

NOTAS

Publicación bimestral de divulgación externa

Número 172

Sanfandila, Qro

mayo/junio de 2018

Cálculo del movimiento de arena debido al transporte eólico en zonas costeras.

El transporte de la arena debido al viento es un mecanismo importante que contribuye al cambio de las costas, este cambio debe tomarse en cuenta en las playas donde exista infraestructura importante, como son: casas, hoteles, etc. Además, es importante conocer el transporte eólico en zonas portuarias, ya que puede ocasionar problemas tales como azolvamiento en los canales de acceso.

Gran parte de nuestro conocimiento sobre la capacidad que tiene el viento de erosionar y transportar la arena es a partir de los años 20's a los 40's con los trabajos realizados por el investigador Rafael Bagnold en los desiertos del Norte de África, el cual descubrió muchos de los principios claves que controlaban la erosión y el transporte de la arena en los desiertos.

Conceptualización del transporte eólico

El transporte eólico de arena se presenta de tres maneras, por suspensión, saltación, y rodamiento, según sea el tamaño del material y la velocidad del viento.

Antes de que la arena sea movida por el viento, el límite del esfuerzo cortante debe aumentar sobre un cierto valor crítico o de umbral.

El umbral de la velocidad cortante está dado por la siguiente ecuación:

$$u_{*t} = A_t \sqrt{\frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_a} g d}$$

Donde ρ_a es la densidad del aire, ρ_s es la densidad de los granos de arena, g es la aceleración debido a la gravedad, d es el diámetro medio del grano de arena y A_t es un coeficiente empírico que toma un valor constante de 0.1118.

CONTENIDO

Cálculo del movimiento de arena debido al transporte eólico en zonas costeras.	1
Evaluación estructural de pavimentos con métodos no destructivos.	3
Conducción autónoma. Implicaciones.	4
Análisis de las características de las principales aeronaves comerciales mexicanas en operación regular.	5
Proyecto en marcha: Programa anual de trabajo 2018 de la Normativa SCT.	6
Publicación: Metodología para estimar la resistencia a la tensión de compuestos de fibra de carbono.	7
Eventos académicos: Lanzamiento de la aplicación BI-SIGET para inventarios de ciclovías.	7

En 1974 el investigador S. A. Hsu, desarrolló una ecuación para calcular el transporte eólico, la cual se indica a continuación:

$$q = K \left[\frac{u_*}{\sqrt{gd}} \right]^3$$

Donde q es el transporte de arena, u_* es la velocidad crítica, g es la aceleración de la gravedad y K es el coeficiente eólico del transporte de arena.

Por último, se calcula el transporte eólico neto que se produce en la dirección perpendicular a la costa, dicho transporte se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{vn} = \sum(q_{vi} \cos \alpha_i)$$

Donde Q_{vn} es el transporte eólico neto en volumen, q_{vi} es el transporte eólico neto en volumen con respecto a la dirección i y α_i es el ángulo que forma el norte con la dirección i; y q_v se determina de la siguiente manera:

$$q_v = \frac{q}{\rho_s(1 - p)}$$

Donde q_v es el transporte eólico en volumen, q es el transporte eólico en peso, p es la porosidad de la arena y ρ_s es la densidad de la arena.

Caso de estudio

En el Poniente del puerto de Coatzacoalcos, Ver., el viento que se ha presentado ha generado problemas debido al movimiento de la arena y el cual provoca acumulación de esta en las vialidades cercanas al malecón costero.

Para conocer la cantidad de arena que se mueve, se consideró ubicar tres puntos de análisis, los cuales se muestran en la figura 1.



Figura 1. Ubicación de los puntos de medición.

En los puntos de medición se colocaron trampas de arena, con el material recolectado se determinó el diámetro medio y su densidad. El diámetro medio en el punto 1 fue de 0.119 mm, en el punto 2 fue de 0.109 mm, el punto 3 fue de 0.120 mm y la densidad de la arena fue de 2.65 t/m³.

Las características del viento se recabaron con la información registrada por Meteorología Aeronáutica del SENEAM de la SCT, el cual se encuentra en el aeropuerto de Minatitlán, Ver., dicha información se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Tiempos de acción por cada dirección

DIRECCIÓN	VELOCIDADES (m/s)											Días de acción	% de ocurrencias
	<5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	>15		
N	20.53	49.70	12.27	11.62	1.73	0.78	10.31		0.29	0.03	0.49	107.76	29.52%
NNE	13.51	24.87	3.00	1.66	0.20	0.13	0.91					44.29	12.13%
NE	1.66	1.14	0.16	0.23	0.03							3.23	0.89%
NEE	4.11	3.88	0.46	0.13								8.58	2.35%
E	1.93	1.83										3.75	1.03%
SEE	3.59	3.56	0.07	0.07			0.03					7.31	2.00%
SE	0.72	0.29										1.01	0.28%
SSE	3.79	2.06	0.07				0.03					5.94	1.63%
S	9.40	6.17	0.82	1.34	0.10	0.07	1.21				0.03	19.12	5.24%
SSW	7.38	3.52	1.50	0.91	0.16	0.10	0.42				0.03	14.03	3.84%
SW	2.19	1.01	0.36	0.33	0.03	0.03						3.95	1.08%
SWW	18.86	12.47	0.55	0.20			0.42				0.03	32.54	8.91%
W	8.58	2.51	0.07									11.16	3.06%
NWW	5.55	2.58	0.16	0.10		0.07						8.45	2.32%
NW	1.57	0.55	0.16	0.13		0.03	0.10					2.55	0.70%
NNW	8.52	12.83	3.13	5.48	0.46	0.39	7.96	0.10	0.62	0.03	1.08	40.60	11.12%
CALMAS	50.72											50.72	13.89%
Días de acción	162.59	128.98	22.78	22.19	2.71	1.60	21.41	0.10	0.91	0.07	1.66	385.00	100.00%
% de ocurrencias	44.55	35.34	6.24	6.08	0.74	0.44	5.87	0.03	0.25	0.02	0.46	100.00	

Tomando en cuenta los datos antes mencionados, se realizó el cálculo del transporte eólico anual, dichos resultados se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del transporte eólico neto

Punto	d(mm)	Q _{vm} (m³/m-año)
1	0.119	23.17
2	0.109	31.62
3	0.120	23.00

Como se puede observar el mayor transporte eólico neto anual en el punto 2 es de 31.62 m³/m-año, debido a que en esta zona el diámetro medio de la arena es menor con respecto a la arena que se encuentra en los otros puntos de análisis y, por lo tanto, en este punto es donde se acumula mayor volumen de arena.

Es importante mencionar que, para calcular el transporte eólico, se debe obtener el diámetro medio, la densidad de la arena y las características del viento (velocidad y dirección), siendo estos datos partes esenciales para tener resultados confiables, por lo que su análisis deberá ser detallado.

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=460&IdBoletin=172>

MENDOZA Manuel mmendoza@imt.mx
 CASAS Cindy ccasas@imt.mx
 FLORES Juan Esteban jflores@imt.mx



Evaluación estructural de pavimentos con métodos no destructivos.

Los datos que nos proporciona un análisis de deflexiones son clave para el diseño de nuevos pavimentos o para calcular espesores de refuerzo. Además, sirven para establecer lineamientos importantes en la toma de decisiones en sistemas de gestión de la infraestructura del transporte, en donde es medular conocer la capacidad estructural de las capas de una carretera.

Al respecto, el IMT cuenta con un HWD (heavy weight deflectometer) para la evaluación estructural de pavimentos a través de un análisis deflectométrico; este equipo es manufacturado por la empresa Dynatest.



Figura 1. Deflectómetro de impacto marca DYNATEST perteneciente al IMT.

En sus características, cuenta con un plato cuya placa es de un radio de 150 mm, y nueve sensores (geófonos) ubicados uno al centro de la placa de carga y ocho más que pueden mantener un arreglo distinto para determinar la cuenca de deflexiones. El IMT utiliza el arreglo donde los sensores se ubican de la siguiente manera (Figura 2).

