

Las bolsas de aire como dispositivos de seguridad pasiva en vehículos

Introducción

Colateral al avance y modernidad de los vehículos, que permiten circular con mayor velocidad combinado con el aumento de otras capacidades, la seguridad de los ocupantes es uno de los aspectos importantes que se consideran en su diseño y fabricación. Con esta premisa, los fabricantes han desarrollado diversos equipamientos, componentes o mecanismos orientados a mejorar las condiciones para preservar la vida del conductor y de los pasajeros. Uno de estos equipamientos es la bolsa de aire, que al igual que los cinturones de seguridad, es considerada como un sistema de seguridad pasiva.

El sistema de bolsa de aire (airbag) fue patentado por la firma Mercedes-Benz en 1971, después de haber invertido algunos años en su desarrollo, [1]. Esta bolsa se infla en fracciones de segundo gracias a un proceso pirotécnico, cuando el vehículo choca con un objeto sólido a una velocidad considerable. De esta manera, forma un colchón instantáneo para disminuir el contacto brusco de los ocupantes con los elementos del interior del vehículo. En su versatilidad, algunos vehículos cuentan con bolsas frontales, laterales, tipo cortina (para la cabeza) e incluso para las rodillas, aunque la principal se instala en el volante de dirección con el propósito de proteger al conductor.

El uso de dispositivos de este tipo es resultado del desarrollo y adaptación de diversas tecnologías, sustentadas por los estudios que se realizan en torno a las causas de accidentes viales. No obstante, ninguna aplicación introducida para mejorar la seguridad será efectiva si el usuario de un vehículo, conductor y/o pasajero, no toma la iniciativa de proteger su vida.

El automóvil en movimiento

Las leyes físicas del movimiento

Bajo el rigor del cumplimiento de las leyes de la física, los objetos en movimiento poseen una característica denominada momentum, definida esencialmente como el producto de su masa por su velocidad. Además, a menos que una fuerza externa actúe sobre el objeto, éste no cambiará ni la velocidad ni el sentido de su movimiento actual. Los vehículos consisten de varios objetos, incluyendo a ellos mismos, objetos sueltos y, naturalmente, los ocupantes – conductor y pasajeros. Si los objetos no se fijan continuarán su movimiento a la velocidad que el vehículo se desplace aunque éste se detenga súbitamente, como en el caso de un choque, [2].

Para reducir y anular el momentum de un objeto es necesario aplicar una fuerza por un

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| LAS BOLSAS DE AIRE COMO DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD PASIVA EN VEHÍCULOS | 1 |
| ESTUDIO PILOTO PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SEGURIDAD VIAL EN LA RED CARRETERA FEDERAL | 8 |
| GLOSARIO | 16 |
| PROYECTOS EN MARCHA | 17 |
| PUBLICACIÓN | 18 |
| EVENTOS ACADÉMICOS | 18 |

determinado periodo de tiempo. Cuando un vehículo colisiona, la fuerza para detenerlo es muy grande debido al cambio casi instantáneo de su momentum, mientras que los ocupantes mantienen la tendencia del movimiento original, con muy poco tiempo para actuar. En este sentido, se desarrollan y aplican dispositivos cuyo propósito sea el de detener al conductor y pasajeros e infringir el menor daño posible por esa detención, todo ello en menos de un segundo. Este segundo puede ser suficiente para detener gradualmente el movimiento del ocupante, aprovechando el espacio permisible entre el conductor y el volante de dirección, así como entre el tablero y el pasajero, [2]. Tal es el caso de los cinturones de seguridad y las denominadas bolsas de aire.

La seguridad en el automóvil

La seguridad vial consiste en todas aquellas acciones y factores involucrados en la prevención de accidentes o la atenuación de sus efectos, que incidan en la salud e integridad de las personas. El desarrollo de los esquemas de seguridad, con aplicaciones frecuentes en automóviles, ha conducido a establecer una clasificación de acuerdo a las características de operación. Así, desde la perspectiva de operación de un vehículo, son dos los tipos de seguridad: la seguridad activa y la seguridad pasiva. La diferencia entre ambos estriba en la temporalidad de su operación, es decir, para prevenir un accidente o para atenuar sus efectos una vez ocurrido.

En términos generales, la seguridad activa involucra el conjunto de mecanismos o dispositivos destinados a evitar o disminuir el riesgo de que se produzca un accidente. La seguridad activa asiste de manera permanente al conductor durante el movimiento del vehículo y sus alcances podrían enunciarse en la mejora de la estabilidad y de la visibilidad. Por un lado, participan aquellos componentes del vehículo que involucran el control de la respuesta de la fuente de potencia para producir el movimiento, el control de la dirección, la eficacia de los frenos, el sistema de soporte incluyendo

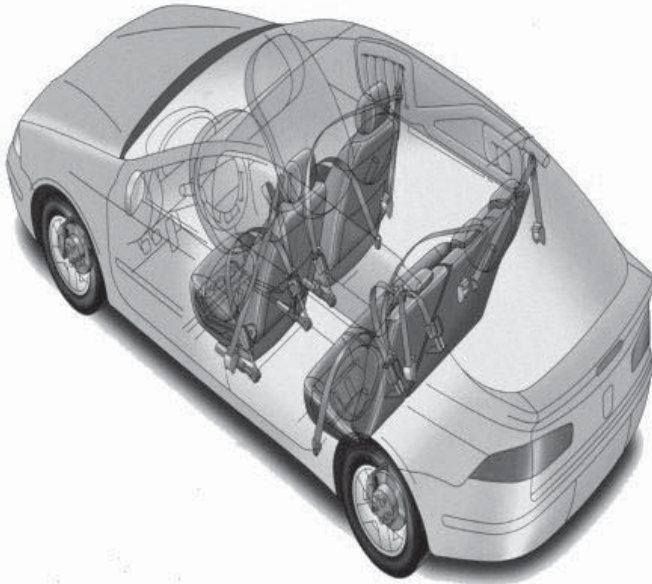
llantas, amortiguadores y otros elementos de la suspensión. El refinamiento de algunos componentes permiten tener asistencia en el frenado, como los frenos antibloque (ABS, anti-lock brake system) y los de distribución del par de frenado (EBD, electronic brake distribution); o asistencia combinada a partir del desempeño al frenado y la tracción, como los sistemas de control de estabilidad (ESP, electronic stability program; ESC, electronic stability control; DSC, dynamic stability control), o de tracción (TCS, traction control system; ASR, anti-slip regulation; EDL, electronic differential lock), entre otros.

Por otro lado, participan también en la seguridad activa elementos, sistemas y componentes que pueden ocultar aparentemente los alcances de su función y que son destinados a ubicar y visualizar el entorno. En este grupo se considera el sistema de iluminación y uso de las luces, que permite ver y ser visto, así como los accesorios que facilitan la percepción visual alrededor del vehículo, como espejos retrovisores y de eliminación de puntos ciegos, sensores de proximidad y radares.

Respecto a la seguridad pasiva, su función principal es minimizar los daños que se pueden ocasionar a los ocupantes en caso de que se produzca un accidente, considerando además, en su caso, peatones, animales y accesorios viales con los que pueda colisionar un vehículo. Aunque en esta función participan variados elementos, los principales se engloban en la deformabilidad de algunas partes estructurales del vehículo para que absorban la energía en caso de impacto, cinturones de seguridad, cabeceras y bolsas de aire, entre los principales, Figura 1.

De esta manera, en el chasis y la carrocería existen zonas que absorben la energía en caso de un impacto, ajustando además el desplazamiento del motor para que no se introduzca en el habitáculo, mientras que los cristales de parabrisas y ventanillas se fabrican de manera que no produzcan astillas que puedan dañara a los pasajeros. Complementariamente, algunas cabeceras de los asientos protegen

frenando el movimiento del cuello para disminuir el efecto en los huesos cervicales, por lo que deben ajustarse conforme con la altura de la persona sentada.



Fuente: www.circulaseguro.com

Figura 1
Algunos elementos de seguridad pasiva en el automóvil

Las bolsas de aire se diseñan para trabajar de manera conjunta con los cinturones de seguridad, por lo que además se considera un dispositivo suplementario. Su función es efectiva si el cinturón de seguridad se usa y opera adecuadamente, ya que la bolsa en sí puede ocasionar lesión por la rapidez y el mecanismo de inflado. Aunque no todos los vehículos están equipados con este sistema, se recomienda usar al menos el cinturón de seguridad, si el vehículo lo posee.

Las bolsas de aire (Airbag)

Las bolsas de aire son conceptualizadas para brindar protección a los ocupantes en el interior de un vehículo cuando éste es sujeto a impacto, reforzando la protección ofrecida por el cinturón de seguridad. Fabricadas de una trama tejida de nylon como base, la bolsa plegada se coloca en el interior del volante para proteger al conductor y, en su caso, en el tablero para proteger al copiloto. La bolsa o las bolsas se

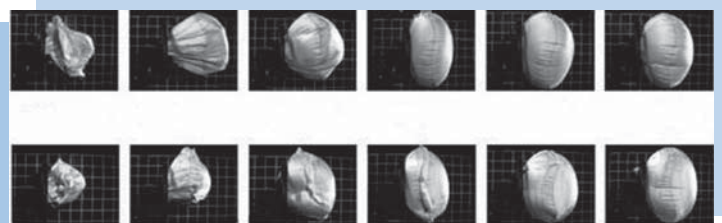
activan en impactos frontales y oblicuos de hasta 30° respecto del eje longitudinal del vehículo, normalmente a velocidades mayores a 30 km/h que, como se observa en la Figura 2, evidencian el riesgo de sufrir lesiones graves en cabeza, cervicales y parte alta del tronco del ocupante del asiento, [3].



Fuente: www.elperiodicodelmotor.com

Figura 2
Bolsas de aire en operación

La bolsa se infla en unas cuantas milésimas de segundo después del choque, cuyo gas interno permite amortiguar el movimiento del cuerpo humano, absorbiendo su energía cinética. Un ejemplo de secuencia de inflado se muestra en la Figura 3, en el que la bolsa puede alcanzar su inflado operacional en alrededor de 30 a 50 milisegundos, que puede implicar una velocidad de inflado de más de 300 km/h. Con ello, se asegura que la bolsa esté completamente inflada antes de ser impactada por el cuerpo del ocupante. Posterior al impacto, la bolsa



Fuente: www.motorspain.com/tag/i-srs-airbag

Figura 3
Bolsas de aire en operación

se desinfla también rápida y automáticamente gracias a unas perforaciones en la base de la bolsa, lo que le toma alrededor de 30 milisegundos. Por esta razón, la bolsa ya no es funcional en impactos posteriores.

Componentes del sistema

Un sistema básico de bolsa de aire frontal consiste típicamente de tres partes principales: módulo de bolsa de aire, sensor de impacto y unidad de diagnóstico, [4]. Como todos estos componentes se energizan a través de la batería del vehículo, por seguridad el sistema puede mantener una carga de reserva por un breve periodo de tiempo, de 1 segundo a 10 minutos. Lo anterior contempla el caso de que, como consecuencia de un accidente, se desconecte o destruya la batería o se apague el sistema de encendido del vehículo, [5].

El módulo de la bolsa de aire contiene, a su vez, una unidad de inflado y una bolsa de aire plegada con una cubierta plástica para apertura rápida. El volumen de la bolsa inflada puede alcanzar alrededor de 60 litros, en un diámetro de poco más de 0,5 m, como es el caso de la bolsa del copiloto. Para el caso del conductor, la bolsa se coloca en el volante de dirección, mientras que para el pasajero se coloca en el tablero.

El sensor o detector de impacto puede localizarse en el frente del vehículo o en el habitáculo de pasajeros, pudiendo colocarse más de uno para una operación redundante. Estos sensores se activan comúnmente por una desaceleración repentina, diferente a la acción de frenado brusco, enviando una señal eléctrica que a su vez activa un elemento iniciador (comúnmente de ignición) de la unidad de inflado. Su diseño previene que la bolsa se active cuando el vehículo se desacelera o acelera con cierta brusquedad por la irregularidad del camino, como topes o baches o cuando se presenta una colisión menor.

La unidad de diagnóstico monitorea la funcionalidad del sistema, que se activa a la vez con el interruptor de encendido e inicia

un autodiagnóstico del sistema. Si la unidad detecta un problema se alerta al conductor a través de una luz en el tablero, requiriéndose una revisión por un técnico especializado. La unidad de diagnóstico comúnmente contiene el dispositivo que almacena la energía para en caso de una interrupción con la fuente de energía del vehículo.

En algunos casos, los vehículos pueden contener también un interruptor manual de activación/desactivación de la bolsa de aire, principalmente para la del copiloto. La desactivación manual es recomendada en caso de que el pasajero tenga una condición médica que lo sitúe en un mayor nivel de riesgo o cuando se transporte un menor de 12 años como copiloto, así como para el caso del conductor cuando haya una distancia menor a 25 cm entre él y el volante de dirección, [4]. No obstante, es mayormente recomendable que un médico determine el uso o no de la bolsa para aquéllos en la primera condición, que los niños se transporten en el asiento posterior, para la segunda condición, y que se incremente el espacio entre conductor y volante cuando sea posible, para la tercera condición, [4].

Operación

Básicamente, el sistema de bolsa de aire por choque frontal se activa por la desaceleración súbita que se produce ante un impacto equivalente a golpear una barrera sólida a una velocidad aproximada de 20 km/h. Se estima que esta velocidad sería equivalente a golpear otro automóvil estacionado de tamaño similar, en choque frente-frente a poco más de 40 km/h, considerando que habría energía absorbida por deformación estructural y por desplazamiento del automóvil inicialmente estático. Sin embargo, es común que los choques se den de manera oblicua, por lo que las fuerzas de desaceleración no se distribuyen uniformemente en el frente del vehículo. Por tanto, la velocidad relativa entre dos vehículos, el que impacta y el impactado, puede ser mucho mayor en un choque real que el equivalente al choque con una barrera para que se active la bolsa de aire. Más aún, un vehículo puede impactarse contra un objeto

diferente que se encuentre en su trayectoria y que active el sistema, tales como rocas, árboles, postes, defensas, barreras, animales de gran peso y otros, [4].

El parámetro físico que dispara la activación de la bolsa de aire es la desaceleración. Ante un impacto en las condiciones descritas anteriormente, el sensor de impacto detecta la desaceleración súbita que dispara una reacción de ignición extremadamente rápida de un gas propulsor en el módulo de inflado de la bolsa. El sensor de impacto envía una señal eléctrica a un elemento iniciador en el módulo de inflado que, similar a un foco incandescente, consiste de un alambre delgado que se calienta y activa la detonación del propulsor. El propulsor, un químico sólido -principalmente una sal de sodio (NaN_3) en un compartimento propiamente sellado, reacciona rápidamente con un oxidante (que puede ser nitrato de potasio, KNO_3) y libera gas nitrógeno que infla la bolsa, como se esquematiza en la Figura 4, [5]. En algunos casos se emplea gas argón, aprovechando la ventaja de gases no nocivos para la salud.

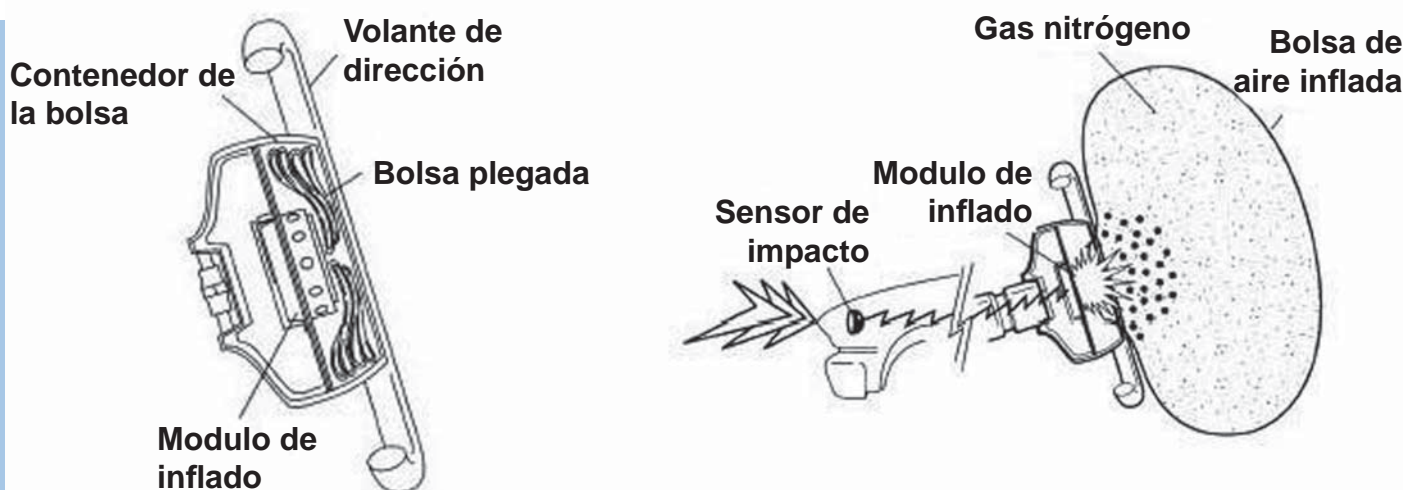
Durante la expansión, el gas nitrógeno experimenta un proceso que disminuye su temperatura y elimina los residuos de la combustión. Así mismo, el interior de la bolsa

está impregnado de talco en polvo o de almidón para facilitar el despliegue.

Una vez que la bolsa se ha inflado, inicia su proceso de desinflado a través de las perforaciones en la parte posterior de la bolsa. Durante el desinflado se libera polvo (del talco o del almidón) y eventualmente pequeñas cantidades de hidróxido de sodio que puede causar irritación leve a los ojos o heridas abiertas. Sin embargo, al exponerse al aire, el hidróxido de sodio se convierte rápidamente en bicarbonato de sodio. Dependiendo del tipo de sistema de la bolsa de aire, puede también haber un poco de cloruro de potasio, un sustituto de sal común, [4].

Posible daño por contacto

Las bolsas de aire deben ser infladas muy rápido para que sean efectivas, por lo que emergen del volante o del tablero a muy alta velocidad. Debido a la fuerza inicial, durante el proceso de inflado se puede ocasionar daños por contacto al ocupante, aunque éstos son comúnmente por abrasión o quemaduras menores. Por otro lado, aunque son raros, se pueden producir daños severos o la muerte cuando el ocupante está demasiado cerca del módulo de la bolsa cuando se infla. Esto principalmente puede ocurrir



Fuente: www.madehow.com/Volume-1/Air-Bag.html

Figura 4
Esquema de operación de la bolsa de aire para el conductor

cuando los conductores no están propiamente ajustados a su asiento, debido al no uso o deficiente uso del cinturón de seguridad, que se deslizan hacia el frente o se colocan muy cerca del volante, [4].

A pesar de que la bolsa se infla prácticamente frente a la parte superior del cuerpo, existen pocos riesgos de asfixia, debido a que, una vez completamente inflada, la bolsa se desinfla rápidamente. Mayor riesgo se genera cuando el asiento delantero lo ocupan niños o personas menores, debido a dificultades para ofrecer una apropiada fijación de éstos al asiento, así como por la necesidad de uso de adaptadores, como equipos “portabebés” o sillas especiales que no se ajustan propiamente al peso y volumen del menor. En muchos países, las autoridades de seguridad en el transporte recomiendan mejor usar los asientos traseros para colocar niños y bebés, con cinturones de seguridad y sillas especiales debidamente colocadas.

Nuevas tecnologías

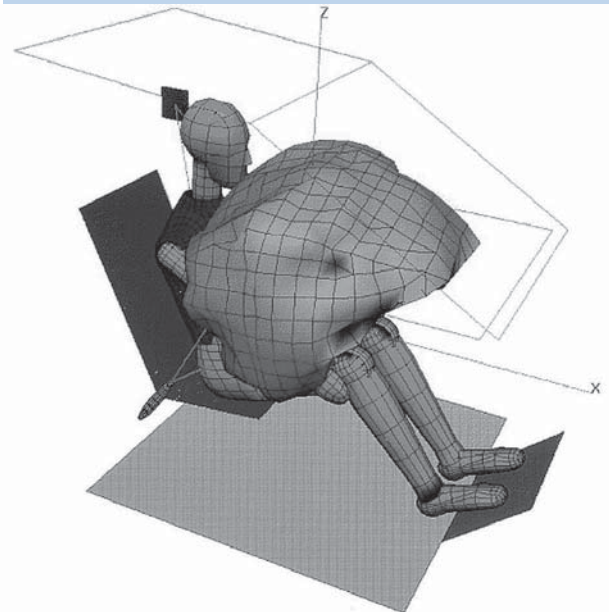
Desde sus inicios en los 70’s, las bolsas de aire, aplicadas a la seguridad vehicular, han evolucionado enormemente. A medida que se desarrollan nuevas tecnologías, las bolsas de aire van adquiriendo mayor complejidad en su operación y en su desempeño, con el único propósito de ser parte de la seguridad integral de los vehículos para resguardar al conductor y a los pasajeros. No obstante, las primeras bolsas de aire, infladas en una sola etapa, también causaron incidentes en su operación, ocasionando daños a los ocupantes y hasta la muerte en algunos casos. Eso ha dado lugar a que se dieran desarrollos de bolsas de etapa dual o más sofisticadas, en los que existe un mayor control con respecto al proceso de expansión, atendiendo a la velocidad y fuerza de inflado, acordes con la constitución física del ocupante, [6]. Además de los avances en materiales y mecanismos de inflado en las bolsas, las aplicaciones se han extendido con el uso de mayores puntos de colocación de bolsas que complementan las frontales, tales como las laterales y de cortina, como se indica en la Figura 5.



Fuente: www.civichybrid.honda.com.au

Figura 5
Versatilidad de las bolsas de aire en el automóvil

Los avances en la aplicación de las bolsas de aire son seriamente evaluados como dispositivos de seguridad, valiéndose de distintas técnicas teórico-numéricas y experimentales. Estas técnicas evalúan la efectividad de las bolsas, la exposición, la velocidad de despliegue y de desinflado, entre otros muchos parámetros. Tal es la aplicación de análisis dinámicos y de elementos finitos, como se muestra en la Figura 6.



Fuente: www.directindustry.com/prod/esi-group

Figura 6
Simulación de dummy y bolsa de aire

Con respecto a la activación de las bolsas de aire, algunos vehículos poseen varios sensores de impacto que, de acuerdo a la severidad, forma y ocurrencia del choque, activan las bolsas de aire en distintas posiciones y con diferente intensidad en el inflado en varias etapas. También se prueban distintos propulsores, incluidos gases inocuos y otras sustancias que no afecten la salud de los ocupantes en caso de activarse.

Estos y otros avances han dado lugar a las denominadas “bolsas inteligentes”, que para tener un buen desempeño en cualquier circunstancia adaptan el proceso de detonación e inflado de acuerdo a las características del impacto. Estos sistemas recopilan información a través de un conjunto de sensores, de la cual se decide el despliegue para maximizar su eficacia ante cada impacto, reconociendo si el conductor maneja muy cerca del volante, si lleva ajustado el cinturón de seguridad, si lleva copiloto o si hay instalada una silla para niños. Algunos desarrollos avanzados incluyen un despliegue variable en función del tamaño, peso, posición y cercanía a la bolsa del conductor, pudiendo distinguir la naturaleza del impacto, ya sea frontal, lateral, o si se trata de una volcadura, [3].

Recomendaciones

Conductores y pasajeros no pueden eludir las leyes del movimiento; por tanto, experimentarán las consecuencias de su propia cantidad de movimiento al desplazarse en un vehículo. Las bolsas de aire se diseñaron como complemento al cinturón de seguridad; en caso de impacto, la efectividad de las bolsas será mayor si se usa adecuadamente el cinturón. Si no se usa el cinturón de seguridad, la bolsa de aire podrá tener efectos contraproducentes al producirse contacto entre el ocupante y la bolsa cuando apenas se está inflando, lo que puede ocasionar lesiones graves o mortales.

Los niños, por complejidad y peso comúnmente menores de 12 años, deben ser ubicados en el asiento trasero de un automóvil, con cinturones de seguridad propiamente ajustados

y, en su caso, sillas especiales de seguridad. Si por alguna razón debiera viajar un niño en portabebé mirando hacia atrás en el asiento del copiloto, entonces se debe desactivar la bolsa de aire, ya que la distancia que queda entre el portabebé y la bolsa de aire es muy pequeña y en el despliegue puede presionarlo bruscamente contra el asiento.

Las bolsas de aire frontales se diseñan para desplegarse únicamente ante impactos frontales o ligeramente oblicuos de intensidad moderada a severa y no reducen el riesgo de daño ante choques laterales, traseros o por volcadura. Los cinturones de seguridad ayudan a reducir estos riesgos en muchos tipos de choques.

Los conductores, usando apropiadamente el cinturón de seguridad, deben ubicarse con al menos una distancia frontal de 25 cm entre el centro del volante de dirección y el centro de su pecho. Así como a los pasajeros, los cinturones ayudan a mantener al conductor en una posición que maximiza la efectividad de la bolsa de aire.

Ante un evento de colisión, las bolsas de aire se despliegan una sola vez. Los cinturones de seguridad ayudan en la restricción de movimiento de los ocupantes durante el impacto inicial y otros subsecuentes, si éstos se presentan, en caso de que el vehículo golpee contra otros objetos.

No obstante los avances tecnológicos en materia de seguridad aplicados a las bolsas de aire, su utilidad y efectividad son limitadas si, a la par, no se desarrolla una mayor conciencia y responsabilidad por parte de los usuarios de vehículos. Sin la moderación de la conducta al conducir no es posible lograr un buen resultado; la seguridad en carretera empieza con uno mismo y si el automóvil que se usa cuenta con algún sistema de seguridad adicional, mucho mejor. Esta parte de la cultura de la conducción debe ser respaldada por la aplicación de normas de transporte sustentadas en criterios de seguridad.

Referencias

1. *Bolsa de aire*. Página web http://es.wikipedia.org/wiki/Bolsa_de_aire, consultada en mayo de 2010.
2. *How airbag works*. Webpage <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/airbag.htm>. Consultada en junio de 2010.
3. *Seguridad pasiva*. Elementos básicos - Mecánica automotriz. Página web <http://www.todomecanica.com/seguridad-pasiva-componentes-basicos.html>, consultada en junio de 2010.
4. ACTS. *What you need to know about air bags*. Automotive Coalition for Traffic Safety, Inc.
5. *How air bag is made*. Webpage <http://www.madehow.com/Volume-1/Air-Bag.html> How products are made, Volume 1 – Airbag. Consultada en junio de 2010.
6. Geiger, J. *The Evolution of the Airbag. Consumer Guide Automotive*. Disponible en la página web <http://consumerguideauto.howstuffworks.com/the-evolution-of-the-airbag-cga.htm> Consultado en junio de 2010.

FABELA Manuel
jmfabela@imt.mx
BLAKE Carlos
cblake@imt.mx

ESTUDIO PILOTO PARA LA DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE SEGURIDAD VIAL EN LA RED CARRETERA FEDERAL

Introducción

Este artículo es una primera aproximación para determinar una metodología que permita obtener índices de seguridad vial en función de características como: tipo de carretera número de carriles, longitud, tránsito vehicular y accidentes con víctimas de los tramos de la Red Carretera Federal (RCF), a través de un modelo que maneja tres parámetros, la exposición, el riesgo de que suceda una colisión y las consecuencias de la misma.

Antecedentes

Desde hace más de una década, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) ha generado la captura de los registros de accidentes ocurridos en las carreteras vigiladas por la Policía Federal (PF) con base en el Sistema para la Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA) creado por este Instituto y a partir

del cual se elabora un anuario estadístico de accidentes en carreteras federales, el cual recopila y organiza las estadísticas de mayor relevancia, mismo que ayuda a orientar las acciones para la prevención y mitigación de sus secuelas. Además, el SAADA permite conjuntar y explotar de manera sistemática la información recopilada a través de un conjunto de programas de cómputo.

Para el anuario, además de obtener las estadísticas más importantes también se calculan los índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad por vehículos-kilómetro, estas últimas cifras son de carácter nacional, y aunque también se muestran tablas con los 10 tramos y 10 segmentos de 500 metros por cada una de la 32 entidades federativas con el mayor número accidentes por kilómetro, se entiende que en esta comparación no se está tomando en cuenta el efecto del flujo vehicular. Debido a lo anterior surge la necesidad de generar indicadores de seguridad vial que permitan hacer

comparaciones y definir valores límites para los diferentes tipos de tramos carreteros según su función y su tránsito vehicular; permitiendo que en los futuros anuarios se muestren los tramos y segmentos que excedan dichos valores.

Marco metodológico

Plataforma

La RCF en nuestro país es de 56,780 kilómetros aproximadamente, la cual está dividida en 145 rutas, compuestas por 876 carreteras que fueron divididas en 2,756 tramos, que a su vez se conforman por más de 114 mil segmentos de 500 metros. Se generó una base de datos para cada nivel de agregación y un sistema de identificadores tomando como base la nomenclatura de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT.

Se determinó que para los análisis de esta primera aproximación los datos deberían estar en el nivel de segmentos de 500 metros, ya que algunas de las fuentes de información muestran los datos por cada kilómetro.

Incorporación de datos físicos y operativos

Se cuenta con un Reglamento y una Norma Oficial sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal, estos documentos clasifican los caminos en función de sus características geométricas y estructurales en: Ejes Troncales (ET), tipo A, B, C, y D. En esta categorización los caminos ET y A permiten la circulación de todos los vehículos autorizados con las máximas dimensiones, capacidad y peso, mientras que para el resto de los caminos existen algunas restricciones respecto al largo y el peso del vehículo, siendo los caminos tipo D los que presentan las mayores restricciones dado que no permiten la circulación de vehículos articulados. Cabe mencionar que sólo el 73.3% (41,645 km) de la RCF está clasificada según el reglamento antes citado.

Por otra parte, la Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) de la SCT maneja una clasificación que obedece a la funcionalidad del camino, dividiendo la red en: Corredor, Básica y Secundaria; adicional al tipo de red, también brinda información acerca del número de carriles. De igual manera que el caso anterior la DGCC sólo tiene clasificada el 73.8% (41,887 km) de la RCF.

Adicionalmente, se incorporó a la plataforma de segmentos, el aforo y la configuración vehicular que la DGST de la SCT reportó para los años 2006 a 2008.

En resumen, se obtuvo una RCF segmentada en elementos de 500 metros a la cual se le agregaron: la clasificación del reglamento (ET, A, B, C y D) y los datos proporcionados por la DGCC (tipo de red, número de carriles y estado físico) obteniendo una red de casi 34 mil kilómetros con toda la información disponible. Lo anterior representa el 59.8% del total de la RCF; lo anterior debido a que no necesariamente la red que está clasificada por el reglamento es la misma que maneja la DGCC.

Cabe aclarar que debido a que la DGCC sólo tiene jurisdicción en carreteras libres de peaje en este análisis quedan fuera todas las carreteras de cuota que representan alrededor del 13% de la RCF.

Incorporación de datos de siniestralidad

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 consideraron los accidentes de los años 2006 a 2008; la recopilación de datos de accidentes para este periodo 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 90,340. Dado que se carece de un procedimiento que garantice el registro de la totalidad de los accidentes, se seleccionaron sólo los accidentes con víctimas es decir,

con muertos y/o lesionados, obteniendo una base de 48,087 accidentes que dejaron un saldo de 14,985 y 94,050 personas muertas y lesionadas, respectivamente. De la misma manera que los datos físicos y operativos fueron agregados a cada segmento de 500 metros se incorporaron los datos de siniestralidad.

Análisis general

Una vez incorporados los datos a la plataforma de segmentos de 500 metros, se realizó un primer análisis general, desprendiéndose las siguientes tablas: primeramente en la Tabla 1 se muestra la distribución en porcentajes de la longitud (41,887 km con datos del tipo de red) para cada tipo de red en función del número de carriles y la clasificación del reglamento de pesos y dimensiones; se observa que el 26% de la red está catalogada como corredor, el 34% como básica y el 40% es secundaria; siendo la red de corredores la más importante por agrupar una mayor proporción de carreteras de cuatro carriles (33.58%), así como de caminos clasificados como ET (72%), contrario a la red básica y secundaria en donde los caminos de dos carriles representan más del 90%. El antepenúltimo renglón tiene la leyenda S/C (sin clasificación) estos tramos corresponden a aquéllos que tiene información del tipo de red, pero que no están clasificados en el

reglamento, y en este sentido se observa que el 2.01, 11.5 y 35.85% de la red tipo corredor, básica y secundaria respectivamente, se encuentran en esta situación.

Como parte de este análisis general se formaron tablas similares a la anterior con los datos de accidentes, muertos, lesionados y vehículos-kilómetro, las cuales se muestran a continuación. De los 48,087 accidentes con víctimas seleccionados de las bases de datos 37,397 acontecieron en segmentos de 500 metros con información del tipo de red, y sus saldos ascienden a 11,451 muertos y 71,656 lesionados. Sobre estas cifras fueron obtenidas las proporciones que se muestran en las Tablas 2, 3 y 4.

La Tabla 2 muestra los porcentajes para los accidentes con víctimas ocurridos de 2006 a 2008; en ella se observa que la concentración de accidentes por tipo de red es 36.67, 41.08 y 22.25% para corredor, básica y secundaria, respectivamente. En el caso particular de los corredores, las carreteras de cuatro carriles clasificadas como ET son las que concentran el mayor número de accidentes con el 47.33%; para la red básica, las carreteras de dos carriles clasificadas como C agrupan el 26.95%; y para la red secundaria, las carreteras de dos carriles clasificadas como D aglutinan el 26.75% de las colisiones.

Tabla 1
Distribución en porcentajes de la longitud

| LONGITUD | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|--------------|------|-------|
| Tipo de red | | Corredor | | | Básica | | | Secundaria | | |
| No. de carriles | | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 |
| Clasificación | ET | 1.06 | 30.69 | 40.49 | 0.22 | 0.74 | 3.63 | - | - | 0.21 |
| | A | 0.02 | 0.64 | 8.37 | 0.01 | 0.69 | 5.08 | - | - | 2.48 |
| | B | 0.01 | 1.59 | 11.82 | 0.58 | 2.71 | 34.96 | 0.17 | 1.08 | 20.01 |
| | C | - | 0.30 | 2.99 | 0.05 | 1.30 | 27.75 | - | 0.13 | 12.87 |
| | D | - | - | 0.01 | - | 0.48 | 10.29 | 0.01 | 0.26 | 26.93 |
| | S/C | - | 0.37 | 1.64 | 0.21 | 1.48 | 9.81 | 0.02 | 0.79 | 35.04 |
| Total | | 1.09 | 33.58 | 65.33 | 1.07 | 7.40 | 91.53 | 0.20 | 2.26 | 97.54 |
| | | 25.53 | | | 34.35 | | | 40.12 | | |

En las Tablas 3 y 4 se muestra la distribución de muertos y lesionados, ambas presentan un comportamiento similar al de accidentes.

También se determinó la distribución de los vehículos-kilómetro por tipo de red en función del número de carriles y la clasificación del reglamento de pesos y dimensiones; observándose que el flujo vehicular presenta el mismo comportamiento que los accidentes. En este panorama general se detecta que no obstante que la red secundaria representa

el 40% de la RCF analizada en este artículo (véase Tabla 1), su concentración en cuanto al número de accidentes y víctimas, y el tránsito que circula por éstas es inferior (véase Tablas 2 a 4); mientras que las redes de corredor y básica tiene una menor longitud, pero mueven una mayor cantidad de vehículos y concentran un porcentaje importante de accidentes y víctimas.

Con los saldos de accidentes y los vehículos-kilómetro, se calcularon los índices de

Tabla 2
Distribución en porcentajes del total de accidentes de 2006 a 2008

| ACCIDENTES | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|
| Tipo de red | | Corredor | | | Básica | | | Secundaria | | |
| No. de carriles | | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 |
| Clasificación | ET | 3.78 | 47.33 | 23.13 | 0.60 | 1.94 | 2.95 | - | - | 0.43 |
| | A | 0.04 | 0.42 | 6.93 | 0.01 | 1.66 | 5.82 | - | - | 2.38 |
| | B | - | 2.49 | 12.16 | 1.81 | 6.21 | 25.48 | 1.91 | 2.38 | 19.04 |
| | C | - | 0.74 | 1.10 | 0.03 | 3.98 | 26.95 | - | 0.89 | 14.45 |
| | D | - | - | - | - | 0.83 | 11.63 | 0.07 | 0.66 | 26.75 |
| | S/C | - | 0.97 | 0.91 | 1.29 | 2.08 | 6.72 | - | 2.15 | 28.88 |
| Total | | 3.81 | 51.95 | 44.23 | 3.74 | 16.70 | 79.56 | 1.98 | 6.08 | 91.94 |
| | | 36.67 | | | 41.08 | | | 22.25 | | |

Tabla 3
Distribución en porcentajes del total muertos en accidentes de 2006 a 2008

| MUERTOS | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|
| Tipo de red | | Corredor | | | Básica | | | Secundaria | | |
| No. de carriles | | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 |
| Clasificación | ET | 2.80 | 44.99 | 26.52 | 0.63 | 1.68 | 3.50 | - | - | 0.46 |
| | A | - | 0.59 | 8.09 | - | 1.48 | 6.03 | - | - | 2.65 |
| | B | - | 2.56 | 11.51 | 0.98 | 4.77 | 29.97 | 1.27 | 1.65 | 21.67 |
| | C | - | 0.45 | 1.41 | 0.07 | 2.26 | 28.06 | - | 0.81 | 16.03 |
| | D | - | - | - | - | 0.63 | 11.80 | 0.04 | 0.73 | 26.31 |
| | S/C | - | 0.59 | 0.49 | 0.70 | 1.59 | 5.86 | - | 1.23 | 27.16 |
| Total | | 2.80 | 49.18 | 48.02 | 2.37 | 12.41 | 85.22 | 1.30 | 4.41 | 94.28 |
| | | 37.11 | | | 40.12 | | | 22.77 | | |

Tabla 4
Distribución en porcentajes del total lesionado en accidentes de 2006 a 2008

| LESIONADOS | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|
| Tipo de red | | Corredor | | | Básica | | | Secundaria | | |
| No. de carriles | | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 |
| Clasificación | ET | 3.80 | 46.71 | 22.85 | 0.66 | 1.91 | 3.07 | - | - | 0.35 |
| | A | 0.03 | 0.39 | 7.41 | 0.003 | 1.71 | 5.50 | - | - | 2.35 |
| | B | - | 2.45 | 12.91 | 1.95 | 5.66 | 25.34 | 1.91 | 2.26 | 19.99 |
| | C | - | 0.59 | 0.95 | 0.02 | 4.41 | 27.21 | - | 0.71 | 13.97 |
| | D | - | - | - | - | 0.71 | 12.31 | 0.09 | 0.56 | 26.67 |
| | S/C | - | 0.94 | 0.98 | 1.31 | 2.07 | 6.34 | - | 2.31 | 28.85 |
| Total | | 3.83 | 51.08 | 45.09 | 3.95 | 16.47 | 79.58 | 1.99 | 5.83 | 92.17 |
| | | 36.22 | | | 41.24 | | | 22.54 | | |

Tabla 5
Distribución en porcentajes del total de vehículos-kilómetro recorridos de 2006 a 2008

| VEHÍCULOS - KILÓMETRO | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|------|-------|
| Tipo de red | | Corredor | | | Básica | | | Secundaria | | |
| No. de carriles | | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 | >4 | 4 | 2 |
| Clasificación | ET | 4.48 | 50.65 | 22.82 | 0.84 | 1.68 | 2.87 | - | - | 0.33 |
| | A | 0.03 | 0.51 | 5.98 | 0.02 | 2.05 | 5.39 | - | - | 2.83 |
| | B | 0.01 | 2.60 | 9.95 | 3.50 | 5.88 | 26.14 | 1.56 | 3.15 | 18.97 |
| | C | - | 0.33 | 1.09 | 0.03 | 3.45 | 25.92 | - | 0.38 | 16.84 |
| | D | - | - | 0.01 | 0.00 | 0.73 | 10.62 | 0.02 | 0.65 | 23.78 |
| | S/C | - | 0.58 | 0.96 | 2.32 | 2.39 | 6.17 | 0.05 | 2.55 | 28.88 |
| Total | | 4.52 | 54.67 | 40.81 | 6.71 | 16.18 | 77.11 | 1.63 | 6.74 | 91.63 |
| | | 36.49 | | | 40.88 | | | 22.63 | | |

peligrosidad (accidentes con víctimas), mortalidad y morbilidad por millón de vehículos-kilómetro; se observó que los valores máximos son reportados en las carreteras de dos carriles, tal y como se muestra en la Figura 1.

La Figura 2 muestra los indicadores en función de la clasificación del camino y se observa que los caminos tipo D presentan los índices de peligrosidad y morbilidad más elevados 0.159 y 0.310 respectivamente, mientras que el índice de mortalidad mas alto se presenta en los caminos tipo A.

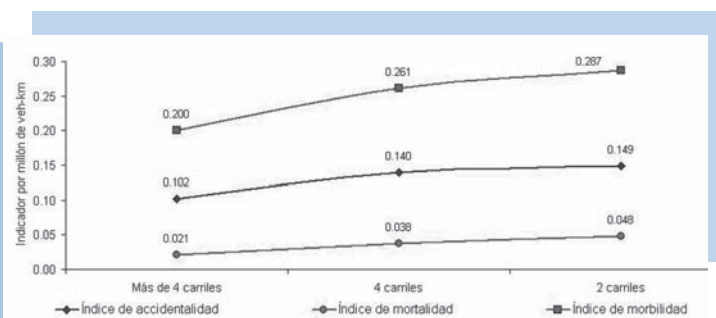


Figura 1
Indicadores por millón de vehículos-kilómetro, por número de carriles

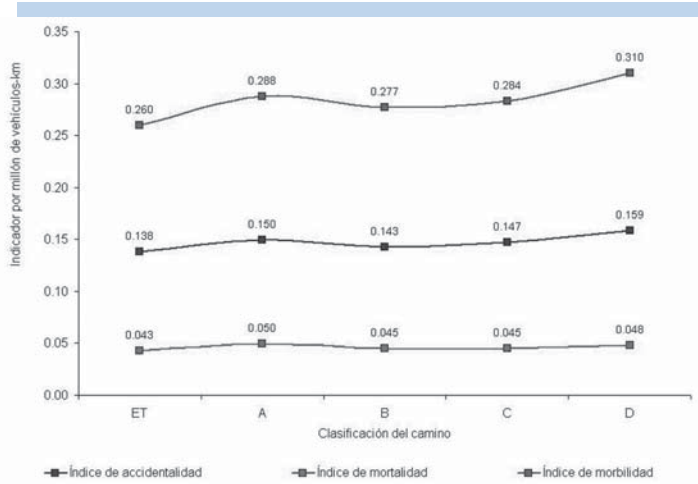


Figura 2
Indicadores por millón de vehículos-kilómetro, por clasificación del camino

También se analizaron los indicadores en función del tipo de red (corredor, básica y secundaria) obteniéndose valores muy homogéneos, por ejemplo el índice de peligrosidad oscila de 0.141 a 0.145, el de mortalidad de 0.043 a 0.045, mientras que el de morbilidad 0.274 a 0.278; estas cifras son muy similares a las mostradas en la Figura 2.

Análisis particular

En un primer intento por definir una metodología para obtener indicadores de seguridad vial y en vista de los resultados obtenidos, se decidió acotar el alcance, tomando en consideración los siguientes aspectos: las carreteras de dos carriles son las que presentan los indicadores más elevados y de este grupo se eligieron las clasificadas como tipo B, ya que estas vialidades son las que agrupan la mayor longitud (9,657.41 km).

En primer lugar se realizó un análisis de la distribución del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) por tipo de red, para las carreteras seleccionadas, obteniéndose valores de la media para la red secundaria, básica y de corredor de 3,560, 6,410 y 8,280 vehículos respectivamente.

Este mismo análisis se realizó para los valores de vehículos-kilómetro consiguiéndose la

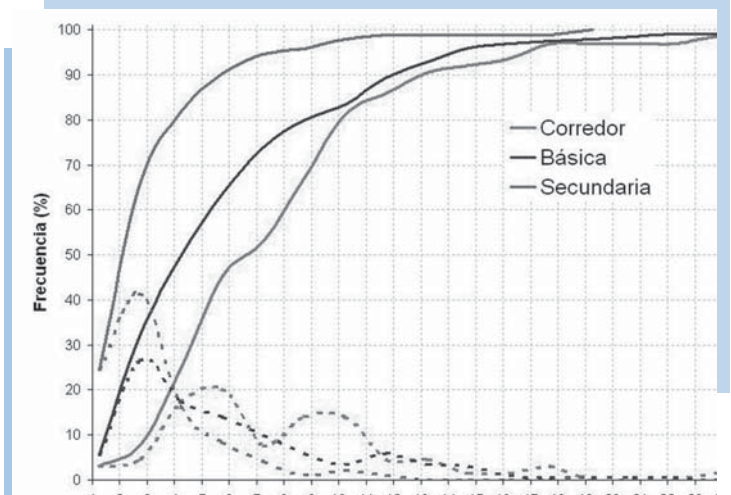


Figura 3
Distribución de frecuencias de los vehículos-kilómetro por tipo de red

gráfica de la Figura 3, debido a que entra en el análisis la variable longitud, los valores de la media ya no son tan dispersos; de tal forma que, para la red de corredor la media es de 136.9, en la básica 132.2 y finalmente para la secundaria es 112.8 millones de vehículos-kilómetro.

Dado que la distribución de los vehículos-kilómetro muestra un comportamiento uniforme; se agruparon los tramos de todas las redes (tipo B y 2 carriles) y se definieron seis rangos en función del TDPA; posteriormente, con el objetivo de determinar los valores de la media se analizó la distribución del índice de peligrosidad, mortalidad y morbilidad por cada 100 millones de vehículos-kilómetro; así como del número de accidentes, muertos y lesionados por kilómetro, encontrándose los valores que muestra la Tabla 6; la cifra entre paréntesis en la primera columna representa el número de tramos analizados. Como puede observarse los indicadores por vehículos-kilómetro presentan un comportamiento inestable hasta el rango entre 9 y 12 mil vehículos y a partir de este punto muestran una tendencia a la baja. Mientras que, los indicadores por kilómetro muestran un desempeño directamente proporcional al TDPA hasta el rango antes mencionado y a partir de éste el comportamiento se vuelve inestable (véase Figuras 4 y 5).

Tabla 6
Valores de la media para diversos indicadores

| Rango de TDPA (N° de tramos) | Indicadores por cada 100 millones de vehículos-kilómetro | | | Indicadores por kilómetro | | |
|------------------------------|--|------------|------------|---------------------------|---------|------------|
| | Peligrosidad | Mortalidad | Morbilidad | Accidentes | Muertos | Lesionados |
| < 3000 (94) | 16.320 | 7.130 | 34.150 | 0.130 | 0.054 | 0.278 |
| 3000 – 6000 (132) | 18.350 | 5.850 | 36.900 | 0.288 | 0.091 | 0.584 |
| 6000 – 9000 (61) | 15.540 | 5.560 | 29.840 | 0.420 | 0.149 | 0.809 |
| 9000 – 12000 (35) | 19.210 | 6.810 | 36.600 | 0.744 | 0.265 | 1.419 |
| 12000 – 15000 (20) | 14.480 | 5.720 | 24.700 | 0.687 | 0.280 | 1.171 |
| > 15000 (15) | 12.250 | 2.790 | 23.410 | 0.885 | 0.203 | 1.679 |

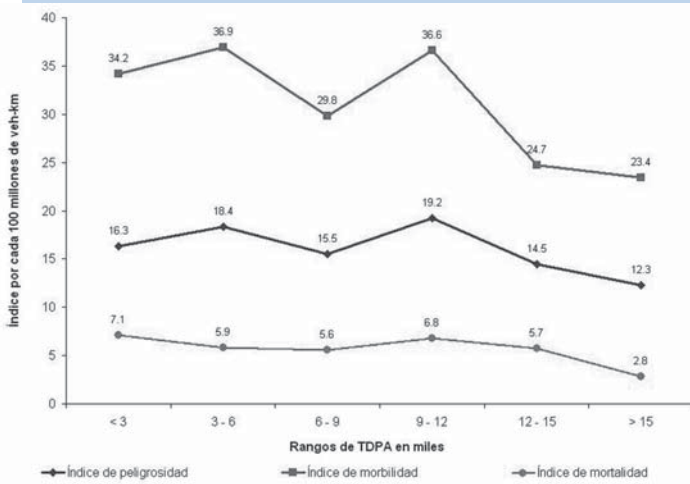


Figura 4
Desempeño de los indicadores por vehículos-kilómetro

En función de que los indicadores por vehículos-kilómetro muestran un comportamiento inestable, se utilizaron los indicadores por kilómetro para hacer un análisis más detallado. El cual contempla únicamente los tramos con un TDPA menor a 13 mil vehículos (más del 90% de los tramos analizados), ya que como queda expuesto en las figuras anteriores los tramos con un tránsito mayor el comportamiento es inestable para estos indicadores. En este análisis final se determinaron los valores máximos, mínimos y promedio de accidentes, muertos y lesionados por kilómetro, para rangos de TDPA con incrementos de 1000. Las Figuras 6, 7 y 8 muestran el resultado gráfico de estos valores, los números en color

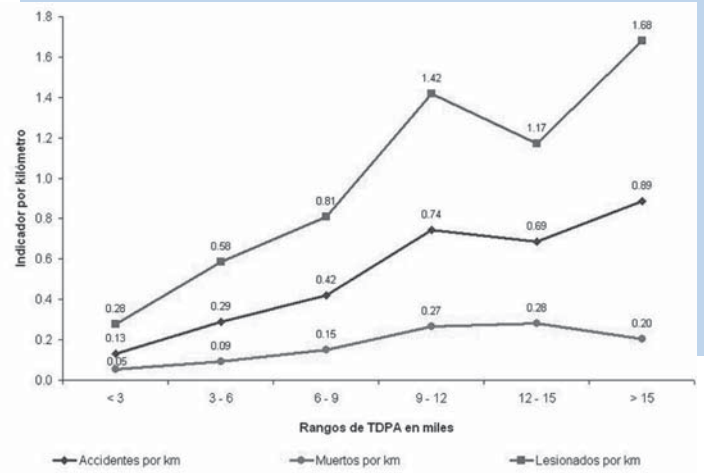


Figura 5
Desempeño de los indicadores por kilómetro

rojo y azul representan los valores máximos y mínimos detectados para cada uno de los rangos, respectivamente, y se representan por las barras en color gris; el círculo verde es el valor promedio y la línea es la tendencia.

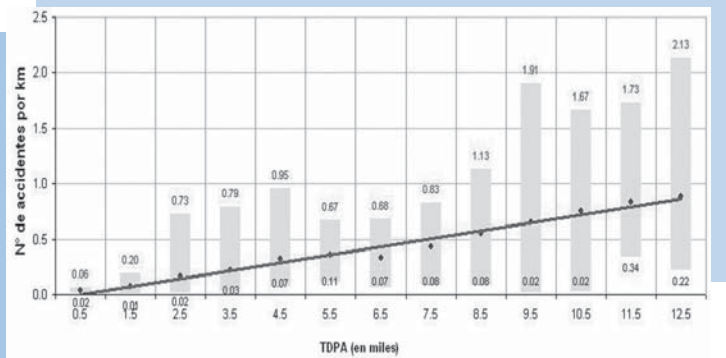


Figura 6
Valores máximos, mínimos y promedio de accidentes por kilómetro

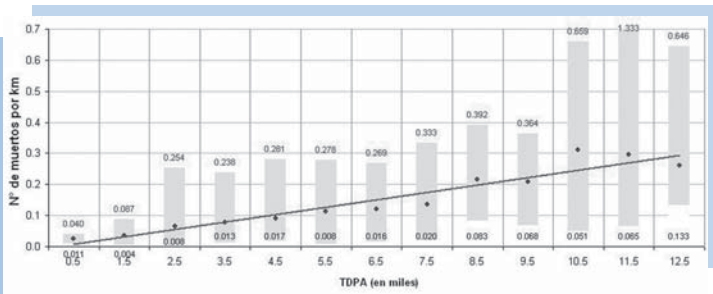


Figura 7

Valores máximos, mínimos y promedio de muertos por kilómetro

Teniendo el valor del TDPA y de los indicadores por kilómetro (accidentes (A), muertos (M) y lesionados (L)) para un tramo carretero de dos carriles y clasificado como B se podría ingresar a estas gráficas y determinar que condiciones de siniestralidad reporta respecto a los valores medios obtenidos.

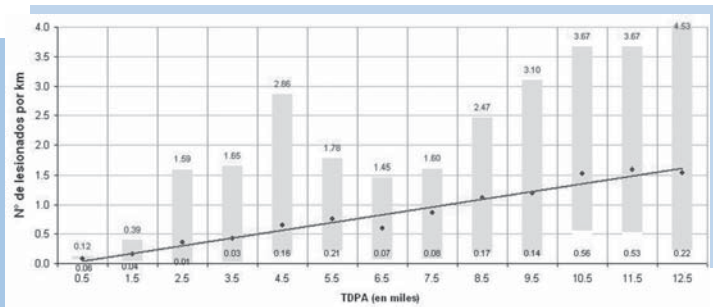


Figura 8

Valores máximos, mínimos y promedio de lesionados por kilómetro

Finalmente, con la intención de encontrar un valor que refleje la seguridad de un tramo, se generó un índice de seguridad (I_s) que pondera los indicadores de las Figuras 6, 7 y 8.

$$I_s = \frac{1}{[(\# \text{ de } A/\text{km})(0.1)] [(\# \text{ de } M/\text{km})(0.6)] [(\# \text{ de } L/\text{km})(0.3)]}$$

La Figura 9 muestra los valores del índice de seguridad en función de los rangos del TDPA, la línea verde delimita el valor medio, los puntos son el índice de seguridad de cada uno de los 327 tramos analizados, de tal manera que podríamos decir que los puntos en el área blanca (174) por estar por encima del valor medio del I_s presentan problemas de siniestralidad leves, los que caen dentro el área verde (84) tiene un problema moderado,

mientras que los que están dentro del área roja (68) tienen problemas serios ya que reportan un índice menor al 60% de la media.

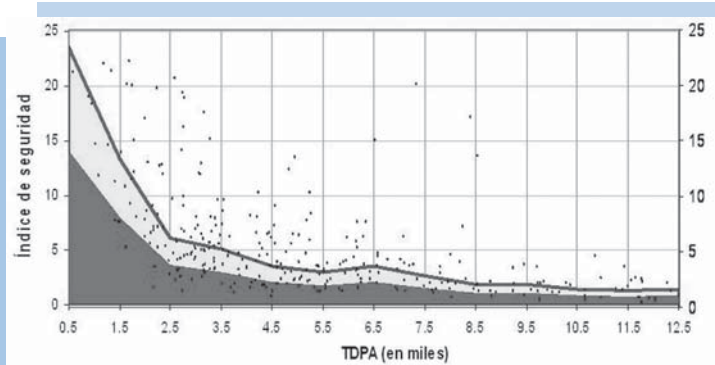


Figura 9

Índice de seguridad por rangos de TDPA

Conclusiones

Con este artículo se obtienen los primeros indicadores de seguridad vial para una parte de la RCF, es decir caminos tipo B de 2 carriles, en un intento más por comprender el desempeño de estos indicadores. Esta primera aproximación nos permitió de una manera sencilla relacionar la accidentalidad en función del TDPA, ya que en los demás parámetros tienen una menor incidencia. Además, se cuenta con las primeras gráficas para determinar las condiciones siniestralidad para los caminos antes mencionados.

Una de las siguientes tareas será obtener los datos de la siniestralidad durante 2009 y 2010 para realizar un análisis más profundo, así como evaluar el comportamiento de los demás tramos de la red en función de su clasificación (ET, A, C y D) y número de carriles de circulación. Y con los resultados de este primer análisis y de la próxima tarea se vinculará la información a un sistema de información geográfica con el fin de mejorar la visualización de los resultados.

Bibliografía

- Diario Oficial de la Federación, *Reglamento sobre el peso, dimensiones y capacidad de los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal*. Ciudad de México, última reforma publicada 15 de noviembre de 2006

•Diario Oficial de la Federación, *Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2-2008, Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal*. Ciudad de México, última reforma publicada del 01 de abril de 2008

•Dirección General de Conservación de Carreteras, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Estado físico, <http://dgcc.sct.gob.mx/>, Querétaro, México, Mayo 2010

•Dirección General de Servicios Técnicos, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, *Datos viales 2006, Datos viales 2007, Datos viales 2008*, Ciudad de México (2007 al 2009)

•Instituto Mexicano del Transporte (IMT), *Anuario estadístico de accidentes en carreteras*

federales (2006), (2007) y (2008), Querétaro, México (2008 al 2010)

•Ministerio de Fomento, Procedimientos de estudio, diseño y gestión de medidas de seguridad vial en las infraestructuras, José Ma. Pardillo Mayora, Madrid, España, 2004

•Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Tesis doctoral "*Modelación de la accidentalidad según el tipo de carretera y su circulación*" Carlos Azparren Calvo, Madrid, España 2003

CUEVAS Cecilia
ccuevas@imt.mx

MAYORAL Emilio
emilio@imt.mx

MENDOZA Alberto
Alberto.Mendoza@imt.mx

GLOSARIO

Artículo 1:

Seguridad activa: Parte de la seguridad vial que comprende el conjunto de mecanismos, elementos o sistemas en un vehículo, destinados a evitar o disminuir el riesgo de que se produzca un accidente.

Seguridad pasiva: Parte de la seguridad vial que comprende aquellos componentes o sistemas que actúan durante e inmediatamente posterior a un accidente vial, con el propósito de minimizar los daños que se pueden ocasionar a los ocupantes.

Momentum: Parámetro físico indicador de la cantidad de movimiento de un objeto, expresado como el producto de la masa por la velocidad.

Artículo 2:

Indicador de seguridad vial: Instrumento de medición de la magnitud del problema de

seguridad vial asociado al cumplimiento de objetivos (cuantitativos y/o cualitativos), así como para evaluar el desempeño de lo que se pretende alcanzar en un objetivo específico establecido.

Vehículos-kilómetro: Representan el kilometraje generado en un determinado tramo carretero. Generalmente se obtiene su valor anualmente, multiplicando el número de vehículos que pasan en un año (p. ej. el Tránsito Diario Promedio Anual multiplicado por 365 días) por la longitud del tramo carretero.

Accidente de tránsito: Suceso (colisión) provocando por una acción violenta y repentina en la que participa al menos un vehículo en movimiento por una vialidad y que ocasiona comúnmente lesiones corporales a los usuarios de la vialidad.

PROYECTO EN MARCHA

Programa Internacional de Valoración Carretera Del Corredor Pacífico de Mesoamérica (iRAP Mesoamérica)

El Programa Internacional de Valoración de Carreteras (International Road Assessment Programme-iRAP), es una organización sin fines de lucro dedicada a salvar vidas mediante la construcción de carreteras más seguras. Los propósitos de iRAP, que trabaja con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales son: (i) Inspeccionar vías de alto riesgo y desarrollar planes de inversión para vías más seguras; (ii) Brindar capacitación, tecnología y apoyo a fin de fortalecer y sostener la capacidad a nivel nacional, regional y local, y por ultimo; (iii) Hacer un seguimiento al desempeño de la seguridad vial a fin de que los organismos de financiamiento puedan evaluar los beneficios de sus inversiones.

Los programas de valoración de carreteras están actualmente presentes en más de 50 países de Europa, Asia, América del Norte, Sudamérica y África.

La metodología de iRAP considera 4 protocolos, siendo uno de ellos la calificación por estrellas de las carreteras, la cual proporciona una medida simple y objetiva del nivel de seguridad brindada por la carretera. La clasificación por estrellas va desde una estrella hasta cinco estrellas. Las vías de cinco estrellas son las más seguras, mientras que las vías de una sola estrella son las menos seguras.

El Proyecto de la Integración y Desarrollo Mesoamérica, impulsado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), apoya mediante cooperación técnica, la aceleración del Corredor Pacífico que une las ciudades de Puebla a Panamá mediante infraestructura carretera de aproximadamente 3,200 kilómetros de longitud. El objetivo es transformar al

Corredor Pacífico en una carretera de 5 estrellas con los mejores estándares de calidad y seguridad. El fin principal de este corredor es convertirlo en el principal corredor logístico de integración de transporte y comercio de la región mesoamericana. Para lograr lo anterior, el BID ha logrado una asociación o convenio con el iRAP, mientras que el IMT participa activamente en el desarrollo de este proyecto mediante acuerdos entre las dos entidades anteriores.

Uno de los objetivos que se buscan al contar con la participación del IMT dentro de los proyectos de iRAP, es crear capacidad local y regional de la metodología para desarrollar proyectos nacionales y regionales del área Mesoamericana. Las actividades del IMT dentro del proyecto del Corredor Pacífico son:

- Asistencia en la recolección de información de respaldo (flujos de tránsito, estadísticas de accidentes, datos de velocidades, costos de contramedidas de seguridad, etc.);
- Asistencia en la inspección del equipo de la empresa privada que realizó la recolección de datos (inspección vial) en el corredor.
- Recibió capacitación por parte de iRAP para el manejo de la información de campo, y aspectos generales de la metodología.
- Analizó y llevó a cabo la reducción de la información recolectada de 4,500 kilómetros del corredor considerando los cuerpos separados de las autopistas, y siguiendo el manual de inspección de iRAP. Asimismo apoyó en el aseguramiento de la calidad de los datos analizados.

- Elaborará, con asistencia de técnicos de iRAP, la calificación por estrellas y el plan de contramedidas para cada país en el que incide el Corredor Pacífico.

- Elaborará los reportes tanto en borrador como finales, contando con la asistencia de técnicos de iRAP, de cada uno de los países del proyecto.

Como resultado del trabajo de reducción, se calcularán y combinarán las puntuaciones de todas las características de la carretera, que se convertirán en calificaciones por estrellas. Dicha valoración por estrellas dará a conocer la condición actual del corredor en función de la seguridad de los usuarios (conductores, motociclistas, ciclistas y peatones), pudiéndose mostrar los resultados en un mapa que ofrecerá una vista en conjunto de todo el corredor.

Un sistema generará un programa de contramedidas de bajo costo basándose en los

déficits de seguridad determinados. Se podrá realizar además una estimación de la víctimas (muertos y lesionados graves) que se podrán salvar a través de la implementación de las contramedidas.

La implantación de la metodología de evaluación económica de iRAP permitirá comparar los costos de implementación de programas de seguridad con los beneficios económicos de salvar vidas y reducir lesionados ayudando a tomar mejores decisiones de inversión.

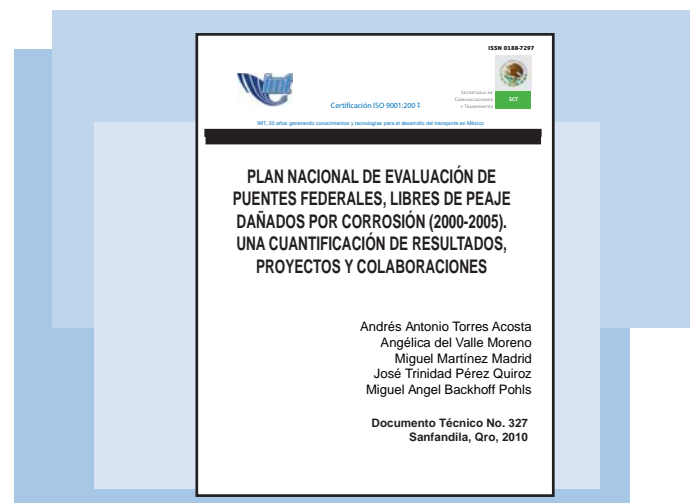
La SCT también está considerando aplicar la metodología iRAP a los 36 mil kilómetros de Carreteras Federales básicas.

CENTENO Agustín
 acenteno@imt.mx
 RIVERA Federico
 frivera@imt.mx
 ABARCA Emilio
 eabarca@imt.mx
 MENDOZA Alberto
 Alberto.Mendoza@imt.mx

PUBLICACIÓN

Plan nacional de evaluación de puentes federales, libres de peaje dañados por corrosión (2000-2005). Una cuantificación de resultados, proyectos y colaboraciones

En la **PUBLICACIÓN TÉCNICA 327** se presenta un método innovador y original para determinar el grado de corrosión en los puentes construidos en la Red de Carreteras Federales en México (MFRN por sus siglas en inglés), en función de los factores ambientales. Estos factores incluyen el clima imperante en el que se encuentra el puente, posición geográfica exacta del puente y su distancia de los corredores industriales. El trabajo también incluye información sobre todos los proyectos de colaboración, publicaciones, y capacitación técnica entre el IMT y otras instituciones nacionales e internacionales.



Se puede consultar de forma gratuita en la página del Instituto:
<http://imt.mx/Espanol/Publicaciones/pubtec/pt327.pdf>

Instituto Mexicano del Transporte

EVENTOS ACADÉMICOS

Diseño con geosintéticos en la ingeniería de vías terrestres

Del 9 al 13 de agosto de 2010, se llevó a cabo dicho Curso Internacional en las Instalaciones del Instituto Mexicano del Transporte en Sanfandila, Querétaro. La coordinación de este estuvo a cargo del Ing. Paul Garnica, investigador del IMT.

El objetivo fue los conocimientos y herramientas necesarias a los asistentes para conocer las propiedades clave de los distintos tipos de geosintéticos en el diseño de soluciones en muros, cortes, terraplenes, pavimentos y obras de drenaje.

El curso estuvo dirigido a todos aquellos profesionales interesados en el uso efectivo y racional de los geosintéticos en los problemas de actualidad que plantea la ingeniería de las vías terrestres.

Tuvo una duración de 36 horas y una asistencia de 56 participantes, los cuales provinieron de la Dirección General de Servicios Técnicos-SCT, API Lazaro Cardenas, Dirección General de Obra Pública (Gobierno del Estado de Guanajuato), Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Durango, de los Centros SCT Campeche, Colima y Michoacán; de la Universidad Marista de Querétaro y de las empresas AYESA México, S.A. de C.V., CEA Ingeniería, S.A. de C.V., CONNET, ECOMEX, EPS Ingeniería, S.A. de C.V., Geotecnia y Supervisión Técnica, S.A. de C.V., Grupo Promotor Aries, S.A. de C.V., Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V., Ingenieros García Guzmán, ININME MACUSPANA, S.A. de C.V., MACCAFERRI de México, S.A. de C.V., Narezo Ingeniería, S.A. de C.V., Syntex Geosynthetics, Tecnología de Reciclaje, S.A. de C.V., Tensar International Corporation.

En el curso se abordaron tanto la teoría como la aplicación de los conceptos más actuales sobre diseño con geosintéticos en la ingeniería de vías terrestres. Se describió el marco general de referencia de esas metodologías y se detallaron cada uno de sus componentes. Se incluyeron varios talleres con la utilización de herramientas computacionales para caracterización de materiales, predicción del desempeño de pavimentos y diseño estructural. Se trataron ejemplos de caso reales y ejercicios que permitieron una correcta implementación.

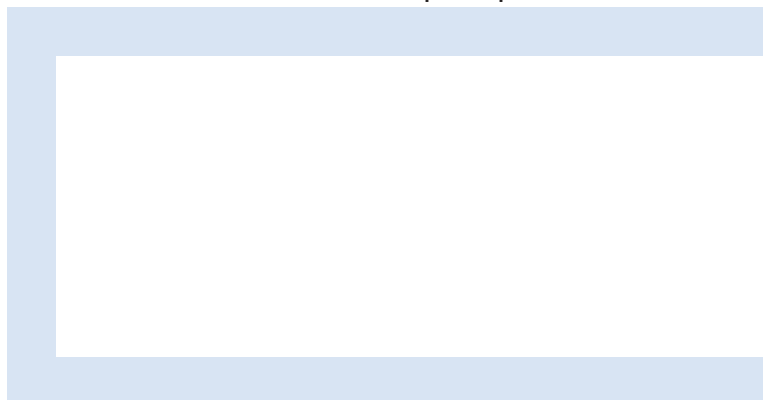
Alguna de la temática tratada fue:

- Tipos, funciones y aplicaciones de geosintéticos
- Interacción suelo-geosintético
- Estructuras de contención
- Tipos de muros de contención
- Diseño de taludes reforzados
- Uso de geosintéticos aplicado a los pavimentos
- Refuerzo Basal de pavimentos
- Aplicaciones hidráulicas:
 - a. Drenes
 - b. Filtros
 - c. Pruebas



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

Registro Postal
Cartas
CA22-0005
Autorizado por Sepomex



POR AVIÓN
AIR MAIL