuerdo a las funciones de cada una de ellas. La información común a casi todos los reportes son: fecha del accidente, hora del accidente, identificación de la carretera, kilometraje en el que ocurrió el accidente y, en algunos casos el número de placas de los vehículos involucrados.

El reporte de la PF es el que cubre más conceptos, por lo cual es el que más información proporciona sobre el accidente y las circunstancias que lo rodearon; sin embargo, el reporte de los operadores de carreteras de peaje (caso CAPUFE) describe con mayor detalle el inventario de los daños que se producen en los accidentes ocurridos en las carreteras de peaje operadas por ellos, así como un mayor número de registros de accidentes en comparación con la PF; en lo referente al reporte de la Cruz Roja, se precisa la gravedad de las lesiones que sufrieron las víctimas del accidente, la magnitud del auxilio prestado a las víctimas y define con mayor precisión al lugar donde fueron enviados los heridos. El reporte de las compañías aseguradoras precisa con mayor certidumbre el costo de los daños materiales.

Sólo algunas de las organizaciones mencionadas guardan información en archivos electrónicos (p. ej. PF, operadores de las carreteras de peaje y compañías

aseguradoras), por lo tanto su uso está limitado para los propósitos de las demás organizaciones. Actualmente no existe ninguna organización, ni pública ni privada, que explote en forma integral la información que produce las diferentes organizaciones que acuden a los accidentes. Tampoco existe una organización que integre la información de las diferentes fuentes para su posterior explotación y divulgación, además de que no existe un identificador único del accidente que utilicen las diferentes fuentes.

Asimismo existen otras dependencias que si bien no recopilan información de los accidentes, sin embargo generan otro tipo de datos que pueden combinarse para ampliar el panorama de la seguridad vial en la RCF. Entre ellas se encuentran la Dirección General de Autotransporte Federal; la Dirección General de Servicios Técnicos; la Dirección General de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte; la Dirección General de Conservación de Carreteras; así como el IMT, como centro de investigación de la SCT; y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) que genera periódicamente información estadística socioeconómica (población, parque vehicular, producto interno bruto, etc.).

Acciones a seguir

Las acciones futuras a realizar tendrán la finalidad de diseñar la infraestructura física y la organización del OBSEVI que con la participación de todos los actores, usuarios y responsables del sistema, pueda administrar y gestionar la seguridad vial en la RCF, basada en evidencias reales.

Para realizar lo anterior, se pretenden realizar reuniones de trabajo o un taller de revisión de la capacidad gestión con las autoridades responsables de la seguridad vial en carreteras, así como las que recaban datos en el lugar del accidente (p. ej. PF, SCT, CAPUFE, Protección Civil, Cruz Roja, cámaras y asociaciones de transportistas de vehículos de carga y pasajeros (CANACAR,

CONATRAM, ANTP, CANAPAT). Lo anterior servirá para diseñar una plataforma informática que organice y administre la información existente, así como poner a disposición de los organismos involucrados con la seguridad vial en carreteras la estadística sobre la accidentalidad en carreteras e información a los usuarios de las mismas.

La realización del taller es una actividad que ha sido realizada en varios países del mundo, y se considera esencial dentro del proceso de estructuración de un observatorio de seguridad vial de acuerdo con las recomendaciones del BM y la OMS [EISEVb, 2011]. El taller facilita el escenario para el diálogo entre las diferentes instituciones, que permita reconocer las capacidades y potencialidades para el fortalecimiento del sistema de gestión de la seguridad vial en las Carreteras Federales.

Después de haber realizado la revisión de la experiencia internacional en materia de diseño e instalación de observatorios de seguridad vial, se puede establecer que los temas a tratar dentro del taller sobre capacidad de gestión de la seguridad vial serían:

- Factores claves para el funcionamiento del OBSEVI.
- Misión del OBSEVI y sus funciones.
- Actores y responsabilidades del OBSEVI.
- Información requerida para poner en marcha el OBSEVI.
- Función de análisis y divulgación.
- Fuentes de financiación del OBSEVI.

Estos temas son elementos informativos para las discusiones, debates y acuerdos que se lleven a cabo en el taller. En particular, se pretende que estos temas sean utilizados como punto de partida en relación con logros alcanzados y como fuente de ideas acerca de las estrategias y acciones empleadas para resolver retos en materia de gestión de la

seguridad vial en las Carreteras Federales. Será importante que las autoridades de la SCT convoquen a todos los involucrados en la seguridad carretera (sector público y privado) para que se realicen las actividades y se alcancen los acuerdos y compromisos entre las partes involucradas.

A manera de ejemplo en el primer tema a tratar (factores claves para el funcionamiento de un observatorio), a nivel internacional se han definido por su importancia los siguientes factores clave para la gestión de la seguridad vial en un país o región: [BM, 2009 y Supreme, 2007]

- Voluntad política y apoyo financiero por parte del gobierno.
- Coordinación e involucramiento de todos los actores y partes interesadas en la seguridad vial.
- Establecimiento de objetivos concretos y asignación de responsabilidades entre los actores para lograr dichos objetivos.
- Toma de decisiones basadas en evidencia y seguimiento constante a las políticas elegidas.
- Involucramiento e identificación de objetivos comunes con los sectores transporte, salud, ambiente y con las políticas de planeación urbana, fiscales y económicas.
- Uso de incentivos para la consecución de objetivos.

Conclusiones

El OBSEVI será una herramienta que permitirá la toma de decisiones y generación de políticas públicas tanto a nivel nacional como local, basadas en información confiable, oportuna y eficaz para la prevención de la accidentalidad y sus consecuencias.

Los beneficios que se espera obtener como resultado de un proceso exitoso de estructuración y posterior implementación del OBSEVI son:

- Lograr la coordinación de los involucrados en la seguridad vial; es decir, alcanzar el consenso en la asignación de responsabilidades y la forma de cómo se podría medir el cumplimiento de dichas responsabilidades.
- Realizar un inventario de la información existente en las Carreteras Federales para la gestión de la seguridad vial y valorar la confiabilidad de dicha información.
- Identificar las áreas de oportunidad entre la información existente y la requerida para la gestión de la seguridad vial.
- Permitir el uso eficiente de las fuentes de información en seguridad vial en carreteras federales. La información estaría disponible para el uso o consulta por parte de las dependencias, instituciones, centros de investigación y hasta el usuario de las vialidades que requieran información de seguridad vial.
- Promover una agenda de estudios de investigación que esté acorde con las necesidades del país en materia de seguridad vial en la RCF.
- Monitorear el cumplimiento del compromiso de reducir un 50% las muertes por accidentes de tránsito, en lo referente a la RCF.

Bibliografía

BM Banco Mundial. *Country guidelines for the conduct of road safety management capacity reviews and the specification of lead agency reforms, investment strategies and safe system projects*. EE.UU. 2009

Cuevas, A C, et al. *Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales, 2009*. Documento Técnico No 46, IMT, Querétaro. www.imt.mx/publicaciones. 2010

Diario Oficial de la Federación. *Acuerdo por el que se da a conocer la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020*. 2011

EISEVa. *Comunicado de prensa del discurso del secretario de Comunicaciones y Transportes. 2º Encuentro Iberoamericano y del Caribe sobre Seguridad Vial*. Ciudad de México, México. 2011

EISEVb. *Panel Observatorios de Seguridad Vial: "Información para salvar vidas". 2º Encuentro Iberoamericano y del Caribe sobre Seguridad Vial*. Ciudad de México, México. 2011

OECD. *IRTAD Road Safety 2010, International Traffic Safety Data and Analysis Group. Annual Report*. Paris, Francia. 2011

OMS Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Banco Mundial (BM). *Informe Mundial sobre Prevención de los Traumatismos Causados por el Tránsito*. 2004

ONU. *Decade of Action for Road Safety 2011-2020, Declaratoria de la Asamblea de la Organización de las Naciones Unidas*. Washington, EE.UU. www.who.int/roadsafety/decade_of_action/. 2011

SCT 2011, *Programa de Seguridad Vial de la SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, Instituto Mexicano del Transporte*, en proceso de edición, Ciudad de México. 2011

SUPREME. *Summary and publication of best practices in road safety in the member states*. 2007.