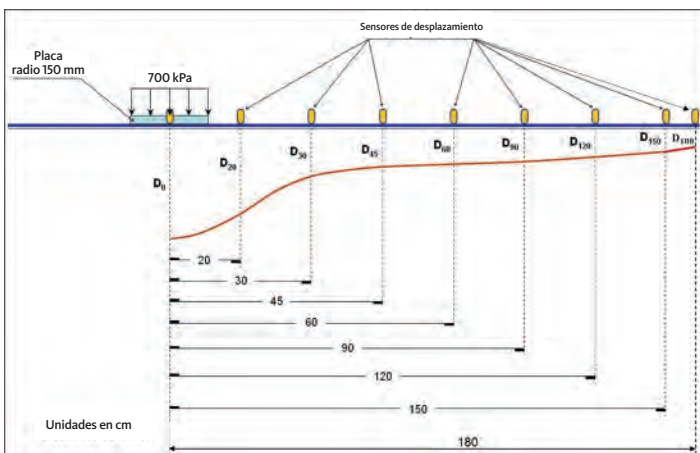


Figura 2. Arreglo de sensores empleado por el IMT.

Así, se puede determinar el desplazamiento vertical como respuesta al sistema de pavimento ante la aplicación de una carga, para diferentes puntos sobre la superficie del pavimento, con lo anterior se puede tener la posibilidad de aplicar metodologías de análisis respecto a la capacidad de carga, como lo son el diseño mecanicista.

Las deflexiones obtenidas en un tramo de prueba o bajo estudio, son representadas por series de acuerdo a los geófonos utilizados en la medición. Esto se puede observar gráficamente en la Figura 3, obteniéndose así las deflexiones para cada uno de los sensores por punto de evaluación.

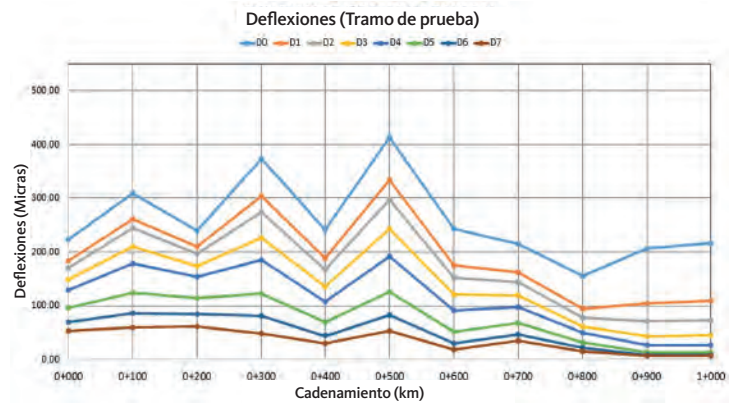


Figura 3. Deflexiones tramo prueba

Procesamiento y análisis de los valores de deflexión

Una vez obtenidos los valores de deflexión en campo, se procede a realizar la normalización de los datos a una sola presión debido a la gran variación de rigideces que existe en el tramo por evaluar y detectado durante el proceso de medición. El valor establecido es de 700 KPa, por lo que, dependiendo de la manera en que se hayan efectuado los golpes se procederá a realizar interpolaciones, entre otros métodos de matemáticas simples, para obtener los datos unificados a un solo esfuerzo. Dentro de los datos obtenidos, también se encuentran otros como los datos de temperatura del aire y de la superficie.

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=461&IdBoletin=172>

LÓPEZ Guadalupe
 PÉREZ Alfonso
 GARNICA Paul
 GARDUÑO Filiberto

glopez@imt.mx
 aperez@imt.mx
 pgarnica@imt.mx
 ing_garduno_matadamas@hotmail.com



Conducción autónoma: Implicaciones.

La conducción autónoma es una realidad que se encuentra a la vuelta de la esquina. Se estima que, para finales de esta década o inicios de la siguiente, se podrá adquirir comercialmente vehículos preparados para ofrecer una conducción totalmente autónoma.

Conseguir que un vehículo sea completamente autónomo, es decir, que no requiera en ningún momento la intervención de un humano, es una tarea que implica un gran reto tecnológico. La consecución de esta meta se está logrando de forma paulatina por medio del desarrollo de vehículos semiautónomos. A la fecha, diversos fabricantes de vehículos y desarrolladores independientes, de diferentes regiones del mundo, están realizando pruebas con este tipo de vehículos, tanto en lugares cerrados como en condiciones de tránsito normal.



Figura 1. Representación de un viaje en un vehículo autónomo

Esta tecnología promete traer grandes beneficios a la sociedad, dentro de los que se pueden destacar: una reducción de la accidentalidad vial al eliminar el factor humano, considerado el principal causante de estos sucesos. Supone también, un menor consumo de combustible y, por consecuencia, reducción de las emisiones contaminantes; esto debido a que se podrá planificar de mejor manera las rutas y las velocidades de recorrido, reduciendo las aceleraciones y frenadas bruscas que consumen mucha energía. Además, el conductor tendrá un mejor aprovechamiento del tiempo al realizar otras actividades durante su traslado y facilitará la accesibilidad para que personas con limitaciones para conducir puedan desplazarse con estos autos.

No obstante, para la correcta implementación y asimilación de esta tecnología es necesario preparar el camino en aspectos como la compatibilidad entre la infraestructura y este nuevo tipo de vehículos, establecer los aspectos

jurídicos, legales y de responsabilidad que deberán cumplir para las situaciones donde se presenten accidentes, así como generar confianza en los usuarios sobre la fiabilidad de estos sistemas. Otro punto a considerar será la adecuada capacitación de los conductores humanos para convivir con los vehículos autónomos, ya que registros de evidencias muestran que algunos de los accidentes ocurridos con los vehículos de prueba han sido por la operación inadecuada de los vehículos contrarios por parte de los humanos. Algunos países han tomado con seriedad el tema y llevan ya un importante camino recorrido para la implantación de la tecnología de los vehículos autónomos.

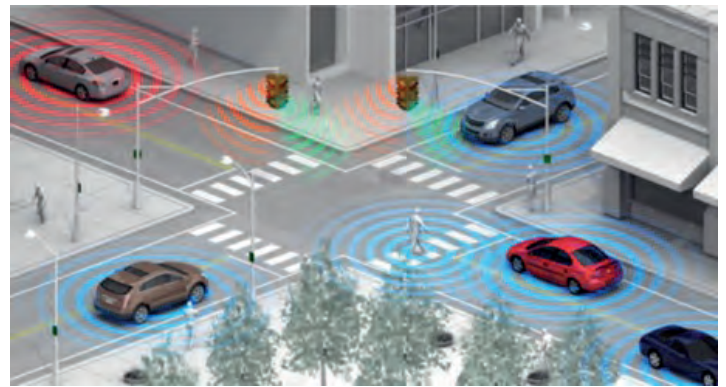


Figura 2. Representación de la comunicación infraestructura a vehículo y vehículo a vehículo

En ese sentido, el objetivo de esta nota es presentar un breve panorama del estado del arte de la conducción autónoma y se abordan los temas en los que se debe trabajar con el fin de estar preparados ante la inminente llegada de estos vehículos. Aunque su introducción en el mercado será paulatina, no se puede descartar que está muy cerca, por lo que en las próximas décadas tomará gran importancia. México no estará exento de estos desarrollos, ante lo cual es adecuado que se comience a preparar para la llegada de los vehículos autónomos.

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=462&IdBoletin=172>

FLORES Óscar
FABELA Manuel
VÁZQUEZ David
HERNÁNDEZ Ricardo

oflores@imt.mx
mjfabela@imt.mx
vazqvega@imt.mx
jrhdez@imt.mx



Análisis de las características de las principales aeronaves comerciales mexicanas en operación regular.

En este artículo se analizan las características de las principales aeronaves comerciales mexicanas en operación regular, tanto de flujos de pasajeros como de carga. Las características consideradas fueron la antigüedad promedio y la cantidad de aeronaves, para tres categorías: por periodo (2005-2017), por aeronave y por aerolínea (año 2017). Además, se determinó el grado de utilización de las aeronaves, para el año 2017, con base en un análisis de la cantidad de operaciones, distancia recorrida y horas de vuelo realizadas.

En general, aunque el número de aeronaves no suele ser constante a través de los periodos, la antigüedad promedio si tiene una tendencia decreciente, en 2005 era de 16 años y en 2017 de 8.2 años, esto quiere decir que las aerolíneas han tendido a actualizar su flota con modelos nuevos para estar a la vanguardia y seguir siendo competitivos en el mercado.

Otros aspectos que han contribuido a dicha modernización están relacionados con el incremento de la eficiencia energética de las nuevas generaciones de aeronaves, para compensar así el incremento de los costos de la turbosina. A finales de 2017 se presentó la flota aérea comercial más grande y joven de la historia en México, con un promedio de 8.2 años (Figura 1).

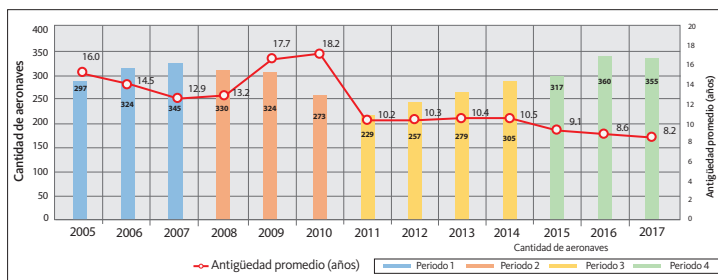


Figura 1. Cantidad y antigüedad promedio de las aeronaves

En 2017, la aerolínea con la flota más joven fue Volaris, con un promedio de antigüedad de 4.1 años, seguida de VivaAerobus con 4.6 años e Interjet con 6 años (Figura 2).

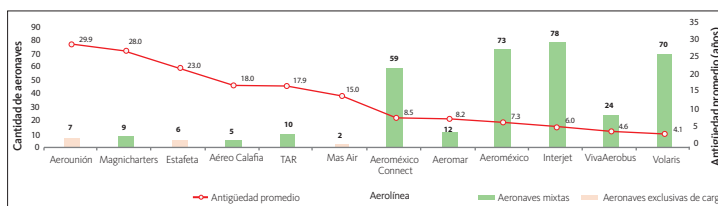


Figura 2: Antigüedad promedio y cantidad de aeronaves, por empresa, en servicio comercial regular (2017)

Además, las mayores flotas de las aerolíneas mexicanas corresponden a Interjet (78 aeronaves), Aeroméxico (73 aeronaves) y Volaris (70 aeronaves).

Se observa que, en general, las aeronaves con menor antigüedad son las más numerosas y viceversa. Además, observe que en el primer grupo destacan en cantidad las aeronaves A320 y en el segundo los B737. Durante 2017, la aeronave con el promedio de antigüedad más bajo fue el Airbus 319 con un valor de 0.7 años, seguida por la ATR 72 con 1.5 años y el Embraer 145 con 2.1 años (Figura 3).

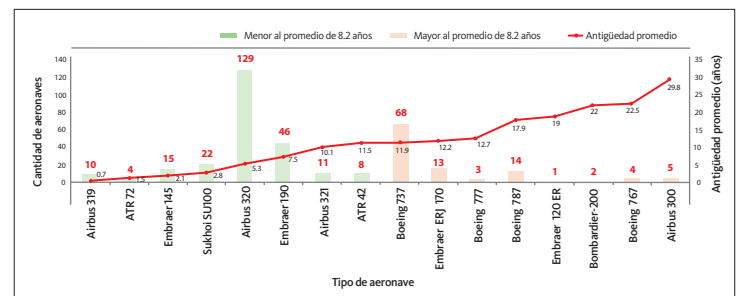


Figura 3. Cantidad de aeronaves y antigüedad (2017)

Por último, el Airbus A320 y el Boeing 737 fueron las aeronaves más utilizadas y numerosas durante 2017, de acuerdo con los tres parámetros considerados.

Tabla 1. Aeronaves con mayor utilización (2017)

Modelos de Aeronaves	Operaciones	Horas de vuelo	Distancia recorrida (km)
Airbus A320	199,358	601,587	695,933,128
Airbus 737	94,364	349,087	216,934,197

Consulta el artículo completo en:

<http://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=463&IdBoletin=172>

CORNELIO Wendy

wendycorneliomt@gmail.com

HERRERA Alfonso

aherrera@imt.mx

PEÑA Emmanuel

manuel230493@hotmail.com



PROYECTO EN MARCHA

Programa anual de trabajo 2018 de la Normativa SCT



El programa anual normativo previsto para 2018, consta de cinco proyectos de normalización integrados con anteproyectos y proyectos de normas y manuales de los Libros Legislación, Construcción, Control y Aseguramiento de Calidad, Características de los Materiales y Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales, con un total de 65 productos.

Relativo al Libro Legislación, se contempla la actualización de las normas sobre ejecución de estudios, proyectos, consultorías y asesorías, así como de ejecución de obras.

Con relación al Libro Construcción, se trabaja en el anteproyecto preliminar de la norma sobre uso de la cal en capas estabilizadas.

Sobre el Libro Control y Aseguramiento de Calidad, se contempla la elaboración de cuatro productos de la norma ejecución del control de calidad durante la construcción o conservación, incluida su publicación.

Respecto al Libro Características de los Materiales, se contemplan cuatro normas, tres de las cuales se publicarán y una más se trabajará como anteproyecto

preliminar. Estas son las actualizaciones de normas sobre materiales tratados con cal para terracerías, calidad de agregados pétreos para concreto hidráulico y calidad de aditivos químicos para concreto hidráulico, así como calidad de agregados pétreos para pavimentos de concreto hidráulico.

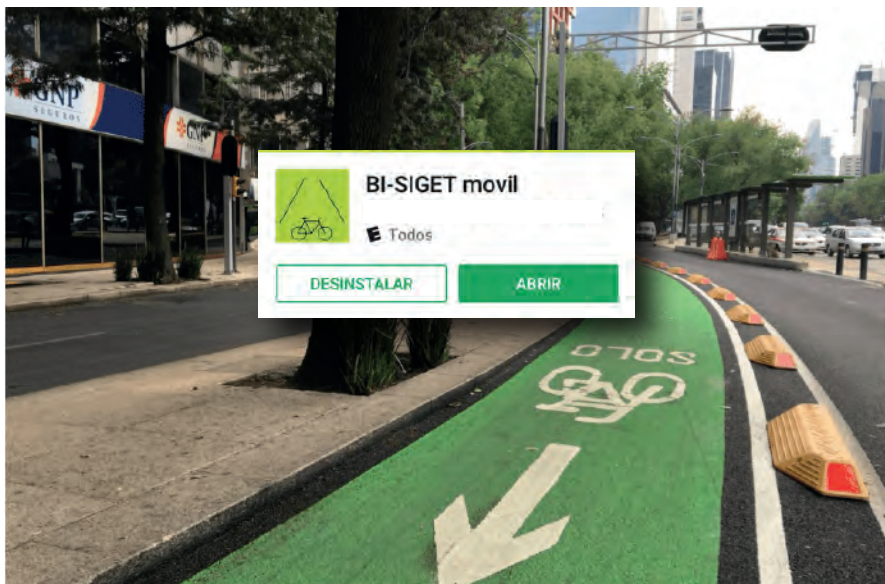
Finalmente, respecto al Libro Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales, se contempla la elaboración de 23 manuales agrupados en las Partes correspondientes a suelos y materiales para terracerías, materiales para estructuras y materiales para pavimentos. Del grupo de manuales relativos a materiales para estructuras, destacan trece manuales dedicados a diferentes pruebas para materiales para concreto hidráulico.

Para saber más sobre la normativa para la infraestructura del transporte, consulta la página: <http://normas.imt.mx/>



EVENTOS ACADÉMICOS Y CONGRESOS

Lanzamiento de la aplicación BI-SIGET para inventarios de ciclovías.



Con el objetivo de contar con una cartografía colaborativa, que permita construir inventarios de ciclovías a través de la participación ciudadana, el Instituto Mexicano del Transporte, en colaboración con la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, desarrollaron una aplicación informática para dispositivos móviles, denominada BI-SIGET.

La aplicación permite que un usuario se coloque al extremo de una ciclovía, active la lectura de coordenadas y comience el registro de la misma, incluyendo la infraestructura relevante, como puentes ciclistas, ciclopuertos, biciestacionamientos y centro de transferencia modal así como otros atributos de la ciclovía, como tipo de superficie de rodamiento y número de carriles. Durante el recorrido, el usuario puede tomar las fotografías que desee, para después compartirlas.

Al finalizar su recorrido, el usuario puede cerrar su levantamiento de coordenadas y enviar por correo electrónico el archivo TXT que se forma, junto con las fotografías que considere relevantes. Dicha información será recopilada por un equipo de colaboradores y publicada en un portal especializado en representación cartográfica de datos georreferenciados, para consultarse públicamente en cualquier momento.

Con la información que se reuna, será posible conocer en donde se debe aumentar la cobertura geográfica de la red ciclista nacional, mejorar su superficie de rodamiento, construir nuevos ciclopuertos, biciestacionamientos o centros de transferencia modal.

Actualmente, la aplicación BI-SIGET está disponible para dispositivos Android y puede descargarse en Google Play Store. El tutorial de la aplicación, se puede descargar en: <http://bit.ly/BI-SIGET>

PUBLICACIÓN

Perfil de la siniestralidad de los vehículos del autotransporte de carga y pasajeros en las carreteras federales de 2010 a 2015.

El presente estudio tiene por objetivo generar un informe técnico de la siniestralidad en las carreteras vigiladas por la Policía Federal (PF) con la participación de los vehículos del autotransporte de carga y pasajeros, ya sea como involucrado o responsable, durante el periodo de 2010 a 2015. La fuente de información para la generación de las estadísticas de siniestralidad que se presentan son las bases de datos de los Hechos de tránsito registrados por la PF.

Es importante señalar que el contenido y la estructura de las bases de datos difiere cada año; por ejemplo, no se contó con datos de la edad y sexo de las víctimas y los datos de la antigüedad de la flota siniestrada es parcial; sin embargo, eso no fue impedimento para generar la estadística básica.

Finalmente, se presentan algunas pautas, investigaciones, acciones y avances tecnológicos con el objetivo de mejorar la seguridad vial de estos vehículos al circular por las carreteras.

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

http://imt.mx/archivos/Publicaciones/Publicacion_Tecnica/pt508.pdf



<http://publicaciones.imt.mx>
<http://boletin.imt.mx>
publicaciones@imt.mx
notas@imt.mx
normas@imt.mx

PUBLICACIONES, BOLETINES Y NORMAS

<http://actualizacion-postprofesional.imt.mx>
capacitacion@imt.mx

CURSOS INTERNACIONALES IMT

notas@imt.mx 
[Instituto Mexicano del Transporte](https://www.facebook.com/InstitutoMexicano-delTransporte) 
[@IMT_mx](https://twitter.com/IMT_mx) 
(442) 216 97 77 ext: 2111 

www.imt.mx

INFORMACIÓN Y CONTACTO



Cualquier comentario o sugerencia con respecto a esta publicación o ejemplares pasados, agradeceremos su contacto por medio del correo electrónico notas@imt.mx

El contenido de los artículos aquí publicados así como las opiniones expresadas son 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.

El diseño y la elaboración de la presente publicación estuvo a cargo de:
Lic. Ana Karen Bustamante Cano
Lic. Silvana Soto Martínez



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

Registro Postal
Cartas
CA22-0070
Autorizado por Sepomex

**POR AVIÓN
AIR MAIL**