

INVENTARIO DE EMISIONES EN CARRETERAS

Introducción

La operación del transporte genera efectos negativos significativos al medio ambiente, de manera directa identificamos a las emisiones generadas por la operación vehicular que contribuyen a la contaminación atmosférica (calidad del aire) y al cambio climático; igualmente, dentro de estas emisiones hacia la atmósfera, se encuentra el ruido; el que, como cualquier otro contaminante, causa daños a la salud pública. Otros aspectos identificados como impactos ambientales de la operación vehicular son los accidentes de tránsito, los derrames de residuos peligrosos y la generación de basura (residuos sólidos).

Las emisiones vehiculares son una gama de contaminantes que afectan al medio ambiente; hoy existe el reto y la prioridad de disminuir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático y que son acciones prioritarias dentro de los planes y programas ambientales nacionales e internacionales.

En las últimas décadas ha sido más evidente la importancia de medir la contribución de las emisiones de gases invernadero y su efecto al calentamiento global. En el sector transporte, las emisiones de gases invernadero tienen su fuente principal en la emisión de CO₂ por la quema de combustibles, lo que se relaciona directamente con el uso de energéticos.

Para la realización del monitoreo ambiental usualmente se apoyan en los inventarios de emisiones, que son herramientas útiles para detallar e identificar las diferentes fuentes de emisión y la contribución de diferentes sectores.

Los inventarios cuentan con estimaciones de emisiones confiables e información que puede utilizarse en la gestión y monitoreo de la calidad del aire, ya que puede ser trazable en el tiempo y actualizable.

Existen diferentes maneras de llevar a cabo los inventarios de emisiones en carreteras, los parámetros más comúnmente empleados son: el número de vehículos y su nivel de actividad, donde se incluye el kilometraje que recorre la unidad y el consumo de combustible promedio; las velocidades de operación; patrones de arranque y longitudes de viaje; tecnología vehicular y edad de la flota vehicular; factores de emisión, los cuales se encuentran incorporados en diferentes modelos como el COPERT, aunque otros países cuentan con información propia para dichos factores. En México no existe información de esta naturaleza, por lo que basándonos en las herramientas disponibles y en la experiencia internacional se desarrolló el primer inventario de emisiones en carreteras.

CONTENIDO

INVENTARIO DE EMISIONES EN CARRETERAS	1
ANÁLISIS DE LAS RELACIONES INTERSECTORIALES Y LA EFICIENCIA TÉCNICA DEL SECTOR TRANSPORTE EN MÉXICO	8
GLOSARIO	15
PROYECTOS EN MARCHA	15
PUBLICACIÓN	17
EVENTOS ACADÉMICOS	18

Metodología para el desarrollo del inventario de emisiones en carreteras

La metodología planteada para la estimación de emisiones en carreteras se basa en tres etapas, conforme se muestra en la figura 1. El trabajo principal se centra en la primera de ellas, donde se requiere recopilar la información de los datos del tránsito, obtener la información de la geometría del camino, caracterizar la flota vehicular que circula en él, así como obtener la información ambiental de la zona donde se ubica

el camino. La etapa 2 es la alimentación del modelo HDM-4 y realizar los análisis necesarios con el modelo. Finalmente la etapa 3 considera los resultados de las emisiones derivadas del análisis del modelo. Como procesos alternativos se maneja el aseguramiento de la calidad de acuerdo a los estándares establecidos y finalmente se definen los resultados finales del inventario.

El HDM-4 es un modelo computacional que simula condiciones económicas y físicas a lo largo de un periodo, para una serie de

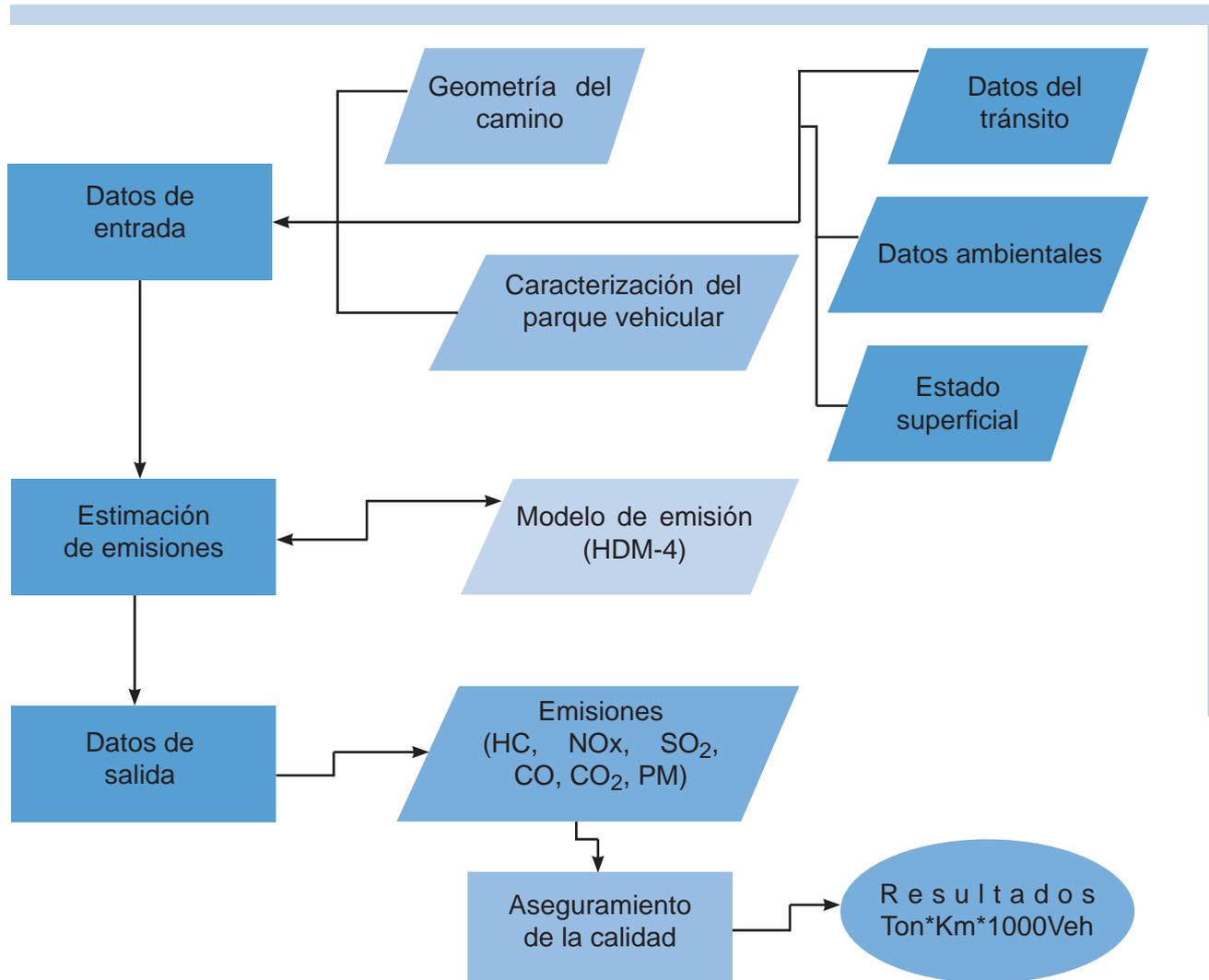


Figura 1
Metodología para el Inventario de Emisiones de vehículos automotores que circulan en carreteras

especificaciones y escenarios definidos en la gestión de redes carreteras. El Subsistema de Efectos Ambientales (SEA) es parte de uno de los tres submodelos que lo integran. Este submodelo consta a su vez de tres partes para la estimación de contaminantes ambientales: emisiones de vehículos, balance energético y ruido.

El análisis realizado en este modelo es con base en una flota de vehículos representativos, los cuales muestran características que pueden ser consideradas como representativas del total de vehículos.

Los contaminantes criterio estimados dentro del modelo son seis: hidrocarburos, óxidos de nitrógeno; dióxido de azufre; monóxido de carbono; material particulado y dióxido de carbono.

Con el uso del módulo ambiental para estimar la cantidad de emisiones integrado en el HDM-4, se tiene la posibilidad de conocer la cantidad de emisiones generadas en una red carretera o segmento de la misma, por la operación del transporte que circula sobre ella.

Además de las emisiones anuales totales y por vehículo, la variación anual neta de las

emisiones como consecuencia de las distintas obras y alternativas de construcción con un caso base (sin proyecto o mínimo), que normalmente representa el estándar mínimo de conservación rutinario, puede también ser analizada con el HDM-4.

Una vez realizado el análisis, el modelo permite generar tres tipos de reportes:

- Emisiones anuales por vehículo
- Resumen de emisiones anuales
- Cambio neto anual en emisiones

Con los reportes que arroja el modelo se puede manejar la información para presentarla en gráficas o tablas.

Inventario de emisiones en el estado de Querétaro

Para aplicar la metodología y desarrollar el inventario de emisiones, se eligió la red de carreteras federales del estado de Querétaro. La información de entrada para la estimación de emisiones se obtuvo de diversas fuentes, tales como la geometría horizontal del camino, las longitudes y especificaciones geométricas,

Tabla 1
Tramos y carreteras de la red federal del estado

CARRETERA (trama)	RUTA	LONGITUD (Km)
Entronque Buenavista – San Miguel de Allende	111	8
La Noria – Acámbaro	120	8
Jalpan de Serra – Rio Verde	69	53
Querétaro – Irapuato (Cuota)	45	8
Querétaro – Irapuato (Libre)	45	10
Querétaro – San Luis Potosí	57	28
San Juan del Río – Xilitla	120	233
San Juan del Río – Xilitla (San Joaquín)	120	32
Toluca – Querétaro	55	4
Libramiento Noroeste	57	49
México – Querétaro (Cuota)	57	101
Libramiento Sur-Poniente	57	33

Fuente: Datos Viales, 2009. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

así como el estado superficial del pavimento; la geometría vertical se obtuvo de planos de elevaciones con uso de herramientas de sistemas de información geográfica; la caracterización de la flota vehicular se realizó mediante encuestas aplicadas en las rutas que conforman este estudio.

La red inventariada consta de 12 tramos carreteros, con un total de 599 km de carreteras federales listadas en la tabla 1.

Para cada tramo se obtuvieron las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), material particulado (PM), dióxido de carbono (CO₂) y óxido de azufre (SO₂).

Aunque el análisis y la matriz incluyen los datos por cada kilómetro; en el trabajo se presenta sólo la compilación de los resultados para la totalidad del tramo, así como la aportación por tipo de vehículo de acuerdo con la clasificación vehicular para cada contaminante.

Con respecto al tipo de combustible empleado por el parque vehicular, se consideran solamente los vehículos de gasolina y diesel. Los resultados de las emisiones anuales estimadas para la red carretera federal del estado de Querétaro por cada tramo carretero que integra la red, están expresadas en toneladas de contaminante al año, y por cada 1000 vehículos.

Con los datos de emisiones por cada 1000 vehículos y el TDPA se estimó que la red de carreteras federales genera anualmente 123.37 ton de HC; 88.33 ton de CO; 34.76 ton de Nox; 0.88 ton de PM; 2515.24 ton de CO₂ y 0.39 ton de SO₂. Los resultados totales por tipo de contaminante y tipo de vehículo se resumen en la tabla 2.

La representación de los resultados totales se muestra en la gráfica 1.

La gráfica 2 muestra de manera porcentual la contribución de cada tipo de emisión contaminante generada en la red carretera.

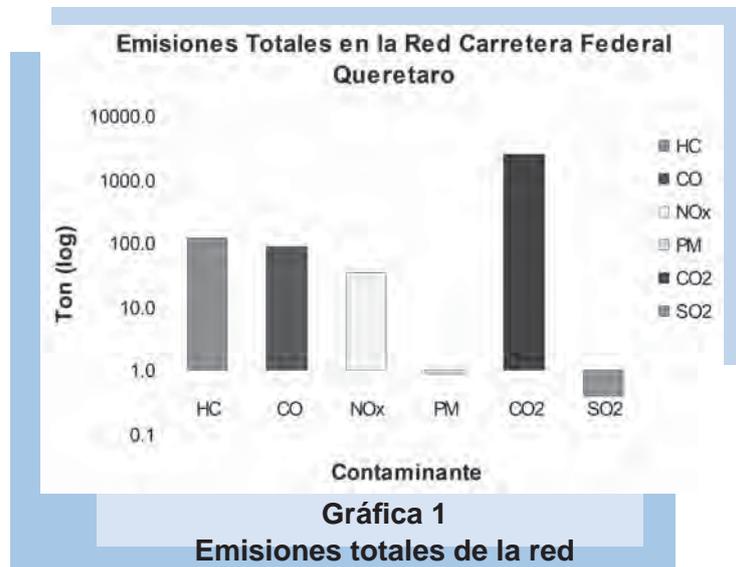
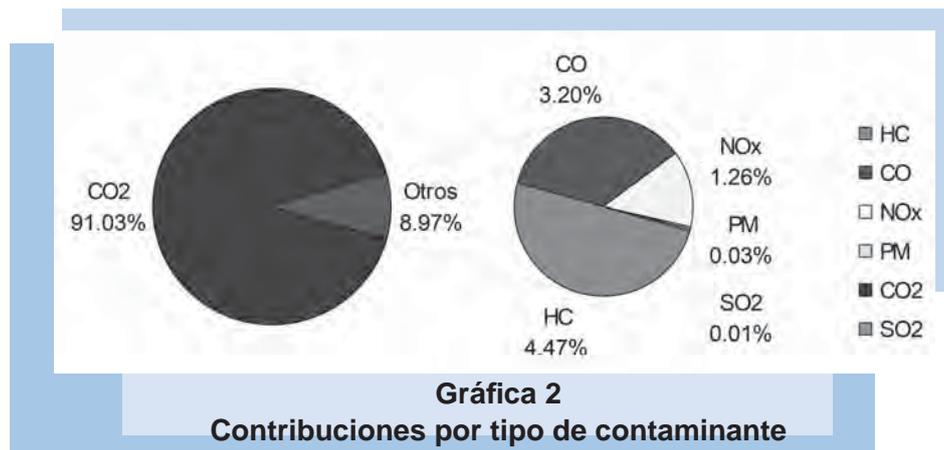


Tabla 2
Emisiones totales de la red

Vehículo	Contaminante					
	HC	CO	NOx	PM	CO ₂	SO ₂
A	9173243.2	74620832.9	11697243.6	22864.7	828811707.4	63318.6
B	359365.4	904059.9	1993132.2	93126.0	159253730.9	31385.9
C2	1400739.8	9215166.6	1714955.2	12794.3	95231202.9	18776.5
C3	261613.4	1257914.3	3230562.3	178399.5	274705553.6	54162.5
T2-S1	458045.9	2205517.3	5694449.2	313792.6	483774670.0	95386.0
T3-S2	274497.9	49666.1	4087475.1	103061.6	263551975.6	51963.0
T3-S2R4	409858.7	80010.3	6345463.2	159768.7	409916872.6	80821.1
Total (g)	12337364.3	88333167.4	34763280.8	883807.3	2515245712.9	395813.6
Total (ton)	12.33736	88.3332	34.7633	0.8838	2515.2457	0.3958



Gráfica 2
Contribuciones por tipo de contaminante

Discusión de los resultados

Los resultados muestran que el principal contaminante derivado de la operación carretera es el CO₂, aportando el poco más del 91% de emisiones a la red carretera analizada.

Los vehículos tipo A son los que mayor aportación de emisiones presentan en la red, particularmente de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono. Mientras que la mayor aportación de partículas y dióxido de azufre son del vehículo tipo T2-S1.

En todos los casos los vehículos tipo B son lo que menor aportación de emisiones realizan a la atmosfera, mientras que los tipo C3 también representan una baja participación en las emisiones, excepto por la emisión de partículas donde su contribución incrementa considerablemente.

Al realizar una proporción de emisiones de vehículos ligeros (tipo A) versus vehículos pesados (todo el resto), se obtiene que los vehículos ligeros aportan un mayor número de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, y los vehículos pesados emiten una mayor cantidad de emisiones de partículas, dióxido de azufre y dióxido de carbono.

En la mayoría de los tramos carreteros se emiten más emisiones de CO₂ que del resto de los contaminantes, seguidos del monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

De las emisiones totales de la red las emisiones más bajas se presentan en las partículas suspendidas y el dióxido de azufre.

Conclusiones

La experiencia de desarrollar el presente inventario permitió conocer la limitación que se tiene de información de las redes carreteras sobre el tipo de vehículos que circulan en ella y de otros aspectos menos relevantes. El trabajo de generación y obtención de información para el desarrollo del inventario fue arduo y laborioso, sin embargo, la información obtenida es valiosa y con un uso potencial importante, información del estado del camino, la geometría del mismo, los resultados de las encuestas y los derivados del uso del submodelo efectos ambientales.

El uso de herramientas informáticas es precisamente una decisión importante para el desarrollo de los inventarios de emisiones, por lo que deberá tomarse en cuenta la posibilidad de adecuar el software a las condiciones del lugar del estudio. Para el caso de este inventario el uso del HDM-4 fue vital ya que se encuentra desarrollado para la gestión de carreteras, y no tiene consideraciones urbanas como el MOBILE, de esta manera la información de entrada de la herramienta va directamente a elementos propios de una carretera.

La calibración de los factores de emisión es una tarea importante si se desea mejorar la calidad de los resultados, toda vez que el uso de herramientas informáticas proveídas por agencias u organismos ajenos al país toman en

cuenta parámetros que no necesariamente son considerados en el país, sin embargo cuando se requieren resultados de una escala macro, este tipo de modelos son útiles y arrojan información importante para la toma de decisiones.

La calidad de los resultados mostrados son ciertamente válidos, pero requieren comparaciones con otros inventarios de emisiones realizados específicamente para carreteras, que no fue posible obtener para hacer dicha tarea, ya que la mayoría de los inventarios se están concentrando actualmente en la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero y no de gases criterio como es el caso de la presente investigación. De cualquier manera incluye las emisiones de CO₂ que es la emisión más importante, y que es estimada en ambos inventarios. La comparativa de los resultados de CO₂ permitieron darse cuenta que los resultados son correctos para los fines del presente trabajo.

El uso potencial de la información que se obtuvo del presente estudio se puede dar de diversas maneras:

- Contar con información de la cantidad de emisiones que se generan en la red carretera de un estado o del país, con fines de elaboración de estrategias relacionadas con el cambio climático, ya sean políticas de mitigación o de adaptación.
- Incluir en las estrategias de conservación la variable ambiental: "emisiones generadas", al definir la acción de conservación a implementar, ya que de acuerdo a cada acción de mejora establecida en el HDM-4 se obtienen más o menos emisiones.
- Reportar el ahorro de emisiones por la mejora del estado del camino que se le realice a la red de carreteras, la cual podría tener ventajas a nivel país participando en el mercado de bonos de carbono y así obtener recursos para la mejora de la infraestructura vial.
- Identificar puntos críticos donde se generan actualmente un número significativo de

emisiones, de tal manera que se pueda conocer la causa y proponer alternativas de solución, que podrían ser la mejora de la geometría del camino, el estado superficial del pavimento, la conceptualización de rutas alternas, entre otras.

- Eficiencia en el consumo de energía de los vehículos, identificando las zonas de mayor consumo energético, para establecer acciones de ahorro de energía.
- Establecer rutas vulnerables, donde los vehículos mayormente contaminantes no les sea posible circular en zonas de alto valor ambiental.

Se espera que el presente estudio sea de utilidad para el sector transporte en la toma de decisiones donde se involucren aspectos ambientales y que la metodología utilizada sirva para replicar los casos de estudio y contar con inventarios de emisiones de toda la red carretera del país, tanto la federal, como las redes estatales y municipales.

Bibliografía

Environmental Protection Agency. *Handbook for Criteria Pollutant Inventory Development*. Estados Unidos. (Septiembre 1999)

Instituto Nacional de Ecología. *Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mexico, DF. (Mayo 2005)

Lara, C.; Mendoza S., J. F.; López D., M. G.; Téllez G., R.; Martínez M., W.; Alonso G., E. M. *Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades de la República Mexicana*. Publicación Técnica No. 322 Instituto Mexicano del Transporte. Qro, México (2009)

Mendoza, JF et al. *Inventario de emisiones en carreteras*. Publicación Técnica No. 339 Instituto Mexicano del Transporte. Qro, México. (2010)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Inventario de emisiones*.

<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>. México D.F. (2009)

MENDOZA Fernando
jmendoza@imt.mx
LÓPEZ Guadalupe
glopez@imt.mx
TÉLLEZ Rodolfo
rtellez@imt.mx

***Nota.** El resto de la bibliografía puede ser consultada en la Publicación Técnica 339 en la página Web www.imt.mx, en el apartado de publicaciones.

ANÁLISIS DE LAS RELACIONES INTERSECTORIALES Y LA EFICIENCIA TÉCNICA DEL SECTOR TRANSPORTE

Introducción

En el presente artículo se presenta una primera revisión y análisis de la relación económica sectorial entre el sector transporte mexicano y los demás sectores de la economía. Así, se han determinado los principales sectores (oferentes y demandantes) con los que el sector transporte en México tiene eslabonamientos, con base en la información generada por parte del INEGI, tanto en su carácter de sector oferente de servicios (“eslabonamientos hacia adelante”) como en su modalidad de demandante de bienes y servicios de otros sectores (“eslabonamientos hacia atrás”). También se ha realizado un análisis comparativo de la interrelación sectorial de 2003 con la información intersectorial que se observaba en 1980 en el transporte de México (véase Islas, 1990). Se exploran también las posibilidades de uso del análisis de la eficiencia técnica mediante el análisis de envoltorio de datos (data envelopment analysis) propuesto por Charnes, Cooper y Rodes en 1978 (modelo DEA-CCR), para caracterizar el desempeño del sector transporte, tomando el criterio de la mejor marca o frontera de producción eficiente. Con este trabajo se desea avanzar en la búsqueda de nuevas bases metodológicas para mejorar el análisis de la demanda agregada del sector transporte por medio de la información que proporciona la matriz insumo-producto.

Antecedentes: la matriz insumo-producto

La Matriz Insumo-Producto es un cuadro o arreglo que presenta las relaciones interindustriales (o intersectoriales, si identificamos a una industria con un sector) de un país o región en un periodo determinado.

Por relaciones interindustriales nos referimos a las compras y ventas que los diferentes sectores de la economía realizan unos con otros, por ejemplo, el sector agrícola vende productos al sector ganadero o a diferentes sectores industriales (alimentos, tejidos, etc.); igualmente, el sector agrícola compra productos de algunos sectores industriales (por ejemplo, maquinaria, fertilizantes, etc.). También, las compras y ventas pueden darse dentro del propio sector, así por ejemplo, el sector agrícola le compra semillas al mismo sector agrícola. Si existen n sectores, estas relaciones intersectoriales se pueden representar en una matriz cuadrada de dimensión $n \times n$ (A_{ij}) donde el típico elemento A_{ij} representan las ventas que hace el sector “ i ” al sector “ j ”, o similarmente, las compras que hace el sector “ j ” al sector “ i ”. Sería ideal que se pudieran tener tantos sectores como bienes existen en la economía (bajo el supuesto de que no hay producción conjunta); sin embargo, eso implicaría un alto costo en la

obtención de la información y haría el manejo de las matrices imposible (por ejemplo, habría que trabajar con matrices del orden de, por decir algo, cien mil por cien mil). Lo que se hace en la práctica es agregar a las industrias para formar sectores, por ejemplo, sector agropecuario en lugar de la industria del maíz, del trigo, etc. De este modo, tenemos interrelación entre sectores, los cuales se pueden identificar como industrias “agregadas”, a diferencia de las industrias simples.

Para obtener la matriz de insumo en forma completa, sólo necesitamos considerar algunas otras relaciones económicas. Por ejemplo, cuando consideramos un renglón de la matriz (A_{ij}), esto es, $A_{i.}$, estamos considerando el vector de dimensión n , que representa todas las ventas que hace el sector “ i ” a los demás sectores, incluyendo al mismo sector “ i ”. Sin embargo, algunas de las ventas que hace el sector “ i ” no son solamente “insumos” para otras industrias sino que parte de estas ventas son para el consumo final: por ejemplo, de la producción del jitomate, una parte es insumo para la producción de “salsa”, pero otra se consume directamente, esto es, ya no se utiliza como insumo para otra industria. De este modo, para completar o considerar toda la producción del sector “ i ” debemos tomar en cuenta no sólo las ventas a otras industrias, sino también las ventas dirigidas al consumo final. Ahora bien, el consumo final o, como se le llama comúnmente, demanda final, consta principalmente de cinco componentes: consumo privado, consumo del gobierno, formación bruta de capital fijo, variación de existencias y exportaciones. De este modo, al renglón $A_{i.}$ le estamos agregando otros cinco componentes que conforman la demanda final; la suma de todos los componentes de este renglón “aumentado” constituye la producción total del sector “ i ”, o, más comúnmente, el valor bruto de la producción. Estos mismos componentes de la demanda final se agregan para cada uno de los “ n ” sectores. Con esto tenemos el lado de las ventas o ingreso para los n sectores.

Por el lado de las compras o costo tenemos que una típica columna $A_{.j}$ de la matriz (A_{ij}) representa el vector de compras que hace el sector “ j ” a los n sectores (incluyendo el mismo sector “ j ”); sin embargo, las compras que hace el sector “ j ” a todos los demás sectores no representa el total que hace el sector “ j ”, ya que aparte de los insumos producidos, esto es, los que provienen de otras industrias, existen los llamados insumos primarios, los cuales no son producidos por las otras industrias (elementos típicos de éstos son la mano de obra, la tierra, el capital) y se remuneran o compran con salarios, sueldos, renta y ganancias (además, hay que incluir los impuestos indirectos menos subsidios). Ahora bien, si en las transacciones entre sectores representados por la matriz (A_{ij}) sólo se consideraron los productos producidos domésticamente, entonces debemos considerar las importaciones como otro de los insumos primarios, es decir, los bienes importados no son producidos por ninguno de los n sectores en que dividimos la economía. Por ahora vamos a referirnos a esta versión de la matriz de insumo-producto, esto es, cuando consideramos las importaciones como insumo primario (una interpretación de esto se verá más adelante). Entonces, por el lado del costo o compras tenemos todas las adquisiciones que hace el sector j de los demás sectores. Si a esto le agregamos las importaciones que hace este sector y el valor agregado (sueldos, salarios, renta, ganancias e impuestos indirectos menos subsidios) obtenemos el total de “compras”, el cual es igual al total de “ventas” del mismo sector, esto es, el valor bruto de la producción.

Homologación de sectores de la matriz 1980/1993 con la matriz 2003

En México se cuenta con la información económica contenida en las matrices insumo-producto y la matriz de importaciones. Se tienen dos años base que corresponden al año en que fueron generadas. Así, en el presente estudio se ha trabajado con las matrices insumo-producto y de importaciones de 1980

(en adelante, MIP 1980), desarrolladas por la entonces existente Secretaría de Programación y Presupuesto. Sin embargo, actualmente el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (en adelante referido como INEGI) es el organismo gubernamental encargado de generar dichas matrices. Así, es el mismo INEGI el que ha publicado recientemente (en mayo de 2008) la actualización de las matrices de 1980. Dicha actualización toma como año de referencia el 2003, por lo que la página de Internet del INEGI la denomina como: "Matriz Insumo Producto 2003". Cabe mencionar que esta versión actualizada de la MIP se encuentra disponible para su consulta y uso gratuito en la página electrónica del INEGI, e incluso se cuenta con la posibilidad de que el INEGI dé información más detallada sobre la MIP 2003, aunque ello no se juzga necesario para los fines del presente trabajo, puesto que el nivel de desagregación de dicha MIP que se ofrece en la página del INEGI es suficiente para realizar las comparaciones con la MIP 1980.

Mientras que las matrices insumo-producto anteriores (1970, 1975, 1978, y 1980) desarrolladas por la SPP, registraban 18 sectores de la economía, la nueva matriz insumo-producto de 2003 desarrollada por el INEGI, utiliza la clasificación del SCIAN (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte), el cual divide a la economía en 20 sectores. Asimismo, la matriz insumo-producto utiliza el nuevo Sistema de Cuentas Nacionales del año base 2003, modernizando así, en 23 años la base de los cálculos (a precios constantes) del sistema anterior. Así, la diferencia entre las clasificaciones de la Matriz de insumo-producto de 1980 y 2003, no sólo es la cantidad de sectores de la actividad económica (18 versus 20, respectivamente), sino también el hecho de que en la clasificación de 1980, se incluían nueve ramas económicas como parte del sector industrias manufactureras, mientras que en la versión de 2003, dichas ramas se presentan agregadas en un solo sector y son

desagregadas como subsectores de actividad económica en la matriz. Por supuesto, en 2003 se tienen otros sectores que antes aparecían como subsectores. Dadas las diferencias en la clasificación de los sectores de actividad económica entre las matrices de 1980 y las de 2003, se procedió a homologar dichas clasificaciones con el fin de obtener una matriz actualizada compatible con la clasificación utilizada por los algoritmos del PPST.

Por lo tanto, se utilizó esta compatibilidad de las clasificaciones de 1980 y 2003, para hacer también compatible la información entre las matrices de estos años. Lo anterior se debe a que la nueva matriz de insumo-producto de 2003, a diferencia de la matriz de insumo-producto de 1980, únicamente presenta sectores de actividad económica, por lo que las ramas o subsectores de actividad económica que componen al sector industrias manufactureras es obtenido de la matriz insumo-producto por subsector de actividad. El resultado del anterior proceso de compatibilización dio como resultado una matriz de insumo producto de 2003 que ya es compatible al nivel de sector de actividad compatible con la matriz de 1980. Con esta información ya se está en posibilidad de realizar los cálculos de interdependencia sectorial y de eficiencia técnica para el año de 2003 y compararlos con los correspondientes al año de 1980. El resultado es detallado a continuación.

El sector transporte y las relaciones inter-industriales actuales

El cuadro 1 muestra la demanda de servicios públicos de transporte por parte de las denominadas grandes divisiones de la economía en los años 1970, 1978 y 2003. Los datos de 1970 y 1978 se presentan a precios constantes de 1970, pero los datos de 2003 son a precios de ese año. Esto no facilita las comparaciones en los montos, pero ello no es el objetivo del presente análisis, sino la participación porcentual del sector

transporte en la demanda de insumos que realizan los demás sectores. Del análisis del cuadro mencionado tomamos las siguientes observaciones.

Durante este período, la industria manufacturera solicitó casi la mitad de los servicios públicos demandados al sector transporte, aunque esta demanda descendió del 51.5% observado en 1970 al 46.3% en 1978 y al 35.5% en 2003. La segunda actividad en importancia en la demanda de servicios públicos de transporte en 1970 era

la construcción con, aproximadamente, la quinta parte del total. (1) En cambio, para 2003 esta participación había caído a poco más del ocho por ciento. En el año 2003, es el propio sector transporte, almacenamiento y comunicaciones el que ocupa el segundo lugar como demandante de insumos al sector transporte (con casi el 17 por ciento). Esto puede interpretarse como una clara señal del nivel que ya se ha alcanzado en México, tanto en el intermodalismo como en la formación e integración de redes logísticas y de transporte.

Cuadro 1
Producción de servicios de transporte

	1970 Millones	%	1978 Millones	%	2003 Millones	%
1. Agropecuario, silvic. y pesca	375.5	4.0	572.0	2.8	10,055,699	2.79
2. Minería	247.6	2.7	477.8	2.3	7,418,529	2.06
3. Industria manufacturera	4 807.5	51.5	9 595.0	46.3	127,597,870	35.45
4. Construcción	1 832.0	19.6	4 163.2	20.1	29,645,571	8.24
5. Electricidad	10.5	0.1	14.8	0.1	10,465,290	2.91
6. Comercio, restaurantes y hoteles	421.5	4.5	3 191.2	15.4	40,905,949	11.36
7. Transportes, almacenamiento y comunicaciones	853.7	9.2	1 466.8	7.1	60,081,162	16.69
8. Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	135.8	1.5	225.5	1.1	22,391,786	6.22
9. Servicios comunales, sociales y personales	640.5	6.9	1 030.2	5.0	51,412,058	14.28
Total	9 324.6	100.0	20 737.0	100.0	359,973,914	100.00

Fuente: Elaboración propia, basada en la clasificación de INEGI (véanse referencias).

Cuadro 2
Insumos requeridos para el servicio de transporte
 (1970 y 1978, pesos de 1970, 2003 pesos de este año)

	1970 Millones	%	1978 Millones	%	2003 Millones	%
1. Agropecuario, silvic. y pesca	0.0	0.0	0.0	0.0	10	0.00
2. Minería	18.4	0.2	9.9	0.1	7,686	0.00
3. Industria manufacturera	5 551.9	57.5	9 163.4	52.0	148,452,440	36.13
4. Construcción	0.0	0.0	0.0	0.0	1,136,550	0.28
5. Electricidad	66.7	0.7	217.5	1.2	6,587,541	1.60
6. Comercio, restaurantes y hoteles	1 831.2	19.0	3 492.8	19.8	46,584,343	11.34
7. Transportes, almacenamiento y comunicaciones	909.2	9.4	1 641.5	9.2	60,081,162	14.62
8. Servicios financieros, seguros y bienes inmuebles	462.4	4.8	1 215.0	6.9	59,193,608	14.41
9. Servicios comunales, sociales y personales	1 280.1	13.3	1 898.4	10.8	88,865,689	21.63

Fuente: Elaboración propia, basada en Islas, 1990 e INEGI, 2003

De manera similar al análisis anterior (y con las mismas fuentes de información) se puede estudiar cómo cambia la relación del sector transporte con los otros sectores cuando éste demanda ciertos bienes y servicios para su funcionamiento. El cuadro 2 muestra los insumos demandados por el sector en estudio para los años de 1970, 1978 y 2003. La descripción del contenido de dicho cuadro es muy similar a la del cuadro 1. Nuevamente, es la industria manufacturera la que tiene la mayor importancia, pero ahora como oferente de bienes necesarios para el transporte. Sin embargo, mientras que su participación dentro de los insumos del sector transporte representaba poco más del cincuenta por ciento

en 1970, para el año 2003 la manufacturas ya sólo representan poco más del 36%. Algo similar sucede con el comercio. Así, de constituir casi el 20% de los insumos del sector transporte en 1970, esta participación baja a poco más del 11% en 2003. En contrapartida, si bien aún están muy por debajo de la oferta de bienes y servicios que le proporciona la industria manufacturera al sector transporte, ciertas actividades como el transporte mismo, los servicios financieros y los servicios comunales, muestran una mayor dinámica en sus índices de participación, destacando incluso el caso de los servicios comunales, sociales y personales que ya casi alcanza el 22% de los insumos totales usados por la

gran división Transporte Almacenamiento y Comunicaciones. Cabe destacar que sólo hay tres actividades que muestran una muy baja o nula oferta de bienes o servicios al sector transporte: el sector agropecuario, la minería y la construcción. La primera no parece producir en realidad ningún insumo directo indispensable para la realización de las actividades de transportación. Sin embargo, la explicación no es tan clara en el caso de los otros dos casos.

Una forma de calcular la interacción del sector transporte pero en una forma agregada, es mediante la utilización de los índices de interdependencia. En efecto, utilizando la matriz inversa de Leontief (I-A)-1 podemos además construir algunos otros indicadores que nos muestren cómo son afectados los distintos sectores cuando se producen ciertos movimientos en el sistema. Así, por ejemplo, la matriz (I-A)-1 = (Sij) se interpreta como la que contiene los coeficientes de requerimientos directos e indirectos; ahora bien, consideremos por el momento una determinada columna, S.i., de la matriz (I-A)-1, este vector columna nos indica los requerimientos totales (efectos directo e indirecto) que se hacen de cada una de las “n” industrias (incluyendo la industria “i”) cuando cambia en una unidad de valor la demanda final para la industria “i”. Considerando que todos los coeficientes representan valores, no unidades físicas, podemos sumar todos los elementos de la columna S.i, lo que da por resultado el valor en que se tiene que expandir la totalidad de los sectores cuando cambia en una unidad la demanda final del sector “i”. A este índice se le llama índice de interdependencia “hacia atrás” (porque la industria “i” jala a los demás sectores). Denotemos a este índice por:

$$R.i = \sum_{j-i}^n S_{ji}$$

Similarmente, tenemos un índice denotado por:

$$R.i = \sum_{j-i}^n S_{ij}$$

Que es el índice de interdependencia “hacia adelante” (ahora el sector “i” es el que es “jalado” por las demás industrias).

Estos dos índices se pueden expresar de manera relativa, esto es, qué tan grandes son los índices de interdependencia de un determinado sector en relación al resto de los sectores; para esto, necesitamos construir los índices de interdependencia promedio; estos índices son, para la industria i, los siguientes:

$$U.i = \frac{nR.i}{\sum_i \sum_j S_{ij}}$$

que es el índice de interdependencia “hacia atrás”, y

$$U_i = \frac{nR_i}{\sum_i \sum_j S_{ij}}$$

que es el índice promedio de interdependencia “hacia adelante”.

Estos índices miden el grado de relación de un sector con el resto de la economía. Esto se puede observar en el cuadro 3, para el caso del sector transporte en las matrices insumo-producto de 1980 y 2003. Así, se puede ver que el transporte es un sector que, tanto en 1980 como en el año 2003, “jala” poco a la economía (el promedio es menor a la unidad). Sin embargo, es un sector que si bien en 1980 resultaba “jalado” por la economía (el promedio es bastante mayor a la unidad), para 2003 este efecto es apenas notable. Esto se puede interpretar como una evidencia de que el sector transporte es un sector necesario

Cuadro 3
Índices de interdependencia del transporte en México

	R.64 Encadenamiento “hacia atrás”	R64. Encadenamiento “hacia adelante”	U.64 Promedio de encadenamiento “hacia atrás”	U64. Promedio de encadenamiento “hacia adelante”
MIP 1980	1.36830	2.84531	0.85833	1.78485
MIP 2003	1.53473	1.30141	0.87713	1.03438

para el resto de la economía, y en cambio, es un sector que no “arrastra” mucho de la economía por la vía de su demanda de bienes y servicios.

Eficiencia técnica usando la matriz de de insumo-producto

Las medidas de eficiencia nos indican una relación entre lo que se produce, y lo que se debe producir. Es decir, para saber si se está produciendo de manera eficiente, debe existir un marco de comparación. Para ello, Farrell (1957) propuso que dicha comparación debería estar en función de la mejor marca (o algo parecido a lo que hoy conocemos como “benchmarking”) observada entre un conjunto de empresas (en nuestro caso, sectores económicos) o DMU⁽²⁾, a las que se desee equiparar. Una vez definida la eficiencia, lo importante es determinar la frontera de la misma. Para ello, en los últimos años se han desarrollado diversos enfoques para determinar la frontera y medir la eficiencia. En este trabajo se ha empleado el método de la envolvente de datos o DEA (Data Envelopment Analysis), desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes en 1978, el cual es un método de programación lineal en el que la función de producción está definida por el máximo nivel de producción, alcanzable con una cierta combinación de insumos. El método DEA implica el uso de métodos de programación lineal para “construir” una superficie (o frontera) no paramétrica envolvente de los datos. El modelo asume retornos constantes a escala. Para la formulación matemática, Coelli y otros (1978) recurren a una interpretación intuitiva. Suponiendo que hay datos sobre K diferentes insumos y M diferentes productos para cada una de las N empresas o DMU, se parte del hecho de que para cada empresa analizada podemos obtener la relación de los productos (y_i) entre la cantidad de insumos (x_i), donde tanto x_i como y_i son vectores columna. Se tendría así una matriz de insumos (KxN), y una matriz de productos (MxN). Para cada industria nos interesa conocer una medida de

la relación de todos los productos a todos los insumos, es decir,

$$u'y_i/v'X_i \tag{1}$$

donde u' y v' son vectores de “pesos” o ponderadores de los productos e insumos respectivamente. La obtención del valor óptimo de esos ponderadores se obtiene al resolver el siguiente problema de programación lineal (Coelli et al, 1998):

$$\min_{\Theta, \lambda} \Theta,$$

sujeto a:

$$-y_i + Y\lambda \geq 0$$

$$-\Theta x_i + X\lambda \geq 0$$

$$\lambda \geq 0$$

-[2]

En la expresión 2, Θ es un escalar y $\lambda \in \mathbb{R}^{N \times 1}$ un vector de constantes, $X \in \mathbb{R}^{n \times N}$ es la matriz de insumos con tantas filas como insumos y tantas columnas como DMU e $Y \in \mathbb{R}^{m \times N}$, es la matriz de productos con tantas filas como productos y columnas como DMU haya. En este caso habrá n + m restricciones lineales y N de no negatividad, es decir, una cantidad menor de restricciones que en la representación primal. Así, es generalmente la forma preferida para resolver. El valor de Θ obtenido será la marca de eficiencia para la i-ésima región, con lo que este problema nos permite determinar las DMU a partir de las cuales se construirá la empresa “virtual” con la que se compara al resto de las DMU. El modelo de eficiencia se resuelve empleando el software DEA-Solver Learning (Cooper et al, 2000).

Corridas para el año 2003

En el cuadro 4 se muestran los valores obtenidos en la estimación de la eficiencia técnica de los veinte sectores económicos que incluye la MIP del año 2003. Como se puede apreciar, el sector transporte obtiene

un valor de o calificación igual a la unidad lo que significa que se encuentra en la frontera de producción eficiente. Lo mismo sucede con otros sectores como la construcción, el comercio y la mayoría de los sectores relacionados con actividades de servicios. Por el contrario, el sector dedicado a la “Dirección de corporativos y empresas” resulta con la peor calificación, esto es, es totalmente ineficiente. Por supuesto, estos resultados requieren un mayor estudio del tema de la eficiencia sectorial y sus implicaciones, pero queda de manifiesto el potencial de uso analítico del método de la DEA.

Referencias

Coelli, T., Prasada-Rao, D., and Battese, G. (1998). An introduction to efficiency and productivity analysis. Kluwer Academic Pub.

Charnes, D. W., Cooper, W. and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research, vol. 2.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., (2000). Data Envelopment Analysis, Kluwer Academic Publishers, USA.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Sistema de consulta de la matriz insumo – producto 2003. Página web: www.inegi.gob.mx.

Islas, Víctor (1990) Estructura y Desarrollo del Sector Transporte en México. El Colegio de México.

Cuadro 4
Nivel de eficiencia técnica en las actividades económica

Sector económico	Modelo CCR-1	
	Calificación	Posición
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	0.72778104	14
Minería	0.88994187	13
Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	0.3530087	18
Construcción	1	1
Industrias manufactureras	0.45047365	17
Comercio	1	1
Transportes	1	1
Correos y almacenamiento	0.64122947	16
Información en medios masivos	1	1
Servicios financieros y de seguros	1	1
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1	1
Servicios profesionales, científicos y técnicos	0.93967535	12
Dirección de corporativos y empresas	0	20
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	0.2013	19
Servicios educativos	1	1
Servicios de salud y de asistencia social	1	1
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	1	1
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	0.68046222	15
Otros servicios excepto actividades del Gobierno	1	1
Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y extraterritoriales	1	1

GLOSARIO

Artículo 1:

Contaminantes criterio: Son aquellos contaminantes que perjudican la salud humana, los cuales cuentan con normas específicas para establecer las concentraciones máximas permitidas durante un periodo de tiempo para la protección de la salud y el medio ambiente.

Inventario de emisiones: Es un instrumento para la gestión de la calidad del aire, mediante la cual se estiman la cantidad de contaminantes atmosféricos de acuerdo a su tipo y se identifica la fuente que las origina.

Emisiones vehiculares: Son contaminantes del aire que son emitidas por los vehículos durante su operación, tales como el CO, HC, SO₂, NO_x, CO₂ y PM.

Artículo 2:

Eficiencia: Se refiere a la medida en que una unidad productiva genera ciertos niveles cuantitativos de producción con el menor consumo relativo de insumos.

Eficiencia técnica: Se le distingue de otros posibles tipos de eficiencia, al estar referida específicamente a la producción de bienes y servicios.

Frontera de producción: Se construye al considerar la máxima cantidad de producción alcanzable con cierta tecnología y cantidad de insumos.

PROYECTO EN MARCHA

Auditoria de seguridad en la red pavimentada de Belice

La Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del IMT participa en el proyecto iRAP-Belice, a solicitud del propio Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP), con el fin de generar un plan de inversiones para carreteras más seguras, a petición del Gobierno de dicho país centroamericano. El proyecto consiste en evaluar aproximadamente 600 kilómetros de la red carretera de dicho país bajo la metodología propia de iRAP y es financiado por el Banco Caribeño de Desarrollo.

El proyecto iRAP-Belice fue dividido en tres etapas. La primera consistió en la recolección e inspección de la información de campo de los

600 kilómetros que conforman la red carretera pavimentada de Belice, tarea realizada por la empresa Servicios Mexicanos de Ingeniería Civil. La segunda etapa se refiere a la interpretación y codificación de la información recolectada en campo en tramos; esta labor fue realizada por la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte. Por último, la tercera etapa consiste en el análisis de datos codificados, así como en ejecutar las rutinas del software de iRAP, que genera la clasificación de una a cinco estrellas y los planes de inversión para carreteras más seguras; esta última es llevada a cabo por el Midwest Research Institute (MRI) de los Estados Unidos de América.

El lanzamiento de la primera etapa del proyecto se realizó en los primeros días del mes de septiembre del presente año, consistiendo en recolectar series fotográficas geo-referenciadas de la red a cada 20 metros en un vehículo debidamente equipado para tal fin.

En el mes octubre, el IMT recibió la información recolectada en campo y procedió a iniciar la segunda etapa del proyecto, es decir, la interpretación/codificación de la información de campo de los 600 kilómetros. Previo al inicio de las labores de reducción, el IMT capacitó durante dos días a dos ingenieros del Ministerio de Obras de Belice, para que conocieran dicho proceso.

Los 600 kilómetros de la red de Belice fueron divididos en 13 carreteras, las cuales se muestran en la Figura 1, siendo la de mayor longitud la carretera con la clave AR4 y nombre "Southern Highway" de 157 kilómetros. Ésta es una carretera de dos carriles de circulación, uno por sentido.

La interpretación y codificación de datos consiste en calificar aproximadamente 40 atributos de cada una de las carreteras y tramos

levantados en la primera etapa del proyecto, asociando un código a cada calificación, el cual es interpretado por el software de iRAP. A esta tarea se le llama reducción de datos, porque cuatro series fotográficas tomadas a cada 20 metros, son asignadas a un segmento previo de 100 metros de longitud; es decir, si se inicia la reducción de datos en el kilómetro 0+000, los atributos de la carretera del km 0+000 al km 0+080 son asignados al kilómetro 0+000. En la Figura 2 se observa una serie fotográfica del kilómetro 0+200 de la carretera AR4. Algunos de los atributos que se califican en las series fotográficas son: ancho de carril, anchos de acotamiento pavimentado y sin pavimentar (cuando existen), bandas de estruendo, tipo de cruces peatonales, número de carriles, intersecciones, bici vías y moto vías, límite de velocidad, curvatura, delineación, tipo de área, etc.

El producto final de la reducción de datos, consiste en un archivo en formato CSV (comma separated value) por cada carretera, el cual será enviado al MRI. En la tercera etapa del proyecto, el MRI tomará los archivos CSV y realizará un postproceso a los datos codificados y preparará un solo archivo conteniendo toda la red carretera de Belice codificada y postprocesada para realizar las corridas necesarias en el software de iRAP. Con esto se generará la clasificación por estrellas de la red carretera y el plan de inversiones para caminos más seguros. La clasificación por estrellas es una medida estándar de la seguridad vial proporcionada por una carretera: una estrella significa que el camino con tal calificación tiene características que ofrecen una seguridad pobre a los usuarios, mientras que con 5 estrellas, se considera que el camino ofrece muy buenas condiciones de seguridad vial.

CENTENO Agustin
acenteno@imt.mx
Mendoza Alberto
mendoza@imt.mx



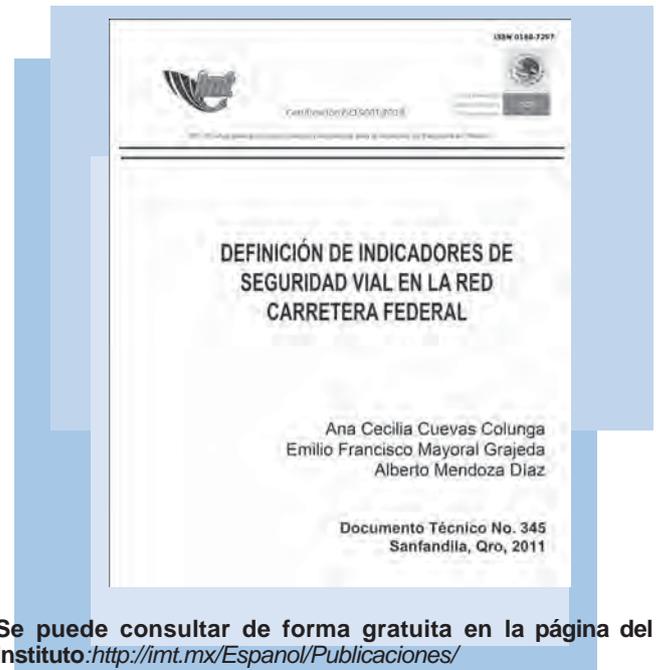
PUBLICACIÓN

Definición de indicadores de seguridad vial en la Red Carretera Federal

En la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 345** se realizó para determinar una metodología que permita obtener índices de seguridad vial en función del tipo de carretera, del número de carriles, de la longitud, del tránsito vehicular y de los accidentes con víctimas ocurridos en los tramos de la Red Carretera Federal durante 2006 a 2008.

El estudio inicia con la incorporación de los datos físicos y operativos de la red carretera en función de lo establecido en el Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal, lo especificado por la Dirección General de Conservación de Carreteras de la SCT y de la siniestralidad en la Red Carretera Federal seleccionándose solo los accidentes con víctimas (accidentes con muertos y/o lesionados).

Como los tramos son de longitud variable en este análisis no se trabajó con los valores absolutos de siniestralidad, sino con el número de accidentes por kilómetro, lesionados por kilómetro y muertos por kilómetro y, de esta manera, se redujo el efecto de longitudes diferentes. Se calcularon los índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad por vehículos-kilómetro. Posteriormente, se realizó un análisis particular para carreteras de cuota de cuatro y dos carriles y libres de peaje tipo "ET", "A", "B", "C" y "D" de cuatro y dos carriles y como resultado final se obtuvieron índices de seguridad real y esperado por tipo de carretera con la finalidad de realizar una propuesta de cuales serían los límites de este indicador para los diferentes tipos de carreteras.



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

Los datos de siniestralidad para este análisis se obtuvieron de las bases de datos de accidentes capturados en el Sistema para la Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA) [IMT, 1998]. Con el fin de minimizar los efectos de regresión a la media y migración de accidentes que comúnmente se presentan en los análisis de siniestralidad, se revisó y se consolidaron las bases de datos de accidentes de 2006 a 2008 [SCT-UGST, 2010], ya que de 2009 se obtuvo solo información parcial por parte de la Policía Federal, por lo tanto no se incluyó en el estudio. Cabe mencionar que durante el periodo de 2006 a 2008 la recopilación de datos de accidentes fue satisfactoria desde el punto de vista que se logró incorporar una base que contiene 88,431 accidentes, lo que representa un 97.9% del total para los tres años, reportado por la PF que es de 89,980.

EVENTOS ACADÉMICOS

XXIV Congreso Mundial de Carreteras

Del 26 al 30 de septiembre se llevó a cabo, en la ciudad de México, el XXIV Congreso Mundial de Carreteras, coorganizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A. C. y la Asociación Mundial de Carreteras (AMC). Más de 100 países, 4000 congresistas, así como 19 pabellones internacionales y 165 stands de empresas privadas, participaron en esta edición del evento que reúne cada cuatro años a los profesionales, técnicos, tomadores de decisiones y responsables de las administraciones viales. Se contó con la asistencia, en el acto inaugural, del presidente de México Felipe Calderón, acompañado por el titular de la SCT, Dionisio Pérez-Jácome y Anne-Marie Leclerc, presidente de la AMC, entre otros.

El personal del Instituto Mexicano del Transporte participó activamente en la organización y desarrollo del congreso, aportando ponencias, artículos y posters para las sesiones técnicas; en la elaboración de informes nacionales y del reporte general del mismo; en representaciones en diversos comités técnicos y en la participación como secretarios técnicos, en particular, en la cobertura de las 22 sesiones principales, 4 de temas estratégicos y 18 de comités técnicos, y colaborando en el pabellón nacional.

En lo que se refiere a los representantes de México ante comités técnicos, Fernando Mendoza participó en el tema Preservación del medio ambiente, Guillermo Torres

en Aspectos económicos de las redes de carreteras y desarrollo social, Alfonso Balbuena en Sistemas de caminos rurales y accesibilidad a las zonas rurales, Jorge Acha en Operación de la red carretera, Emilio Mayoral en Infraestructura más segura, Alberto Mendoza en Operación carretera más segura, Ricardo Solorio en Administración de activos de infraestructura carretera, Rodolfo Téllez en Pavimentos carreteros, Andrés Torres en Puentes carreteros y Paul Garnica en Geotecnia y caminos no pavimentados.



Instituto Mexicano del Transporte

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

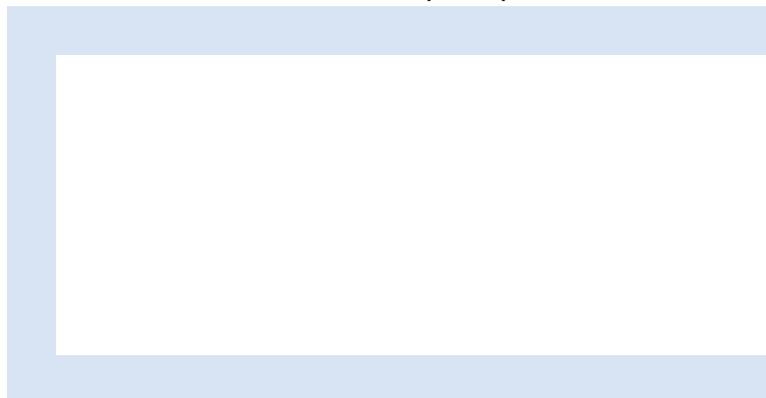
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

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