

NOTAS

Publicación bimestral de divulgación externa

Número 165

Sanfandila, Qro

marzo/abril de 2017

Implementación del sistema de monitoreo del Puente Mezcala.

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), en conjunto con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), han desarrollado el Programa Integral de Seguridad de Puentes que, entre otros puntos, comprende el desarrollo de sistemas de gestión, instrumentación de puentes, implantación de sistemas de monitoreo remoto y la evaluación estructural periódica.

Específicamente, el monitoreo remoto de puentes se considera fundamental para dar seguimiento y conocer la condición de los puentes más importantes del país para establecer estrategias de conservación más efectivas, eficientes y económicas.

En el año 2013, el IMT dio inicio a la instrumentación y monitoreo permanente del Puente Río Papaloapan. A partir del 2016, se inició el monitoreo periódico de los puentes *Caracol*, *Buenavista*, *Raudal*, *Papaloapan*, *Nautla* y *Chiapas* y - la configuración, instrumentación y puesta en operación del sistema de monitoreo permanente del *Puente Mezcala* - a finales del año 2016.

En esta nota se describe la configuración del sistema de monitoreo permanente y el comienzo del monitoreo remoto del Puente Mezcala.

Puente Mezcala

El puente Mezcala tiene una longitud total de 890 m, en una superestructura de 6 claros, con un tablero formado de 2 trabes de acero longitudinales metálicas de sección I y losa de concreto reforzado, 4 de los claros son de tipo atirantado de semi-arpa. Está formado por 5 pilones de concreto, con una longitud del claro central

CONTENIDO

Implementación del sistema de monitoreo del Puente Mezcala.	1
Exploración de escenarios del transporte terrestre de carga con el modelo nacional	3
Proyecto en marcha: Construcción de Laboratorio para estudios de zonas costeras y fenómenos naturales	5
Publicación: El sector automotriz en la frontera norte, características y áreas de oportunidad en la cadena de suministro	6
Eventos académicos y congresos: IMT y OCDE debaten sobre capacidad aeroportuaria	6

de 311 m y un ancho de 20 m. La altura de la pilaprincipal es de 213 m y la distancia máxima del tablero al lecho del río es de 140 m (ver figura 1).

El puente se ubica en el municipio de Mártir de Cuilapan Guerrero, cruza el río Balsas y está situado en el kilómetro 221 de la Autopista del Sol (95D) que comunica a la ciudad de Cuernavaca Morelos, con la cuidad de Acapulco Guerrero.



Figura 1: Puente Mezcala.

Este es uno de los 10 puentes atirantados de la red federal carretera, contribuye al desarrollo comercial de la zona del pacífico, se encuentra ubicado en una zona sísmica tipo D, considerada como severa de acuerdo con los datos del INEGI (Marco Geoestadístico Nacional 2005) [1]. Además se ubica en una región que presenta inestabilidad en las laderas.

Todos estos factores soportan la necesidad del monitoreo permanente continuo y de largo plazo de la estructura, por lo cual se propuso un sistema de instrumentación basado en fibra óptica, el cual ha demostrado ser robusto, confiable, trazable, con alta sensibilidad y poco mantenimiento de los sensores y sistemas de adquisición de datos.

Sistema de adquisición de datos y monitoreo permanente del puente Mezcala.

El sistema de adquisición de datos y monitoreo permanente del puente Mezcala tiene tres módulos principales para su funcionamiento:

- 1. Módulo de sensores y equipos de adquisición y pre-procesamiento de datos
- 2. Módulo de energización
- 3. Módulo de comunicaciones remotas.

El Módulo de sensores, equipos de adquisición y pre procesamiento de datos del puente Mezcala consta

de 36 acelerómetros, 16 inclinómetros, 10 extensómetros de concreto, 48 extensómetros de acero, 11 sensores de temperatura, un medidor de desplazamiento, 2 cámaras de video, una estación climatológica, un interrogador, un multiplexor y una unidad de control. Cada uno de los sensores y equipos instalados persigue objetivos particulares para el monitoreo de la integridad estructural del puente Mezcala.

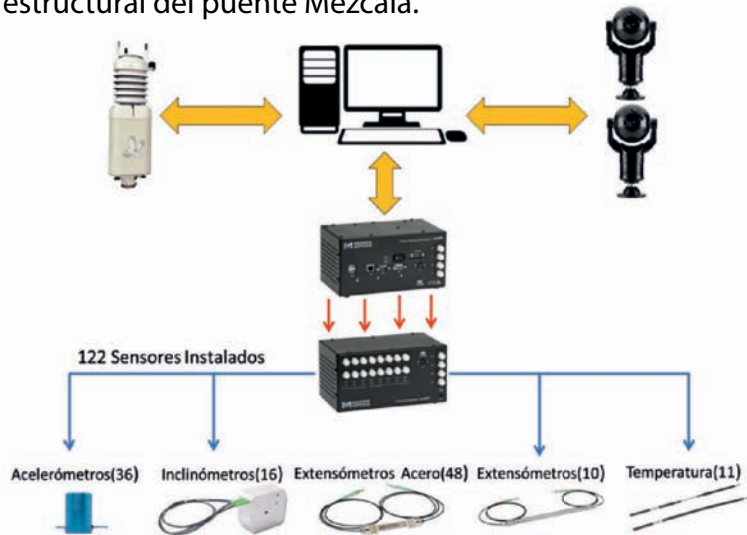


Figura 2: Módulo de sensores equipos de adquisición y pre procesamiento de datos.

El módulo de energización del puente Mezcala se configuró con base en el consumo de energía de los equipos instalados en el puente. Este módulo se divide en dos centros de alimentación, el primero de ellos, instalado en las caras de interiores de la Pila 3, para suministrar energía a todos los equipos con excepción de los equipos asociados a la cámara de video instalada en la Pila 4. Por ello, fue instalado el segundo centro de alimentación en las caras internas de la Pila 4 ladoaguas abajo. Los consumos de energía eléctrica son detallados en la tabla 1.

Ubicación	Equipo	Marca	Modelo	Voltaje VDC	Voltaje VAC	Potencia-W
Pila 3	PC	Dell	XPS 8500	NA	120	88.8
	Monitor	AOC	E2060s	NA	120	30
	Enfriadores	NMB-MAT	4715-12T-BSA	NA	120	80
	Módem y switch para antena satelital	NA	NA	NA	120	120
	Interrogador	Micron	SM-130	12	NA	50.4
	Switch para equipos Ethernet	Netgear	FS105	12	NA	10
	Sismómetro	Nomis	Mini supergraph	6	NA	8.4
	Estación climatológica	Weather Hawk	WXT 520	12	NA	2.4
	Receptor estación climatológica	Campbell Scientific	RF401	12	NA	2.4
	Convertidor Ethernet-Fibra-Cámara 1	Comnet	CNFE1005S	12	NA	4.8
	Convertidor Fibra-Ethernet-Cámara1	Comnet	CNFE1005S	12	NA	4.8
	Encoder-Cámara 1	Bosh	VIP X1_XF_E	12	NA	6
	Cámara 1	Bosh	MIC 400	NA	18	35
	Convertidor Ethernet-Fibra-Cámara 2	Comnet	CNFE1005S	12	NA	4.8
Pila 4	Convertidor Fibra-Ethernet-Cámara 2	Comnet	CNFE1005S	12	NA	4.8
	Encoder-Cámara 1	Bosh	VIP X1_XF_E	12	NA	6
	Cámara 1	Bosh	MIC 400	NA	18	35

Tabla 1. Consumo de energía eléctrica por equipo.

De acuerdo a los valores de la Tabla 1 se puede observar que los equipos con mayor demanda son la computadora personal, el sistema de comunicaciones y el interrogador.

El módulo de comunicación remota consta de una antena satelital ubicada en la Pila 3, lado aguas abajo (figura 3), un modem y un switch, con lo cual se obtiene un enlace simétrico a 1024 kbps. La administración del módulo de sensores, equipos de adquisición y pre procesamiento de datos se realiza de manera remota en el Centro de Monitoreo de Puentes y Estructuras Inteligentes (CMPEI) ubicado en el IMT.



Figura 3. Antena satelital puente Mezcala.

El Puente Mezcala es el primer puente del centro de monitoreo de puentes y estructuras inteligentes, que se ha desarrollado en su totalidad por investigadores del IMT.

Actualmente el sistema de monitoreo remoto está trabajando al cien por ciento y se ha comenzado a configurar con mayor detalle las alarmas bajo condiciones de operación normal y a calibrar modelos matemáticos para estudios de confiabilidad, detección de daño, modelos de deterioro y diseño de los protocolos de actuación ante eventos críticos.

Consulta artículo completo:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=442&IdBoletin=165>

QUINTANA Juan juan.quintana@imt.mx
CARRIÓN Francisco francisco.carri@imt.mx
CRESPO Saúl saul.crespo@imt.mx
HERNÁNDEZ Jorge jorge.hernandez@imt.mx



INTEGRACIÓN DEL TRANSPORTE

■ Exploración de escenarios del transporte terrestre de carga con el modelo nacional

En 2015 el IMT realizó el estudio “Hacia el Desarrollo de un Modelo Nacional de Transporte. Primera Fase: Construcción de la Red Intermodal y Primeros Análisis” (Moreno, E. et al, 2015), en el que se construyó el primer prototipo de un modelo nacional de transporte para México. Con este prototipo se generó la primera red bimodal para modelar carreteras y ferrocarriles en el país, así como su representación computacional con los primeros datos origen-destino que sirvieron para el modelado de asignación de flujos en la red.

En 2016, el IMT continuó con esta línea de trabajo en una segunda etapa en la que se afinaron las representaciones de carreteras y ferrocarriles, y se añadieron elementos y algoritmos para estimar costos de operación vehicular. Con esta versión mejorada del modelo, se realizó un ejercicio de exploración de algunos escenarios de interés para el transporte terrestre que permitió mostrar los alcances del modelo y la consistencia de sus pronósticos.

En este artículo se describen las mejoras añadidas al modelo nacional de la primera etapa desarrollado en 2015, que básicamente son la inclusión de información de la geometría del camino (pendientes y curvaturas medias) tanto para carreteras como para ferrocarriles, y también datos de la condición superficial de las carreteras (datos de IIR), que son elementos necesarios para la estimación de costos de operación vehicular. Asimismo, se comentan los métodos de costeo utilizados tanto para los flujos carreteros como para los ferroviarios.

Con estos elementos ya añadidos al modelo, en este trabajo se describen cuatro escenarios de transporte que fueron explorados. Dos de ellos corresponden a proyectos que se planea construir, que son el caso de la vía corta Guadalajara-Aguascalientes y un par de rutas para conectar la Ciudad de México con el Puerto de Lázaro Cárdenas dentro de las Zonas Económicas Especiales en el estado de Michoacán.

Los otros dos casos son de proyectos carreteros que ya fueron construidos o modernizados y en los cuales se pudo dimensionar los impactos de estas mejoras, que son el caso de la Autopista Durango-Mazatlán inaugurada a finales de 2013 y la autopista México-Tuxpan inaugurada a finales de 2014.

Autopista Durango-Mazatlán

Esta autopista inaugurada en octubre 2013 contiene al Puente Baluarte Bicentenario con 1,124 metros de largo en los límites de Durango y Sinaloa. Se ha considerado como la más complicada construida en México, con aproximadamente 230 km de longitud; 115 puentes y 61 túneles en total. Los beneficios anunciados en su proyecto fueron reducciones en tiempo de recorrido para los automóviles de seis a dos horas y media, y para los camiones de carga de doce a seis horas (T21, 2012). La figura 3 muestra el trazo de la nueva autopista en 2016 (en rojo) contrastado a la vieja ruta de 2006 (en amarillo).



Figura 1. Ruta Durango–Mazatlán en 2016: 234.99 km. (Fuente: E.Moreno et al, 2016)

La modelación para este caso se hizo primero con la ruta original existente en 2006, con 308.26 km y luego con la nueva ruta cubriendo 234.99 km. Los resultados del desempeño vehicular se muestran en la tabla siguiente.

Año	Distancia (km)	Tiempo de recorrido (hh:mm) por tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2006	308.26	5:18	6:12	6:30	6:42	8:48	9:00	11:42
2016	234.99	3:06	3:42	4:06	4:18	4:06	4:18	4:48
Año	Distancia (km)	Velocidad promedio por tipo de vehículo (km/h)						
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2006	308.26	58.33	49.33	47.52	45.72	35.21	34.19	26.46
2016	234.99	76.21	63.84	57.85	54.95	57.64	54.41	49.15
Año	Distancia (km)	Consumo de combustible (litros) por tipo de vehículo						
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4
2006	308.26	54.02	179.09	172.86	286.67	285.48	373.99	547.59
2016	234.99	25.54	120.53	87.19	144.32	175.05	230.91	349.20

Tabla 1. Autopista Durango–Mazatlán, desempeño vehicular por tiempo, velocidad y consumo de combustible. (Fuente: elaboración propia).

Resultados y conclusiones

Los resultados de la exploración de los escenarios descritos mostraron que el modelo genera respuestas consistentes con los supuestos de cada escenario, y que de estos pronósticos de flujo es posible tener una primera aproximación a los órdenes de magnitud y a los rangos de variación de las variables de interés en la modelación. La modelación ha dado estimaciones de los flujos vehiculares distribuidos en la red bimodal, los tiempos de traslado y las velocidades medias resultantes en la red para distintos tipos vehiculares, los consumos promedio de combustible por tipo vehicular, y las estimaciones de costos de operación vehicular base, para el caso de flujo libre.

Posibles líneas futuras

Las mejoras al modelo nacional con el refinamiento de las redes carretera y ferroviaria, así como los primeros ensayos de estimación de costos de operación vehicular, son el antecedente para continuar con la actualización del modelo para alcances más generales.

Las estimaciones de costos de operación vehicular mencionadas, se hicieron para el caso de flujo libre, con la intención tener una referencia base de los méritos atribuibles a los cambios de infraestructura planteados en cada uno de los escenarios modelados. Para continuar con la modelación de flujos en un caso más general, se requiere considerar el valor del tiempo para el transporte de carga, ya que con este elemento de costo será posible estimar un costo generalizado del transporte que tenga en cuenta los impactos de la congestión carretera. De esta manera, será posible estimar escenarios de reparto modal de la carga ante escenarios de saturación previstos en algún futuro cercano.

En otro tipo de impactos, la modelación de escenarios con base en los flujos pronosticados detallados por tipo vehicular, permitirá estimar niveles de emisiones contaminantes en la red de transporte.

Consulta artículo completo: <http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=443&IdBoletin=165>

MORENO Eric eric.moreno@imt.mx
GRADILLA Luz luz.gradilla@imt.mx
BUSTOS Agustín agustin.bustos@imt.mx
MONTOYA Ricardo rmontyz@hotmail.com



PROYECTO EN MARCHA

Construcción de Laboratorio para estudios de zonas costeras y fenómenos naturales.

El Instituto Mexicano del Transporte, en compañía de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Sinaloa campus Culiacán, y la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del Instituto Politécnico Nacional, integrarán un nuevo laboratorio de investigación sobre zonas costeras y fenómenos naturales.

En la convocatoria 2017 sobre apoyos complementarios para el establecimiento y consolidación de Laboratorios Nacionales CONACYT, el proyecto denominado “Laboratorio Nacional de Ingeniería Fluviomarítima” encabezado por el Dr. José Miguel Montoya Rodríguez, Coordinador de Ingeniería Portuaria del IMT, resultó aprobado para su desarrollo durante el presente año.

Según estadísticas del Banco Mundial, el riesgo de estas catástrofes ha aumentado debido a la exposición de las personas y los activos ubicados en zonas rurales, así como la migración hacia las costas y la expansión de las ciudades sobre planicies inundables.

Es por ello, que el Laboratorio Nacional de Ingeniería Fluviomarítima, (LANIFLUMAR) implementará una nueva plataforma de investigación interdisciplinaria y multiinstitucional. Ésta se especializará en el estudio integral de los procesos relacionados con la infraestructura que se desarrolla en zonas marítimas, portuarias, costeras, fluviales y lagunas litorales, y en el estudio de los peligros naturales a los que se ven sujetas estas zonas, tales como tsunamis, ciclones, huracanes y depresiones tropicales.

Entre los objetivos del laboratorio se encuentra establecer estrategias que permitan potenciar la sustentabilidad, la seguridad y competitividad de las actividades económicas en las regiones costeras.

Para ello, se contará con un canal de flujo, se fabricará un generador de oleaje y se adquirirán sistemas de bombeo para la generación de corrientes, lo cual se aplicará inicialmente en el proyecto piloto sobre el caso de erosión de la playa Las Glorias en el municipio de Guasave, Sinaloa.



Figura 1: Playa las Glorias. Guasave, Sinaloa.

Del mismo modo, las instituciones asociadas de LANIFLUMAR, buscarán sinergias para consolidar las actividades de investigación en materia de Ingeniería Fluviomarítima, así como la puesta en marcha de un portal de internet para la consulta de las actividades del proyecto.

Más información:

MONTOKA Miguel miguel.montoya@imt.mx

EVENTOS ACADÉMICOS Y CONGRESOS

IMT y OCDE debaten sobre capacidad aeroportuaria

En colaboración con el Foro Internacional del Transporte (ITF) de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), el IMT organizó la participación de aproximadamente 30 expertos de la industria –aeropuertos, aerolíneas y reguladores– procedentes de 10 países, para identificar métodos eficaces que hagan frente a las limitaciones de la capacidad aeroportuaria.

La Mesa moderada por Barry Humphrey, ex director ejecutivo de Virgin Airlines, revisó los diferentes factores que tienen impacto en estas limitaciones. Entre ellos se encuentran las limitaciones físicas del lado aire, las del lado pista(s), las del “lado tierra” (posiciones en plataformas y terminales), los modelos comerciales de las aerolíneas y los de los aeropuertos, la regulación gubernamental de los activos aeroportuarios y las restricciones ambientales.

Además de funcionarios gubernamentales de los departamentos de transporte, de una serie de países miembros del ITF y reguladores internacionales, al debate acudieron académicos de campos relevantes, incluyendo economía, medio ambiente, ingeniería, tecnología e investigación de operaciones. Entre otros asistentes se encuentran los representantes de los operadores aeroportuarios y líneas aéreas relevantes como el Aeropuerto de la Ciudad de México, Frankfurt International (Alemania), Incheon International (Corea), São Paulo-Guarulhos Internacional (Brasil) y Volaris, así como la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI), Consejo Internacional de Aeropuertos y Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA).

El evento se llevó a cabo en las instalaciones del IMT del 8 al 10 de marzo de 2017.



PUBLICACIÓN

El sector automotriz en la frontera norte, características y áreas de oportunidad en la cadena de suministro

Durante las últimas décadas, el sector automotriz se ha destacado como una de las industrias con mayor impacto en la economía de México. Por lo tanto, identificar y analizar las características de su cadena de suministro permitirá mejorar dicho sector y, a su vez, transmitir sus buenas prácticas a otros sectores del país.

A partir de la observación del comportamiento del resultado del proyecto Análisis Estadístico de Cartas de Porte en la Coordinación de Integración del Transporte del IMT resultó de gran interés para este proyecto analizar la interacción sobre la importación y exportación que existe entre México y EUA en cuanto al tema de los flujos de carga en la industria automotriz, así como identificar áreas de oportunidad para agilizar las cadenas de suministro y hacer más competitiva esta industria a nivel mundial. Aunado al beneficio que pudiera obtener el sector automotriz, es posible identificar las prácticas exitosas y aplicar este aprendizaje a otros sectores productivos.

Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto:

<http://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt480.pdf>

DIRECTORIO

Ing. Roberto Aguerrebere Salido

Director General

(442) 216 97 77 ext. 2001

roberto.aguerrebere@imt.mx

Ing. Jorge Armendariz Jiménez

Administración y Finanzas

(442) 216 97 77 ext. 2029

jorge.armendariz@imt.mx

Ing. Alfonso Mauricio Elizondo Ramírez

Normativa para la Infraestructura del Transporte

(55) 52 65 36 00 ext. 4314

alfonso.elizondo@imt.mx

Dr. Guillermo Torres Vargas

Economía de los Transportes y Desarrollo Regional

(442) 216 97 77 ext. 2003

guillermo.torres@imt.mx

Dr. Carlos Daniel Martner Peyrelongue

Integración del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2007

carlos.martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid

Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural

(442) 216 97 77 ext. 3101

miguel.martinez@imt.mx

Dr. Alberto Mendoza Díaz

Seguridad y Operación del Transporte

(442) 216 97 77 ext. 2014

alberto.mendoza@imt.mx

M. en C. Tristán Ruíz Lang

Ingeniería Portuaria y Sistemas Geoespaciales

(442) 216 97 77 ext. 2005

tristan.ruiz@imt.mx

M. en C. Rodolfo Téllez Gutiérrez

Infraestructura

(442) 216 97 77 ext. 2016

rodolfo.tellez@imt.mx

El diseño y la elaboración de la presente publicación estuvo a cargo de la Lic. Ana Karen Bustamante Cano
kbustamante@imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTOS

CURSOS INTERNACIONALES IMT:

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

capacitacion@imt.mx

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

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

publicaciones@imt.mx

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

notas@imt.mx

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

normas@imt.mx

TELÉFONOS:

(442) 216 97 77 / 216 97 44 **ext: 2111**

www.imt.mx



Instituto
Mexicano del
Transporte



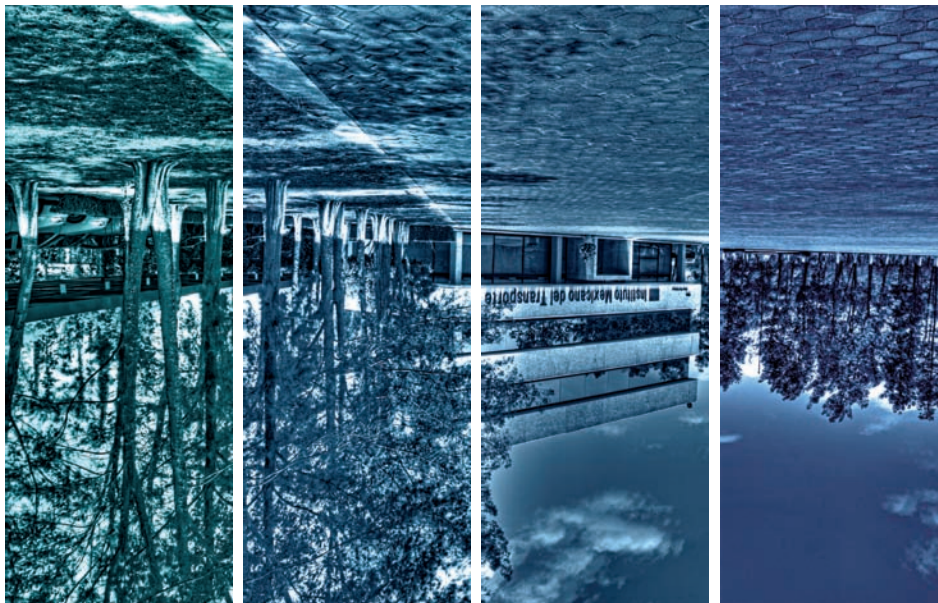
@IMT_mx

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.

Por la seguridad, calidad y competitividad del transporte



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

Registro Postal
Cartas
CA22-0070
Autorizado por Sepomex

POR AVIÓN
AIR MAIL