MAYORAL Emilio
emilio@imt.mx
CUEVAS Cecilia
ccuevas@imt.mx
MENDOZA Alberto
mendoza@imt.mx

GLOSARIO

Artículo 1:

Integridad estructural: Evaluación de una estructura con respecto a límites de diseño, condiciones de operación normal, códigos internacionales, límites de resistencia de los materiales.

Monitoreo estructural permanente remoto: Seguimiento del comportamiento dinámico y estático y el deterioro en tiempo real y continuo de una estructura, elementos estructurales y materiales que la conforman.

Alarma: Exceder el valor de una variable con respecto a criterios establecidos con base en códigos, condiciones de operación normal, límites de diseño y límites de resistencia de materiales.

Artículo 2:

Observatorio de Seguridad Vial: Lugar destinado al estudio, análisis, monitoreo y difusión de la accidentalidad en las vialidades.

Seguridad Vial: Es la prevención de accidentes de tránsito o la reducción de su severidad, especialmente para la vida y salud de las personas, cuando ocurriera un hecho no deseado de tránsito.

Tasa de mortalidad: Es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de una población por habitante debido a accidentes, enfermedades, etc. durante un período determinado, generalmente un año.

PROYECTO EN MARCHA

Integración del transporte marítimo en la región mesoamericana: límites y posibilidades

El proyecto Mesoamérica (antes Plan Puebla Panamá) busca impulsar iniciativas de integración regional mediante la construcción de infraestructura y el desarrollo de proyectos que impulsen el intercambio comercial, tecnológico y cultural de los países y zonas que forman parte de este bloque geográfico, a saber, el sureste Mexicano, los países centroamericanos y Colombia.

En este sentido, el proyecto titulado Integración del transporte marítimo en la región mesoamericana: límites y posibilidades, tiene la finalidad de desarrollar un diagnóstico de la participación del transporte marítimo y los

puertos mexicanos en el intercambio comercial de la región Mesoamericana.

En particular, se detectará la magnitud de los flujos y las características de los segmentos de mercado atendidos por vía marítima, frente los que se atienden por los sistemas de transporte de superficie convencionales (autotransporte y ferrocarril). Asimismo se realizará una evaluación de la infraestructura y los servicios logísticos y de transporte, tanto de líneas regulares como de tipo charters, revelando información sobre la capacidad instalada, la frecuencia, los tiempos de viaje y, según la información disponible, los costos de transportación de las rutas disponibles.

Los resultados de este proyecto, aportarán información actualizada y un análisis detallado de la situación que guarda el comercio vía marítima en la región mesoamericana, detectando los límites y las áreas de oportunidad para lograr una mayor eficiencia y competitividad en los flujos mercancías en la

región, con la finalidad de aportar elementos y datos metodológicamente sustentados para fortalecer la planeación y la toma de decisiones del sector transporte.

PÉREZ Arturo
japerez@imt.mx
Martner Carlos
martner@imt.mx



PUBLICACIÓN

Indicadores Económicos en el Autotransporte Federal de Carga

Considerando la planeación del transporte nacional, la Dirección General de Autotransporte Federal (DGAF) de la SCT, en su objetivo de impulsar una operación eficiente y de calidad del transporte carretero que contribuya a su modernización, ha buscado desarrollar indicadores económicos para evaluar a este subsector.

En la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 344** se proponen unos indicadores económicos del autotransporte de carga para medir su desempeño en cuanto a su estructura, su operación y sus características macroeconómicas. Estos indicadores servirán para observar la evolución del autotransporte de carga y medirán su desempeño, apoyando así la planeación del sistema nacional de transporte para mejorar su eficiencia y la calidad que ofrece a sus usuarios.



Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto: <http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/>

Instituto Mexicano del Transporte

EVENTOS ACADÉMICOS

GESTIÓN DE PAVIMENTOS CON EL HDM-4 V2.0

El sistema HDM-4 es una herramienta que puede resultar muy útil en aplicaciones como la evaluación económica de proyectos carreteros, la formulación y optimización de programas de conservación de redes viales y la evaluación comparativa de políticas de largo plazo para la preservación y desarrollo de infraestructura carretera. Considerando la gran importancia de las aplicaciones anteriores en el marco del esfuerzo que está haciendo el País para mantener y expandir su red carretera, el IMT ha organizado este curso internacional sobre “Gestión de Pavimentos con el HDM-4”.

Del 13 al 17 de junio de 2011, se llevó a cabo dicho Curso Internacional en las instalaciones del Instituto Mexicano del Transporte en Sanfandila, Querétaro. La coordinación de éste estuvo a cargo del Dr. Paul Garnica Anguas. Los instructores fueron el M.en C. Ricardo Solorio Murillo y el M. I. Roberto Hernández Domínguez.

El objetivo fue introducir a los participantes a los conceptos básicos en los que se basan las aplicaciones de HDM-4, en el marco de la gestión de pavimentos y la gestión de activos de infraestructura carretera. Al mismo tiempo, capacitarlos en el uso del software mediante la realización de talleres interactivos en los que se abordarán aspectos como el ingreso y modificación de información, la configuración y ejecución de los distintos tipos de análisis que pueden hacerse con HDM-4, la interpretación de resultados y su uso en las fases subsecuentes del ciclo de gestión.

El curso estuvo dirigido a servidores públicos encargados de la planeación, programación y

evaluación de proyectos relacionados con la conservación y desarrollo de redes carreteras. A profesionales de empresas concesionarias interesados en utilizar procedimientos formales de evaluación técnico-económica en la programación de la conservación de los tramos a su cargo o en la formulación de propuestas para obtener nuevas concesiones. A todos los profesionales involucrados en la planeación de la conservación de infraestructura vial y en la evaluación de proyectos carreteros.

Tuvo una duración de 36 horas y una asistencia de 36 participantes, los cuales provinieron de la Dirección General de Conservación de Carreteras-SCT, Dirección General de Servicios Técnicos-SCT, Dirección General de Desarrollo Carretero-SCT, de Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), de los Centros SCT de Campeche, Michoacán, Colima y Querétaro, de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas (Gobierno del Estado de Sinaloa); de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), de las empresas Sigma Ingeniería Civil, S.A. de C.V., Grupo Promotor Aries, S.A. de C.V., Servicios de Consultoría en Infraestructura Vial, Cal y Mayor y Asociados, S.C., Constructora Teya, S.A. de C.V., Grupo Carso, Triada Diseño Gerencia y Construcción, S.A. de C.V., Alta Tecnología en Ingeniería de Pavimentos y Seguridad, Visión y Proyecto, D y D Proyectos de México, S.A. de C.V., AYESA MÉXICO S.A. y Asesoría, Consultoría, Supervisión y Construcción.

La temática fue:

- HDM-4 en el contexto de la gestión de activos carreteros.

- Descripción general del HDM-4 V.2.0
 - Modelado del deterioro de pavimentos
 - Obtención de segmentos homogéneos
 - Estimación de los costos de operación vehicular
 - Diseño de estándares de trabajo
 - Conceptos de análisis económico
 - Aplicaciones de HDM4. Conceptos del análisis de estrategias
 - Conceptos del análisis de programas
 - Conceptos de análisis de proyectos
 - Innovaciones de la versión 2.0
 - Uso de datos generados con las versiones 1.X.
 - Consideraciones generales sobre calibración y adaptación. desarrollos actuales y futuros de HDM-4
- **Talleres:**
 - Espacios de trabajo y configuración del HDM-4.
 - Redes carreteras
 - Flotas vehiculares
 - Estándares de trabajo
 - Aplicaciones del análisis de estrategias
 - Aplicaciones del análisis de programas (análisis del ciclo de vida)
 - Aplicaciones del análisis de programas (programa de previsión multianual)
 - Aplicaciones del análisis de proyectos
 - Importación y exportación de datos



DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido

Director General

(442) 2 16 97 77 ext. 2001

roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez

Coordinador de Administración y Finanzas

(442) 2 16 97 77 ext. 3057

jorge.armendariz@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez

Coordinador de Normativa para la Infraestructura del Transporte

(55) 52 65 36 00 ext. 4314

alfonso.elizondo@imt.mx

M. en E. Victor Manuel Islas Rivera

Coordinador de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional

(442) 216 97 77 ext. 2018

victor.islas@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue

Coordinador de Integración del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2059 martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid

Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural

(442) 216 97 77 ext. 2010

miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz

Coordinador de Seguridad y Operación del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2014

alberto.mendoza@imt.mx

M. en C. Tristán Ruíz Lang

Coordinador de Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales

(442) 216 97 77 ext. 2005

tristan.ruiz@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez

Coordinador de Infraestructura

(442) 216 97 77 ext. 2016

rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y elaboración de la presente publicación es realizada y está a cargo de:

M. en D.G. Alejandra Gutiérrez Soria

(442) 216 97 77 ext. 2056

agutierrez@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), a través de su Unidad de Servicios Académicos, hace una cordial invitación a los profesionales interesados en participar en los cursos que ofrece dentro del programa de capacitación IMT; el cual se publica en la página web:

<http://imt.mx/Espanol/Capacitacion/>

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

En dicha página web pueden consultarse sus publicaciones completas, los boletines externos "NOTAS" anteriores y las nuevas normas técnicas, ingresando a los enlaces siguientes:

<http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/>

<http://boletin.imt.mx/>

<http://normas.imt.mx/>

INFORMES:

Tels: (442) 216 97 77, 216 97 44
216 96 57 ext. 2034 y 2031

Fax: 216 97 77 ext. 3037

Correo: publicaciones@imt.mx

Electrónico: capacitación@imt.mx

Para cualquier comentario o sugerencia con respecto, a esta publicación o ejemplares pasados, nos podrá contactar en: notas@imt.mx

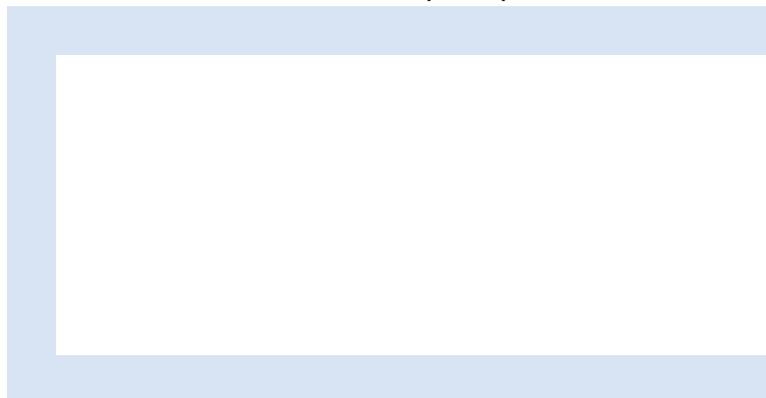
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

Se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos contenidos en este ejemplar, siempre y cuando sean citados como fuente los nombres de autor (es), título del artículo, número y fecha de este boletín.



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
APARTADO POSTAL 1098
76000 QUERÉTARO, QRO
MÉXICO

Registro Postal
Cartas
CA22-0005
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL