

PRÁCTICAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA DE CUOTA

Introducción

Este artículo presenta un estudio comparativo internacional sobre las mejores prácticas en materia de evaluación de la calidad ofrecida por la infraestructura de carreteras de cuota, en México y algunos países de interés. Primeramente se identifican los criterios de evaluación de países como Canadá, España y Colombia, entre otros, seguidos de los criterios utilizados en México. Los principales elementos evaluados son: índices de siniestralidad (accidentalidad, mortalidad y morbilidad), Índice de Rugosidad Internacional (IRI), profundidad de la rodera (PR), calificación de la corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y horizontal, y la calificación de los usuarios a través de encuestas de servicio. Dichos criterios se aplican posteriormente a las condiciones particulares de tres ejes principales de cuota: México-Irapuato, México-Veracruz y México-Acapulco. La comparativa de criterios hizo posible evaluar las condiciones de calidad de dichos ejes desde la perspectiva nacional e internacional, permitiendo generar las recomendaciones pertinentes.

Antecedentes

Los principales criterios utilizados en España (Referencia 1) proponen evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota, considerando: (I) su estado de conservación, (II) su seguridad vial, y (III) la calidad del flujo y los servicios suministrados. Cada uno de estos aspectos se evalúa a través

de índices, para los cuales existen valores de referencia o límites.

En el caso particular del estado de conservación de la infraestructura, los criterios principales son:

- Que durante el período de concesión, se cumpla que el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) sea < 2 m/km en al menos 90% de la longitud sometida a inspección.
- Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el Coeficiente de Rozamiento Transversal (CRT) sea > 0.45 en 100% de la longitud sometida a inspección; o que el CRT sea > 0.5 en 90% de la longitud sometida a inspección.

En el caso de la seguridad vial, el criterio principal es:

- Que al menos en un 90% de los años del periodo de concesión, los índices de

CONTENIDO

PRÁCTICAS PARA EVALUAR LA CALIDAD DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA DE CUOTA	1
ECOEFICIENCIA EN EL SECTOR TRANSPORTE	9
GLOSARIO	16
PROYECTOS EN MARCHA	16
PUBLICACIÓN	17
EVENTOS ACADÉMICOS	18

accidentalidad y de mortalidad en la autopista sean inferiores al 90% de la media de las autopistas de peaje con un tránsito diario promedio anual (TDPA) de alrededor de 5,000 vehículos/día.

En el caso de la calidad del flujo, el criterio principal es:

- Que en el 100% de las horas de un año el nivel de servicio sea D o superior, al menos en un 90% de los años que dure la concesión. Se entiende por capacidad al número máximo de vehículos que pueden circular por un camino durante un lapso de una hora; de esta forma, los niveles de servicio son una medida cualitativa del efecto de una serie de factores. Para conocer la capacidad y los niveles de servicio que prevalecen en cada tramo de autopista, se consideran las condiciones establecidas por las características físicas del camino y las condiciones que dependen de la naturaleza del tránsito vehicular en cuanto a su magnitud y tipo de vehículos. En la práctica se manejan seis niveles de servicio, del A al F, para identificar las condiciones de operación de un camino, el NIVEL DE SERVICIO "A" es el mejor y el NIVEL DE SERVICIO "F" es el más inconveniente, siendo el NIVEL DE SERVICIO "E" el que marca la capacidad de la vía (Referencia 2).

Para el caso del cobro de peaje en casetas, el criterio principal es:

- Que al menos en un 80% de los años que dure la concesión, el tiempo medio ponderado de espera en cola sea inferior a 15 segundos.

Para el servicio en general suministrado al usuario, el criterio principal es:

- Que al menos en un 90% de los años que dure la concesión, el índice de calidad de servicio evaluado mediante encuesta por el usuario sea superior a 80 puntos (sobre una escala de 0 a 100).

En otras metodologías (Referencia 3) también se evalúan los taludes utilizando como medida la longitud de ellos, por tipo, con problemas (desprendimientos, arrastres, etc.), así como las cunetas (en las que los problemas más comunes son las roturas y los azolvamientos), las vallas de control de acceso, alcantarillas, etc.

En México existen cinco índices o variables principales para evaluar la calidad ofrecida por la infraestructura carretera de cuota: (I) Estado Físico, (II) Índice de Rugosidad Internacional (IRI), (III) Profundidad de la Rodera (PR), (IV) Nivel de Servicio y (V) Resistencia a la Fricción.

I. En relación con el estado físico, éste se evalúa de una manera subjetiva en una escala de 0 a 5, para cada uno de los siguientes elementos de la autopista: corona, drenaje, derecho de vía, señalamiento vertical y señalamiento horizontal. La calificación total de la autopista (CT) se encuentra multiplicando por 100 las evaluaciones individuales y sumando dichas multiplicaciones, de manera que CT cae en un rango de 0 a 500, en la que el valor mínimo aceptable es de 400 puntos para cada tramo de 10 km-sentido (Referencia 4).

II. El Índice de Rugosidad Internacional, mejor conocido como IRI, fue propuesto por el Banco Mundial en 1986 como un estándar objetivo de la rugosidad y sirve como parámetro de referencia en la medición de la calidad de rodadura de un camino. En México, el IRI se utiliza para conocer el estado de conservación de la red carretera en la que el valor mínimo aceptable es de 2.81 m/km por kilómetro-carril (Referencia 4).

III. La Profundidad de la Rodera (PR) es una deformación en el pavimento que presentan las huellas del tránsito. El valor mínimo aceptable es de 10 mm por tramos de 20 m-carril (Referencia 4).

IV. Con el objeto de que la superficie de rodamiento presente condiciones seguras para los usuarios, tanto en situación seca como en presencia de una película de agua, el valor de la característica de la resistencia de fricción, medido con equipo mu-meter a 75 km/hr, en condiciones de presencia de película de agua, tanto para pavimentos flexibles como rígidos, no deberá ser inferior a 0.6 (Referencia 4).

Obtención de información

Se acudió a diversos organismos públicos para obtener la siguiente información para realizar la evaluación de los ejes troncales considerados:

- Las bases de datos de todos los accidentes registrados por los servicios médicos para todas las carreteras de cuota operadas por ese organismo, para los años 2008, 2009 y 2010 (Referencias 5 a 7), incluyendo: fecha del accidente, ubicación del mismo según su kilometraje, con un decimal de precisión

y para cada sentido o cuerpo carretero; tipo del accidente (choque de frente, choque por alcance, salida del camino, etc.), y número resultante de muertos así como de lesionados.

- Encuestas de calidad (Referencia 8), mediante un documento en el cual se presenta una evaluación de la satisfacción de los usuarios de las autopistas México-Cuernavaca, México-Puebla, México-Querétaro, México-Pachuca y Cuernavaca-Acapulco. Algunos datos destacados de mencionar en cuanto a las encuestas son: en relación a la calificación del tiempo de espera en la fila para pagar y cruzar la plaza de cobro, más del 95% de los usuarios consideró que un tiempo de espera en la fila para cruzar la plaza de cobro de menos de 2 minutos, es adecuado. Referente a la evaluación de los servicios en las autopistas y la calidad del servicio recibido en relación con el monto de peaje, alrededor del 95% de los usuarios consideró que los servicios brindados por las autopistas encuestadas

¿En relación con el monto del peaje, cómo evalúa la calidad del servicio recibido?

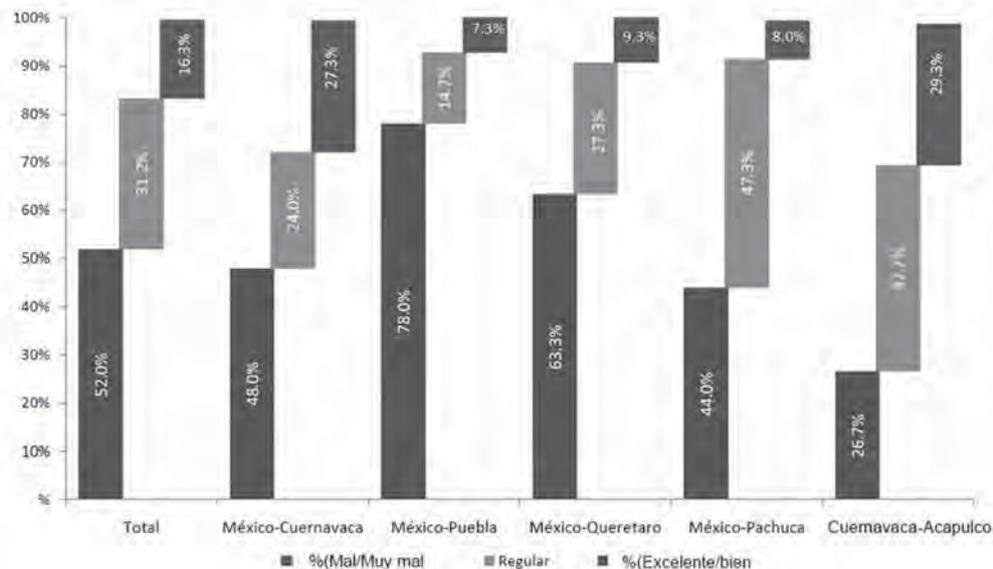


Figura 1
Calidad del Servicio recibido en relación con el monto de peaje de las autopistas

son de regulares a excelentes. El porcentaje de usuarios que calificó la calidad del peaje como “Mala” o “Muy Mala” fue mayor en las autopistas con mayor peaje cobrado por kilómetro recorrido (oscilando de entre 7 y 8% para un peaje básico para automóviles de menos de \$1/km en las autopistas México-Querétaro y México-Pachuca, a alrededor de 27% para un peaje del orden de \$1.5/km en las autopistas México-Cuernavaca y Cuernavaca-Acapulco) (Figura 1).

También se obtuvieron los indicadores de IRI y PR y Calificación de la Corona (Referencia 9); esta información ya se encontraba distribuida por eje troncal. Se obtuvieron archivos conteniendo información de los Datos Viales (Referencia 10), Capacidad (Referencia 11) y Calificación de la Corona (Referencia 12).

Evaluación de los ejes troncales considerados

Se evaluaron los tres ejes troncales considerados, utilizando, de los diferentes criterios mencionados, aquéllos que fueron posibles de aplicar a partir de la información obtenida.

Índices de Siniestralidad

Para evaluarlos se generó la Tabla 1, en la que para los años 2008 a 2010, se presenta, para red principal de carreteras de cuota, su longitud total, los vehículos-kilómetro anuales recorridos en ellas, así como los saldos de

accidentes, muertos y lesionados registrados en cada año; y los índices correspondientes por cada 100 millones de vehículos-kilómetro (accidentalidad, morbilidad y mortalidad), así como el 90% de su valor.

- Posteriormente se obtuvieron los índices correspondientes por cada 100 millones de vehículos-kilómetro para cada tramo en los que fue dividido cada corredor. A partir de lo anterior, se pudo aplicar el criterio español de seguridad vial (Referencia 1), en el que una carretera es aceptable si sus índices son inferiores al 90% de los índices promedio para la red principal. Pudo concluirse que:

- Para el corredor México-Irapuato, para el año 2008, el 37.5% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 37.5% con el criterio de mortalidad. Para el año 2009, el 37.5% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y 18.8% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 37.5% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, el mismo 37.5% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 37.5% con el criterio de mortalidad.

- Para el corredor México-Veracruz, para el año 2008, el 74.3% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, el mismo 74.3% con el criterio de morbilidad, y también el mismo 74.3% con el criterio de

Tabla 1
Datos de accidentes de las principales carreteras de cuota
para los años 2008 a 2010

Año	Longitud (km)	Veh-km (millones)	Saldos			Índices (por cada 100 millones de Veh-km)			90% de los índices		
			Accidentes	Muertos	Lesionados	Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad	Accidentalidad	Mortalidad	Morbilidad
2008	3932.32	16343.82	21205	707	10164	129.74	4.33	62.19	116.77	3.89	55.97
2009	4680.56	17562.69	19768	751	10350	112.56	4.28	58.93	101.30	3.85	53.04
2010	4665.45	18157.20	20573	821	10439	113.30	4.52	57.49	101.97	4.07	51.74

mortalidad. Para el año 2009, el 87.2% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, 74.3% con el criterio de morbilidad, y el mismo 74.3% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 100% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, el mismo 100% con el criterio de mortalidad, y 74.3% con el criterio de morbilidad.

- Para el corredor México-Acapulco, para el año 2008, el 59.2% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, 9.2% con el criterio de morbilidad, y 90.6% con el criterio de mortalidad. Para el año 2009, el 59.2% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, 50% con el criterio de morbilidad, y el mismo 50% con el criterio de mortalidad. Para el año 2010, el 18.4% de su longitud no cumplió con el criterio español de accidentalidad, 100% con el criterio de morbilidad, y 81.7% con el criterio de mortalidad.

Índice de Rugosidad Internacional

A partir de la información de IRI proporcionada, se generó el IRI promedio por segmento y por sentido de circulación para los tres corredores considerados. A partir de esta información, fue posible aplicar el criterio español de calidad superficial relacionado con el IRI, en el que al menos en el 90% de la longitud inspeccionada el IRI debe ser $< 2\text{m/km}$, resultando que aunque varios tramos de las autopistas analizadas no cumplieron con el criterio español, casi todos los tramos se encontraron en un estado físico de “Bueno”. Esto quiere decir que aunque no se cumplió con al menos el 90% de su longitud tuviera un IRI menor a 2, casi el 100% de la longitud de todos los tramos estudiados presentó un IRI menor a 3. Se puede concluir en cuanto al IRI que:

- El tramo en mejor estado general en el corredor México-Irapuato en 2008 fue el

Querétaro-Irapuato, en tanto que el tramo en peor estado general fue el sentido opuesto del tramo anterior, es decir el Irapuato-Querétaro; ninguno de los tramos de este corredor cumplieron con el criterio español para 2008. Para el corredor México-Veracruz, los tramos en mejor estado general en 2008 fueron el México-Puebla y el Veracruz-Córdoba (ambos cumpliendo con el criterio español), en tanto que el tramo en peor estado general resultó ser el Córdoba-Veracruz. Para el corredor México-Acapulco, el tramo en mejor estado general resultó ser el Cuernavaca-México, siendo el Cuernavaca-Acapulco y su sentido opuesto los dos tramos en peor estado general.

- Para 2009, la situación de todos los tramos en general resultó más crítica en relación con el criterio español, cumpliendo con éste sólo el tramo Cuernavaca-Acapulco.

- Para el 2010, los mejores tramos del corredor México-Irapuato fueron el Querétaro-México y el Querétaro-Irapuato, siendo los peores el México-Querétaro y el Irapuato-Querétaro. En el corredor México-Veracruz, los peores tramos en ese año fueron el Puebla-Córdoba y su sentido opuesto, así como el Veracruz-Córdoba. Para el corredor México-Acapulco, todos sus tramos cumplieron con el criterio español.

- Globalmente, el 50.2% de la red evaluada en los tres años (tres veces la longitud de los tres corredores) presentó IRI < 2 .

Con base en los criterios del HDM, puede concluirse que:

- Para el corredor México-Irapuato, para los tres años, el 99.2% de su longitud presentó estado “Bueno”, según el criterio del HDM-4.

- Para el corredor México-Veracruz, para los tres años, el 100% de su longitud se encontró en estado “Bueno”.

- Para el corredor México-Acapulco, para los tres años, el 100% de su longitud se encontró en estado “Bueno”.

- Globalmente, casi el 100% de la red evaluada en los tres años (tres veces la longitud de los tres corredores) se encontró en estado “Bueno” ($IRI < 3$).

Profundidad de Rodera

La evaluación de profundidad de rodera se hace mediante el empleo de los datos proporcionados y en base a los criterios más restrictivos, es decir, el colombiano que establece que la profundidad de rodera no debe ser mayor a 6 mm, y el mexicano y canadiense que establecen que no debe ser mayor a 10 mm. A partir de esto se obtiene que:

El 100% de la longitud de los tres corredores, cumplió con los criterios anteriores en 2008 y con el criterio mexicano y canadiense en los tres años. Sin embargo, en relación con el criterio colombiano, ya algunos segmentos del tramo México-Querétaro del corredor México-Irapuato ya no cumplieron con dicho criterio, así como varios tramos (México-Puebla y ambos sentidos del Puebla-Córdoba) del corredor México-Veracruz.

En 2009, en el corredor México-Irapuato ya hay algunos segmentos del tramo México-Querétaro que no cumplieron con el criterio colombiano; así como, en el corredor México-Veracruz, algunos segmentos de los tramos México-Puebla, y Puebla-Córdoba en los dos sentidos.

La situación empeora en extensión y magnitud en 2010, con tres tramos del corredor México-Irapuato en los que algunos segmentos no cumplieron con el criterio colombiano (ambos sentidos del México-Querétaro y el Irapuato-Querétaro); y dos del México-Veracruz

(México-Puebla y Puebla-Córdoba), siendo el más crítico el tramo Puebla-Córdoba donde sólo el 17.9% cumplió con el criterio colombiano.

- Destaca el hecho de que el Corredor México-Acapulco cumplió con el criterio colombiano en toda su longitud durante los tres años.

Calificación de la Corona

La información de calificación de la corona (C) proporcionada para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010, llevó a la obtención de los siguientes resultados:

- Para el primer semestre de 2009 y el corredor México – Irapuato, sus tres tramos quedaron en calificaciones de “Bueno” ($4 > C \geq 3$) y “Muy Bueno” ($C \geq 4$). Para el corredor México – Veracruz, en el tramo Puebla – México, 24.37% quedó en calificación de “Regular” ($C \geq 4$) (el resto en “Bueno” y “Muy Bueno”); en tanto que en el tramo Puebla-Córdoba, 35.8% quedó en esa calificación; así como el 100% del tramo Córdoba-Puebla. Para el corredor México-Acapulco, también sus tres tramos quedaron en calificaciones de “Bueno” y “Muy Bueno”.

- Para el segundo semestre de 2009, el panorama en los tramos de los tres corredores es similar que para 2008.

- Para los dos semestres de 2010, casi todos los tramos de todos los corredores quedaron en calificación de “Bueno” y “Muy Bueno”, con excepción de algunos segmentos del tramo México-Querétaro (corredor México-Irapuato) y México-Puebla (corredor México-Veracruz).

Calificación del Drenaje

La información de calificación del drenaje (D), fue proporcionada por la DGDC para los tres

corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010. El procesamiento de dicha información llevo a la obtención de los siguientes resultados:

- Para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” ($1 > D$) y “Malo” ($2 > D \geq 1$).

Calificación del Derecho de Vía

La información de calificación del derecho de vía (DV) obtenida para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010, llevo a la obtención de los siguientes resultados:

- Para el año 2009, para el primer semestre del año, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” ($2 > D \geq 1$) y “Regular” ($2 > D \geq 1$). Para el segundo semestre del año, casi el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” ($2 > D \geq 1$) y “Regular” ($2 > D \geq 1$), con excepción de los tramos de México – Querétaro y Querétaro – Irapuato del corredor México-Irapuato que quedaron con una calificación de “Muy Malo” ($1 > D$).

- Para el año 2010, para los dos semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” ($1 > D$) y “Malo” ($2 > D \geq 1$).

Calificación del Señalamiento Vertical

La información del señalamiento vertical (SV) obtenida para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010, llevo a la obtención de los siguientes resultados:

- Para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Muy Malo” ($1 > D$) y “Malo” ($2 > D \geq 1$).

Calificación del Señalamiento Horizontal

La información del señalamiento horizontal (SH) obtenida para los tres corredores en estudio y los dos semestres de los años de 2009 y 2010, llevo a la obtención de los siguientes resultados:

- Para los cuatro semestres analizados, el 100% de los tramos de todos los corredores, quedaron en calificaciones de “Malo” ($2 > D \geq 1$) y “Regular” ($2 > D \geq 1$).

Congestión

La información con que se cuenta, sólo permitió evaluar la calidad del flujo vehicular en términos del tránsito diario promedio anual (TDPA) (Referencia 10) y de la capacidad vial (Referencia 11) para ambos sentidos de cada tramo de cada corredor, en el año 2010.

La Tabla 2 clasifica la longitud de cada tramo que quedó en cada uno de los seis niveles de servicio considerados por el Manual de Capacidad Vial de la AASHTO (Referencia 2). Puede observarse que casi todos los tramos de todos los corredores, para condiciones anuales promedio, quedaron en los niveles de servicio “A” y “B” (flujo libre y flujo estable con pocas interacciones vehiculares respectivamente). Sólo algunos segmentos del tramo Puebla-México en ambos sentidos de circulación, del Corredor México-Veracruz, quedaron en el nivel “C” (flujo estable con nivel significativo de interacciones vehiculares).

Lo anterior no significa que en algunos momentos de elevada demanda (p. ej. períodos vacacionales), o cuando ocurren percances como son los accidentes, los niveles de calidad del flujo no lleguen temporalmente a condiciones de inestabilidad, como son los niveles de servicio E y F. Esto tendría mayor probabilidad de ocurrir en los segmentos de los tramos que presentan los menores niveles

(“B” y “C”) en la Tabla 2 (ambos sentidos del tramo México-Querétaro, México-Puebla, Puebla-Córdoba y Cuernavaca-Acapulco).

Encuestas de Calidad a Usuarios

Como ya se mencionó, la opinión en general de los usuarios es que los servicios proporcionados son de buena calidad. Cuando el tiempo de espera en cola en las casetas de cobro fue de menos de 2 minutos, más del 95% de los usuarios consideró que ese tiempo era aceptable, por lo tanto deberá buscarse que en todo momento se cumpla con ese estándar. Lo anterior requerirá de incrementar el número de plazas de cobro funcionando, en los períodos de elevada demanda por ejemplo.

Comentarios y recomendaciones

Los análisis que fueron posibles de realizar con la información disponible, señalan que:

- En términos de mortalidad por accidentes viales y de siniestralidad vial en general, las medidas para mejorar los índices correspondientes deben reforzarse en prácticamente todos los tramos de los tres corredores considerados. En ello pueden ayudar la realización de estudios de tratamiento de sitios de elevada concentración de accidentes, así como auditorías de seguridad vial.

- En relación con la calidad de rodamiento (Índice de Rugosidad Internacional o IRI), 50% de la longitud de los tres corredores considerados cumplió con el criterio español ($IRI < 2$). En relación con los criterios del HDM, prácticamente el 100% cayó en el estado “Bueno” ($IRI < 3$).

- En términos de la profundidad de rodera (aspecto importante a considerar tanto en términos de calidad de rodamiento como de seguridad vial), esto prácticamente no es un problema ni en relación con criterios

Tabla 2.
Porcentaje de la longitud de cada tramo con diferentes niveles de servicio para el año de 2010

Tramos	Carretera	Longitud (km)	Porcentaje de la longitud con Nivel de Servicio:					
			A	B	C	D	E	F
México-Irapuato	MÉXICO-QUERÉTARO	174.47	96.09	3.91	0.00	0.00	0.00	0.00
	QUERÉTARO-MÉXICO	174.47	96.09	3.91	0.00	0.00	0.00	0.00
	QUERÉTARO-IRAPUATO	104.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	IRAPUATO-QUERÉTARO	104.75	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
México-Veracruz	MÉXICO-PUEBLA	110.06	86.89	0.00	13.11	0.00	0.00	0.00
	PUEBLA-MÉXICO	110.06	86.89	0.00	13.11	0.00	0.00	0.00
	PUEBLA-CÓRDOBA	173.45	90.58	9.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	CÓRDOBA-PUEBLA	173.45	90.58	9.43	0.00	0.00	0.00	0.00
	CÓRDOBA-VERACRUZ	98.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VERACRUZ-CÓRDOBA	98.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
México-Acapulco	MÉXICO-CUERNAVACA	61.54	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CUERNAVACA-MÉXICO	61.54	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CUERNAVACA-ACAPULCO	273.80	95.76	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00
	ACAPULCO-CUERNAVACA	273.80	95.76	4.24	0.00	0.00	0.00	0.00

internacionales (colombiano y canadiense en este caso) ni nacionales.

- En relación con la calificación de la corona, casi todos los tramos de todos los corredores quedaron en calificación de “Bueno” y “Muy Bueno”, por lo cual tampoco este aspecto representa un problema.

- En términos de drenaje, derecho de vía, y señalamiento horizontal y vertical, la información obtenida señala que hay un margen muy amplio para la realización de acciones enfocadas a mejorar substancialmente estos aspectos.

- En términos de calidad del flujo vehicular, esto prácticamente no es un problema para condiciones promedio imperantes en los tramos de los tres corredores, sin embargo, en ciertos segmentos de ciertos tramos y durante periodos particulares (vacaciones, ocurrencia de percances, etc.), pueden presentarse niveles de servicio cercanos a la inestabilidad. Además, ante una demanda que es nutrida y creciente en los corredores considerados, deberá estarse atento a los requerimientos de ampliación de la capacidad de los tramos.

- A partir de la encuesta a usuarios de las autopistas México-Cuernavaca, México-Puebla, México-Querétaro, México-Pachuca y Cuernavaca-Acapulco, un tiempo de espera en cola en las casetas de cobro de menos de 2 minutos se considera adecuado en más del 95% de los casos. Por lo tanto, deberá buscarse el cumplimiento de este estándar en todo momento.

- Con relación al monto del peaje, la encuesta a usuarios arrojó que éste se considera adecuado para un peaje básico para automóviles de menos de \$1/km recorrido.

- La mayoría de los usuarios encuestados dijeron utilizar las autopistas por las ganancias en tiempo y en seguridad obtenidas.

- La opinión de los usuarios es que todos los servicios son aceptables, aunque algunos poco conocidos deben tener mayor difusión, por su gran potencial para orientar a los usuarios (p. ej. Facebook, Twitter, etc.).

- La implementación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) es muy rentable y tiene gran potencial de aplicación, para el mejoramiento de la eficiencia operativa y la seguridad en todas las carreteras de cuota.

Referencias

1. Aplicación de Indicadores de Calidad en Concesiones de Carreteras en España. Delgado C. y Vasallo, J. M. Consultado el 12 de septiembre de 2011. <http://www.caminos.upm.es/Construcci%C3%B3n2005/economia/catedra/doc/indicadores%20de%20calidad.pdf>

2. Highway Capacity Manual (5ta ed.). Transport Research Board (TRB). (2010). U.S.A.: TRB.

3. Determination of Performance Indicators to Evaluate the Quality Level of Toll Motorways. Zaragoza A. Consultado el 6 de octubre de 2011. <http://rru.worldbank.org/documents/toolkits/highways/pdf/58.pdf>

4. Lineamientos sobre penalizaciones, nivel de rechazo y de recepción de obra, según la calificación del Estado Físico de un Camino, Índice de Rugosidad Internacional “IRI”, Profundidad de Rodera “PR” y Resistencia a la Fricción. Dirección General de Autopistas de Cuota. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, México, D.F.

5. Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2008. CAPUFE, 2009.

6. Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2009. CAPUFE, 2010.

7. Bases de Datos de Accidentes de la Red Operada por CAPUFE, 2010. CAPUFE, 2011.

8. Encuestas de Calidad en el Servicio, 2010. CAPUFE, 2011.

9. Índice de Rugosidad Internacional (IRI), Profundidad de la Rodera (PR) y Calificación de la Corona de la Red de Cuota, 2010. Dirección General de Desarrollo Carretero (DGDC) de la SCT, 2011.

10. Datos Viales, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011.

11. Capacidad Vial de la Red Carretera Federal Libre, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011.

12. Calificación de la Corona de la Red Carretera Nacional, 2010. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, 2011.

SAUCEDO Guadalupe
msaucedo@imt.mx
MENDOZA Alberto
mendoza@imt.mx
ABARCA Emilio
eabarca@imt.mx

ECOEficiencia EN EL SECTOR TRANSPORTE

Introducción

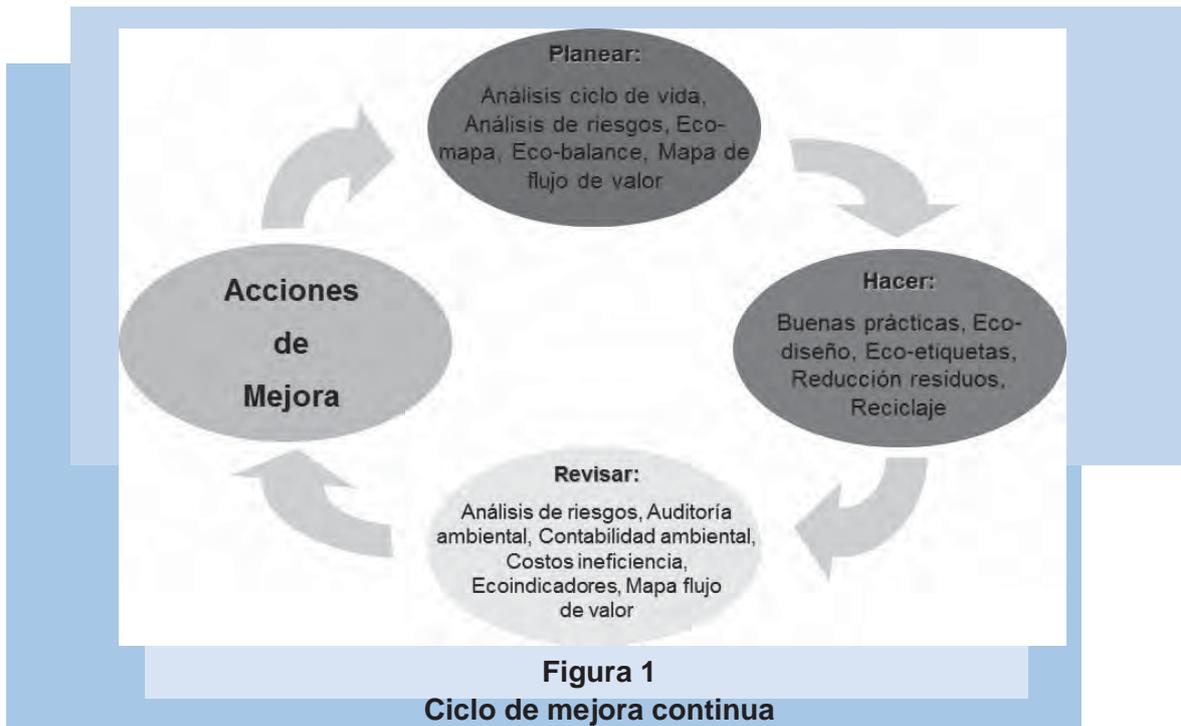
La ecoeficiencia se define como una estrategia ambiental con carácter preventivo y de integración, enfocada hacia procesos productivos, productos y servicios, a fin de reducir costos, mejorar prácticas administrativas y de operación, incentivar innovaciones tecnológicas y reducir los riesgos relevantes al ser humano y al medio ambiente a través de una serie de herramientas aplicables a diferentes necesidades y objetivos a implementar en una empresa o sector para el mejoramiento de los recursos, beneficios económicos y minimización de impactos ambientales.

Surge a raíz de las políticas medioambientales a nivel mundial, junto a nuevos conceptos que tienen el principal objetivo de reducir los impactos negativos en los procesos que los generan. Las herramientas en las que se basa permiten obtener y combinar información, para la toma de decisiones sobre cambios en la operación sin poner en riesgo atributos igual de importantes como lo son la calidad y la seguridad. Las metodologías de ecoeficiencia para ser aplicadas de manera

eficiente o correcta, requieren de práctica en los procesos por intervenir y una gran cantidad de información para el análisis detallado.

Existe además una estrecha relación entre la ecoeficiencia y el desarrollo sustentable. El desarrollo sustentable busca responder a las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de satisfacer estas necesidades en generaciones futuras, el beneficio económico y social con el menor deterioro ambiental posible. Dentro de los sistemas productivos, la satisfacción de necesidades y la relación que tienen con la limitación del medio para cumplirlas es considerada un elemento de primer orden en el diseño de estrategias ambientales en las empresas e instituciones, por lo que la ecoeficiencia es una estrategia empresarial aplicada para alcanzar el objetivo general del desarrollo sustentable.

Las herramientas que pueden emplearse para aplicar la ecoeficiencia son variadas; pueden ir desde análisis de ciclo de vida, análisis de riesgo, ecomapas, ecobalances, ecodiseño, mapas de cadenas de valor, benchmarking, políticas de producción (como Producción más Limpia – P+L) hasta instrumentos de gestión como lo son las auditorías ambientales.



Estas herramientas pueden clasificarse en tres grupos principales para facilitar su aplicación; se clasifican según su función:

1. De acuerdo con el objetivo que buscamos alcanzar, relacionado con el ciclo de la gestión medioambiental:

- a) apoyo a la gestión de la empresa,
- b) diagnóstico ambiental de procesos y productos,
- c) priorización de temas o
- d) mejoramiento de productos o procesos.

2. Al tema de análisis. Estas pueden ser enfocadas:

- a) al entorno,
- b) a la totalidad del desempeño de la empresa,
- c) a la cadena de producción,
- d) al proceso y
- e) al producto.

3. Al tipo de resultados:

- a) Cuantitativas, que pueden ser de datos absolutos o relativos y

- b) las cualitativas, que solo identifican el impacto pero no lo cuantifican.

Esta clasificación ayuda a conocer cómo y bajo qué condiciones podemos emplear una herramienta.

Actualmente estas metodologías se han llevado a cabo en procesos del sector transporte en distintas maneras, desde el análisis del consumo de energéticos, comparación entre métodos de construcción, rediseño, alternativas de mantenimiento en la operación de carreteras, comparación y elección de materias para la construcción en base a su extracción, sustitución de insumos, entre otros.

EcoEcoeficiencia aplicada

Caso: Reducción de Gases de Efecto Invernadero

Se han empleado diferentes metodologías de ecoeficiencia para evaluar el impacto ambiental en la construcción y operación de carreteras, una de ellas es el Análisis de Ciclo

de Vida (ACV) en la construcción de caminos. Este análisis se basa en el cálculo de gases de efecto invernadero (GEI) y la reducción que se puede lograr sustituyendo materiales o en la identificación de alternativas para el ahorro de combustible o la reducción de GEI (Tabla 1). Para el caso de la construcción de un terraplén se hace el análisis entre dos prácticas estructuralmente equivalentes: la sustitución de materiales hallados en el trazo, del tipo suelo tolerable y en 45 cm de espesor, por materiales procedentes de un banco a 10 Km de distancia del suelo seleccionado, y a esa distancia pueden ser depositados los materiales sobrantes. Con la mejora del suelo se evalúa el incorporar 3% de cal apagada o el empleo de cemento para obtener suelo estabilizado S-EST I.

En este tipo de análisis se emplea un indicador de equivalentes de dióxido carbono (Kg de

CO₂ eq). Se calcula el uso de maquinaria, tipo, horas de trabajo, transporte, emisiones en la extracción de los materiales, entre otros y se suman para contabilizar los GEI generados en términos de Kg de CO₂ eq.

Un ACV recopila las emisiones totales, incluyendo emisiones en subsistemas para que el subsistema principal no tenga mayores emisiones a costa de otros. Los valores parciales a veces pueden llevar a concluir que una opción es viable si no se consideran todas las variables implicadas. En este caso la cal y el cemento generan volúmenes significativos de CO₂ en su producción, estos valores son incluidos en el análisis para su uso en la estabilización del suelo.

El ACV revela que la alternativa de estabilización in situ produce un impacto ambiental, referido ha GEI generados, hasta seis veces mayor si se estabiliza con cal apagada (23,22 Kg eq CO₂ por m²) que el uso de materiales de préstamo (3,9 Kg eq CO₂ por m²), y hasta cuatro veces más (15,30 Kg eq CO₂ por m²) si se estabiliza con cemento. Estrategias energéticas y de reducción de GEI

Tabla 1
Equivalente de CO₂ de los GEI

Elemento	Potencial de calentamiento global (GWP)
CO ₂	1 GWP
CH ₄	21 GWP
N ₂ O	310 GWP
HFC	140-11.700 GWP
SF ₄	24 GWP

Estrategias energéticas y de reducción de GEI

Se ha encontrado [Archondo, 1994] que el consumo de combustible se incrementa de

Tabla 2
Comparación de emisiones de CO₂ eq de explanada con materiales de préstamo, estabilización con cemento y estabilización con cal por m²

EQUIPO	Kg CO ₂ CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	Kg CO ₂ CON ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO	Kg CO ₂ CON ESTABILIZACIÓN CON CAL
TOTAL Kg eq CO ₂ por m ³ explanada considerando los tiempos de uso de cada equipo	7,73	59,85	111,88
TOTAL Kg eq CO ₂ por m ² explanada	3,91	15,30	23,22

acuerdo al estado superficial del pavimento, este último determinado con el índice de rugosidad internacional (IRI).

Este caso es una evaluación de dos planes de mantenimiento en una red carretera, uno es el tradicionalmente llevado a cabo para un periodo de catorce años, y el otro es la propuesta de recortar el ciclo de mantenimiento a mitad de tiempo, es decir siete años. Evitando el deterioro del pavimento, se evitara también la generación de emisiones (GEI) por el aumento de la quema de combustible.

En este análisis se establece IRI menor a 2,5 como condiciones “buenas”, entre 2,5 a 3,5 como “aceptables”, y menores a 3,5 como “malas” o “pobres”. Con la función de IRI respecto al tiempo (Ec. 1) donde IRI es el índice de rugosidad y “EDAD” es el numero de años de la carpeta asfáltica, a los catorce años se espera se tenga un IRI de cerca 2,5 y en un escenario de siete años un IRI de 1,5.

$$\Delta (IRI) = 0,0499e^{0.0899*EDAD} \quad IRI = 0,9595e^{0.0622*EDAD}$$

Ec. 1

Teniendo en cuenta que el consumo de combustible para un TDPA en catorce años es de 66.941 litros, ahorrar 36,46 litros, significa 0,326% de combustible. Estos litros se convierten a 580 Kg de CO2 eq, para lo que un TDPA de 10.000 se convierten en 5.803 ton de CO2 eq, 11.605, para uno de 20.000, y así subsecuentemente.

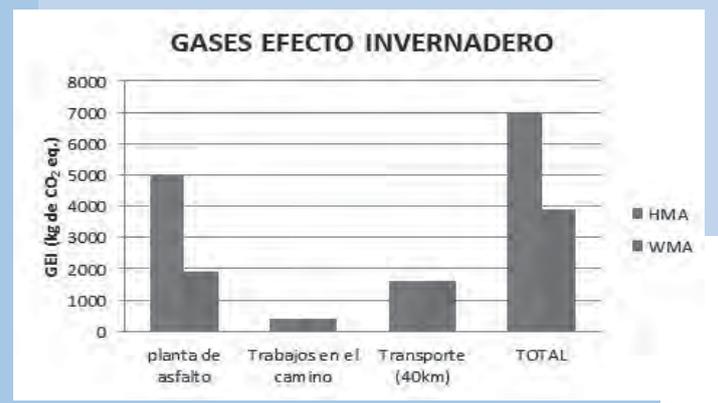
El llevar a IRI mayores a 3.5 una red de 2.150 Km, en ciclos de siete años y no de catorce, como se hace actualmente, lleva a ahorros anuales del 0,2% en el consumo de combustible; en el análisis se llegan a ahorrar 66.000.000 litros de combustible, lo que se traduce en la no emisión de 200.000 toneladas de CO2. Por el lado económico, hay un incremento en el costo del mantenimiento del camino, sin embargo, la mejora en los caminos reduce el mantenimiento en los

vehículos (partes, llantas y mano de obra); beneficio que va de manera directa a los propietarios de vehículos. Adicionalmente, la mejora del IRI lleva a decrementos en los índices de accidentes en carreteras, en lesiones y mortalidad en los caminos.

Mezclas asfálticas Calientes Vs Tibias

El tercer caso es la comparación de la evaluación ambiental de una mezcla caliente y una tibia de asfalto, en procesos a escala industrial mediante el análisis de ciclo de vida. Se consideraron los impactos simultáneos de la utilidad de los procesos involucrados para las mezclas de asfalto calientes (HMA) (160°C) y las mezclas tibias (WMA) (<100°C). Los resultados comparativos obtenidos se hicieron sobre la energía (en Joules) empleada y los GEI (en kg de CO2 eq.) generados, de los dos métodos de asfalto HMA y WMA; se incluyeron los mismos flujos de materiales e iguales condiciones de transporte (distancia de 40km); las cantidades, origen de los agregados y del asfalto son iguales para ambos casos, teniendo como fuente de energía la misma planta industrial y equipo empleado para los trabajos sobre el camino.

Figura 2 Emisiones GEI



Los datos obtenidos nos proporcionan una justificación para el cambio de metodología sobre aplicar mezcla de asfalto en caliente (HMA) (160°C) a la utilización de mezclas de asfalto en tibio (WMA) (<100°C) para la pavimentación de proyectos en carreteras, lo

que nos muestra ahorros cerca del 47% en energía y 44% en GEI, ambos en planta.

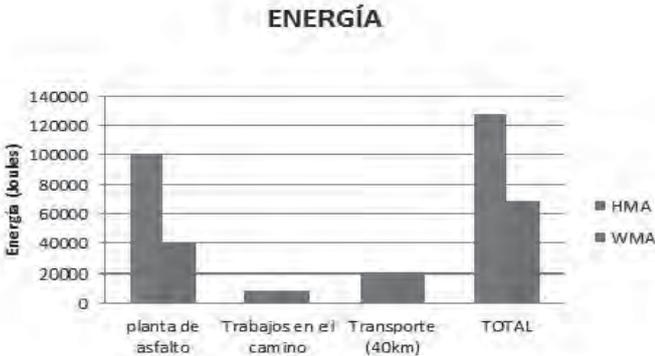


Figura 3
Consumo de energía

Calculadora de GEI y huella de carbono

Las calculadoras de GEI (en eq. de CO₂) son sistemas y hojas de cálculo que emplean factores de emisión determinados con metodologías definidas para la estimación de volúmenes de CO₂ eq. de una o un conjunto de actividades. Existe una diversidad de estas calculadoras, su validación generalmente esta dada por la entidad u organismo que la sustenta. Estas calculadoras permiten dar una idea de todas las emisiones generadas por una persona o una pequeña organización durante un periodo de tiempo. Con el resultado, se logra una visualización de lo que se genera en GEI y la llamada huella que deja un proceso, persona o actividad. El objetivo del cálculo es compensar el impacto negativo sobre el planeta incorporando actividades y hábitos sustentables; la huella de carbono representa una medida fundamental que contribuye a la toma de decisiones de prácticas sustentables y estrategias de reducción más eficaces en la lucha contra el calentamiento.

En la evaluación de un proyecto de ampliación de 119 Km de carretera se empleó una calculadora de GEI para carreteras llamada CHANGER, (por sus siglas en inglés: Calculator for Harmonised Assessment and Normalisation of Greenhouse-gas Emissions

for Roads), desarrollada por la Federación Internacional de Carreteras (International Road Federation, IRF). Las mejoras tienen expectativas de vida útil de doce años en un tramo de 110 Km, con especificaciones de sub- base granular (GSB), mezcla húmeda (WMM) y espesores variantes en el pavimento, y mejoras de drenaje; una demanda de pasajeros esperada de 137.816.047, y de carga de 77.120.411 toneladas. Considerando las distintas etapas involucradas en el proyecto (ampliación del derecho de vía, remoción de material, construcción de sub-base granular (GSB) y las opciones de pavimento elegidas: mezcla húmeda (WMM, por sus siglas en inglés), mezcla asfáltica o de concreto, y las obras complementarias para las distintas partes en lo largo del tramo.

En este análisis se realizó en sub actividades donde se contemplaron los equipos (excavadora, niveladora, rodillo, riego, etc.), las horas de uso y el combustible utilizado en la construcción del terraplén usando suelo de banco de préstamo, la construcción usando suelo del mismo sitio, la construcción de la subrasante usando materiales de un banco de préstamo, y las actividades de remoción y recompactación.

En suma las emisiones en CO₂ eq generadas en este proyecto de ampliación son 52.083 toneladas de CO₂ eq. Este resultado debe integrarse al proceso de construcción y su consideración en la evaluación de los impactos ambientales para la consideración de las medidas de mitigación correspondientes a la magnitud del impacto que se genera en el ambiente en este tipo de proyectos; actualmente se cuenta con metodologías y herramientas que posibilitan este tipo de evaluaciones.

ConConclusiones

La práctica actual debe considerar todos los impactos ambientales e integrarlos al proceso de construcción, mantenimiento y operación

de los proyectos carreteros para implementar las medidas de mitigación correspondientes. Las evaluaciones sobre el ahorro energético, mejoras de mantenimiento, sustitución de materiales, análisis de emisiones generadas por actividades dentro de un proyecto carretero, implementar mejoras en los diseños de pavimentos, el optar por prácticas ambientalmente más amigables, rediseño, evaluaciones comparativas para materiales o métodos, o un sencillo análisis sobre las actividades adjuntas a un proceso principal como un conjunto de éste son evidencia de la contribución del sector hacia un desarrollo sustentable.

El análisis de los proyectos que actualmente se desarrollan a nivel mundial, empleando herramientas informáticas para las evaluaciones ambientales, está ayudando a generar bases de datos y ajustar las metodologías de ecoeficiencia para ser más precisa en el cálculo de emisiones, gastos y generación de índices ambientales. Existe aún un gran campo de mejora para dichas herramientas; sin embargo, lo generado a la fecha representa un gran avance en el tema. Sin dejar de ser eficientes en otros aspectos igualmente importantes, como lo son la calidad de ingeniería y la seguridad vial, el Sector Transporte está en la tendencia mundial de ser cada vez más eficiente, y más sustentable al implementar técnicas de análisis para disminuir los impactos ambientales y la reducción de GEI.

Esperamos que el presente trabajo coadyuve a la generación de investigaciones referidas a los análisis de ecoeficiencia en procesos productivos del sector transporte y en análisis de proyectos, con la finalidad de encaminar esfuerzos a la sustentabilidad ambiental.

Bibliografía

Archondo-Callao, Rodrigo S, Asif Faiz. World Bank Technical Paper Number 234. "Estimating vehicle operating costs". (ISSN 0253-7494; 234) (1994).

Canada's National Highway System. Condition Report. Council of Ministers Responsible for Transportation and Highway Safety. (2009) [CNHS].

Dorchies, P. T. 2009. "Strategies for road maintenance: Energy efficiency and GHG emissions" Sustainable Development Manager 2009 Annual Conference & Exhibition. Octubre 18-21 Vancouver British Columbia (2009).

Jullien, A., Ventura, A., Moneron, P., Tamagny, P., Olard, F. y Zavan, D. Deputy head of Division for Sustainable Approaches' in Civil Engineering. Laboratoire Central des Ponts et chaussées. Public Research Institute. Multiple dimensions of the environment systemic approach. Paris (2009). [LCPC].

Nanda, P.K., Chandwar, A., Sahu, B.K.. Green-House emissions from the road project, improvement of Gomti Beawar section of NH 8"- a case study. International Seminar on Reducing Carbon footprint in Road Construction PIARC. Technical Papers. New Delhi. pp. 27-38 (2011).

Ortiz-Ripoll, J. Criterios para una valoración medioambiental de la sustitución del filler de recuperación de los áridos en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente. Revista Rutas. No. 107. Madrid (Marzo – Abril 2005).

Remmen, A., Jensen, A., Frydendal, J. Life cycle management : a business guide to sustainability. United Nations Environment Programme. SETAC. Editorial Nairobi. Kenya (2007).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Taller de Liderazgo Ambiental para la Competitividad. México (2008). [CIDETEQU. SEMARNAT. 2008].

***El resto de la bibliografía y mayor información sobre ecoeficiencia puede ser consultada en la Publicación Técnica No. 351. (http://www.imt.mx/Sitio/MT/Publicaciones/frmPublicacion.aspx?ID_CON_Seccion=4)**

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

GLOSARIO

Artículo 1:

Siniestralidad vial: Perjuicio ocasionado por accidentes de tránsito.

Carretera: Vía interurbana para la circulación de vehículos automotores.

Acceso: Ingreso o conexión.

Área Urbana: Espacio geográfico comprendido entre los límites de una ciudad.

Artículo 2:

Ecoeficiencia: aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a

los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente.

Medidas de Mitigación Ambiental: obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.

Gases Efecto Invernadero (GEI): Gases que absorben gran parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra y la devuelven de nuevo a la superficie terrestre calentándola; son el vapor de agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), el ozono (O₃) y los clorofluorocarbonos (CFC).

PROYECTO EN MARCHA

Estudios sobre el robo al autotransporte en las carreteras de México

En los últimos años el robo al autotransporte en México se ha incrementado causando enormes pérdidas al sector empresarial, por lo que un estudio para conocer los factores de riesgo que enfrentan los transportistas parece pertinente. Los estudios de seguridad en la cadena de suministro, destacan al transporte como el eslabón más débil que presenta el mayor riesgo de verse involucrado en problemas de seguridad; en el caso particular de México, el robo de mercancía en carretera se detecta como una de las principales amenazas con mayor impacto en la eficiencia y competitividad empresarial.

Por este motivo, la Coordinación de Integración del Transporte se ha preocupado por iniciar una serie de estudios en materia de seguridad para analizar la problemática, características y retos a los que se enfrentan las empresas que conforman la cadena de suministro en general, y en particular, las empresas del sector del autotransporte de carga.

Para atender esta necesidad, en principio se llevó a cabo la revisión de diferentes fuentes bibliográficas que abordan esta problemática. Dichas fuentes demuestran que el estudio de la seguridad en el ámbito de la logística y

la cadena de suministro es muy reciente, en donde las investigaciones se han basado en datos conceptuales y cualitativos atendiendo el impacto de las interrupciones operativas en el abastecimiento de productos y los problemas de seguridad relacionados con el terrorismo.

Por esta razón, actualmente se lleva a cabo un proyecto que tiene como objetivo identificar las variables que influyen en el riesgo de robo en carretera, para encontrar una función que permita cuantificar el riesgo mediante la ponderación de las variables, proporcionando información que facilite la evaluación del nivel de seguridad del transporte de mercancías para apoyar la toma de decisiones en la planificación de un sistema de seguridad para las empresas manufactureras y de autotransporte.

Para identificar estas variables de riesgo, se aplicó una primera encuesta a empresarios afectados por robos en carreteras y se analizó la información disponible de los robos al autotransporte a nivel nacional utilizando estadística multivariable con el método de componentes principales. Adicionalmente, se

diseñó una encuesta que se aplicó a expertos en seguridad de la cadena de suministro mediante el método Delphi. Al contrastar las diferentes fuentes se han encontrado interesantes hallazgos que aportan una visión diferente sobre el tema del robo al autotransporte, descartando supuestos como la ruta, pues el paso por un punto determinado no es un factor determinante de robo como lo es la existencia de una “demanda previa” y la facilidad del producto de ser distribuido rápidamente sin dejar rastro y ser cambiado por efectivo, variables que anteriormente no habían sido consideradas en este fenómeno. Los avances en el estudio del robo en carretera originalmente estaban planteados para aportar recomendaciones y posibles vías de acción a los empresarios e identificar las características que puedan convertir a las empresas en blancos fáciles para el crimen organizado, sin embargo; en este estudio se han identificado factores de riesgo que pueden ser de utilidad para el desarrollo y aplicación de políticas públicas.

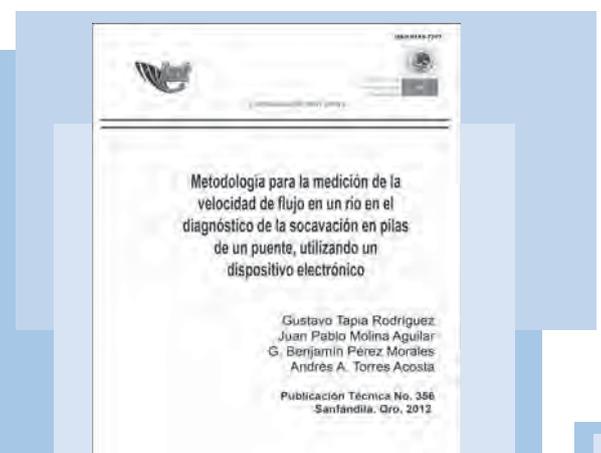
DE LA TORRE Elizabeth
edltorre@imt.mx

PUBLICACIÓN

Indicadores Económicos para el Autotransporte Federal de Pasajeros

En la **Publicación Técnica 357** se examina el estado actual de los indicadores disponibles para el autotransporte de pasajeros, en la red carretera federal, así como las prácticas usuales en países avanzados; hace una propuesta para extender estos indicadores para medir el desempeño del subsector, observando su evolución y proporcionando mejores panorámicas a los planificadores y a los diseñadores de políticas de transporte que buscan mejorar la eficiencia y la calidad del servicio de transporte de pasajeros en la red carretera federal.

Instituto Mexicano del Transporte



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

EVENTOS ACADÉMICOS

Evolución del impacto ambiental en carreteras

Del 3 al 7 de septiembre se llevo este curso en las instalaciones del Instituto, el cual tuvo como objetivo principal capacitar y concientizar sobre la importancia de la mitigación del impacto ambiental en las carreteras, revisando casos de estudio y de éxito, así como la implementación de monitoreo para el seguimiento de las medidas de mitigación. Adicionalmente se introducirá el tema de cambio climático, como un impacto a la infraestructura del transporte y las estrategias para mitigarlo.

El curso se diseñó para ingenieros y profesionales que participan en la planificación, construcción y supervisión de la infraestructura para el transporte carretero, específicamente en temas ambientales, como es la evaluación del impacto ambiental y sus efectos sobre el medio ambiente, provenientes de la Secretaría de Comunicaciones y transportes, tanto de oficinas centrales, como de los diferentes centros SCT del país, así como a profesores o investigadores de las diferentes universidades del país.

Tuvo una asistencia de 37 participantes de los cuales provinieron de los Centros SCT de Nayarit, Tabasco, San Luis Potosí, Michoacán, Durango, Sinaloa y Jalisco; de la Universidad Autónoma de Querétaro, así como de las empresas Caminos y aeropistas de Oaxaca, SACC Ingeniería S.A. de C.V., Grupo de profesionales en manejo y administración integrados a ecosistemas forestales S.A. de C.V., Grupo constructor Premurhe S.A. de C.V., Biota corporativo ambiental S.A. de C.V., Consorcio ambiental Padilla y Valencia S.A. de C.V., Autovía Necaxa-Tihuátlan S.A. de C.V.

Algunos de los temas impartidos fueron:

- Esquema general de gestión ambiental
- de proyectos
- Elaboración de una manifestación de
- impacto ambiental
- Generalidad del esquema jurídico nacional sobre impacto ambiental
- Nueva Ley de cambio climático
- Metodologías generales de evaluación del impacto ambiental

El último día del evento se realizó la reunión fundacional del Comité técnico nacional de Impacto Ambiental en Carreteras, CTNIAC. Los 38 especialistas participantes suscribieron la visión del Comité: ser un grupo que participe en la toma de decisiones técnicas que auxilien las acciones estratégicas, legales y políticas nacionales en los temas inherentes al impacto ambiental en carreteras. Bajo los auspicios de la Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, el CTNIAC acordó difundir las mejores prácticas de evaluación del impacto ambiental, medidas de mitigación, monitoreo ambiental y supervisión ambiental; elaborar manuales y procedimientos del tema; formular e impartir cursos de capacitación para residentes de obra, constructores y contratistas para la ejecución de los trabajos ambientales, entre otros. El Comité será organizado por grupos de trabajo conforme a sus intereses convenga, además de realizar una integración regional de los miembros para facilitar el intercambio de información y experiencias.

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. 2029
 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. 2007 martner@imt.mx

Dr. Miguel Martínez Madrid
Coordinador de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural
 (442) 216 97 77 ext. 3101
 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. 2113 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: capacitacion@imt.mx

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

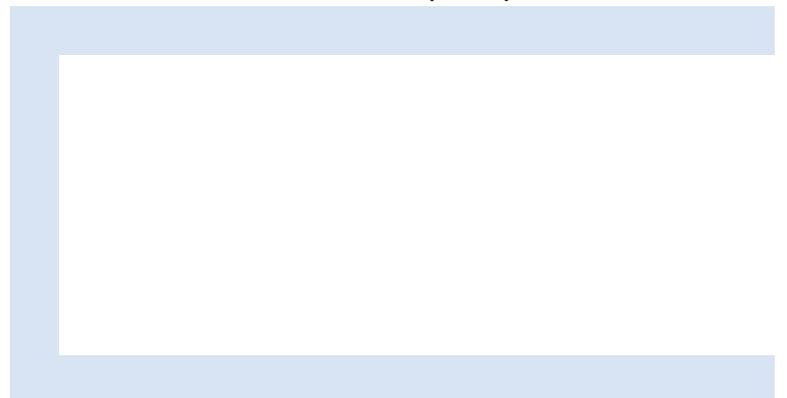
El contenido de los artículos aquí publicados es responsabilidad exclusiva de sus autores; por tanto, no refleja necesariamente el punto de vista del Instituto Mexicano del Transporte.

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
CA22-0070
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL