



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE



Certificación ISO 9001:2008 Ú

ANÁLISIS DE LA SINIESTRALIDAD DE LOS USUARIOS VULNERABLES EN CARRETERAS FEDERALES

Emilio Francisco Mayoral Grajeda
Ana Cecilia Cuevas Colunga
Jaime Guillermo Pérez Castro
Alberto Mendoza Díaz

Publicación Técnica No. 453
San Fandila, Qro. 2015

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Análisis de la siniestralidad de los usuarios
vulnerables en carreteras federales**

Publicación Técnica No. 453
San Fandila, Qro. 2015

Este documento fue elaborado en la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte por Emilio Francisco Mayoral Grajeda, Ana Cecilia Cuevas Colunga, Jaime Guillermo Pérez Castro y Alberto Mendoza Díaz.

Los autores agradecen la colaboración de la Policía Federal y la Dirección General de Autotransporte Federal al proporcionar las bases de datos de accidentes ocurridos en la Red Carretera Federal.

Esta investigación fue financiada con fondos de la Red Temática de Investigación de Accidentes Viales (número 253411), como parte del programa de Redes Temáticas 2015 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt).

Índice

	Página
Resumen	v
Abstract	vii
Resumen ejecutivo	ix
Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Organización del estudio	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Objetivo	3
1.4 Metodología	3
1.5 Beneficios	4
Capítulo 2. Estadística de siniestralidad	5
2.1 Antecedentes	5
2.2 Estadística general de siniestralidad en la RCF	13
2.3 Saldos de colisiones del usuario vulnerable	14
2.3.1 Por entidad federativa	17
2.3.2 Por tipo de carretera	41
2.3.3 Tipos de usuario vulnerable y su responsabilidad	44
2.3.4 Temporalidad de las colisiones	48
2.4 Perfil demográfico de la víctimas	50
Capítulo 3. Análisis particular por tipo de usuario vulnerable	55
3.1 Peatón	55
3.2 Ciclista	64
3.3 Motociclista	73

	Página
Capítulo 4. Acciones para la protección de usuarios vulnerables	85
4.1 Reglamento de tránsito en carreteras federales	86
4.2 Infraestructura	92
4.3 Industria automotriz	102
4.4 Usuarios vulnerables	109
4.4.1 Peatón	110
4.4.2 Ciclista	114
4.4.3 Motociclista	117
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	125
Bibliografía	129

Resumen

Inicialmente se describe en forma breve la organización del presente estudio; posteriormente, se muestran las estadísticas sobre la siniestralidad en carreteras federales en general y con la participación del usuario vulnerable (peatón, ciclista, motociclista, jinete y otros) como responsable o involucrado, generadas a partir de las bases de datos de siniestros viales ocurridos en el periodo comprendido entre 2010 y 2013, proporcionadas por la Policía Federal. Por último, se presentan algunos lineamientos, investigaciones y avances tecnológicos, cuyo objetivo estriba en proteger al usuario vulnerable al circular por vialidades.

Abstract

First, a brief description on how the study is organized is presented. Then, crash statistics occurred on federal highways involving vulnerable user (pedestrians, cyclists, motorcyclists, riders and others) as responsible or involved are generated. These statistics are derived from databases of crashes occurred in 2010-2013, provided by the Federal Police of Mexico. Finally, some guidelines, researches and technological advances aimed at protecting vulnerable users as they transit on roads are shown.

Resumen ejecutivo

El presente trabajo tiene por objetivo generar, analizar y difundir información estadística completa y confiable sobre la siniestralidad de los usuarios vulnerables en la Red Carretera Federal (RCF) de México. La fuente de información para la generación de las estadísticas de siniestralidad que se presentan son los reportes de accidentes registrados, entre 2010 a 2013, por la Policía Federal. El alcance del análisis abarca la totalidad de los accidentes ocurridos en la RCF con la participación del usuario vulnerable (peatón, ciclista, motociclista, jinete y otros), ya sea como involucrado o responsable.

Estadísticas de la siniestralidad

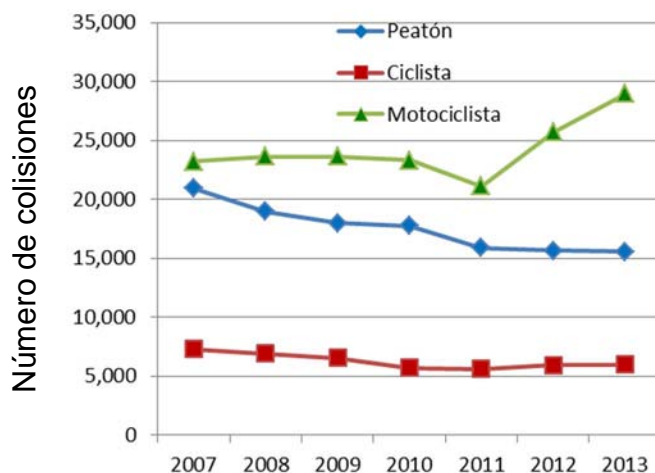
Antes de exponer las estadísticas de la siniestralidad del usuario vulnerable, se ha observado que algunas actividades se han incrementado en los últimos años, indicio de una mayor interacción del usuario vulnerable con vehículos automotores en las vialidades. Estas actividades comprenden las siguientes: I) cambio de la movilidad tradicional (vehículo motor) por el desplazamiento a pie, en bicicleta o motocicleta para dirigirse al lugar de trabajo o centro educativo; II) concentraciones de personas de edad similar para caminar una distancia determinada (una práctica habitual en zonas rurales es caminar a un pueblo adyacente y regresar), y III) práctica de deportes (correr o trotar) en zonas aledañas al paso de vehículos, lo mismo en vialidades urbanas que en carreteras.

Estadística general de la siniestralidad del usuario vulnerable

Según información del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) respecto a los accidentes de tránsito en 2013, se obtuvo que a escala nacional ocurrieron 406,426 colisiones, 15,856 muertes, 121,647 lesionados leves y 31,320 lesionados graves; estas cifras muestran un descenso en el número de accidentes del 19.8% y 20.3% de lesionados, así como un aumento del 3.3% de muertes con respecto a lo registrado en 2007. Las entidades de Nuevo León (19%), Jalisco (14%), Chihuahua (7%), Guanajuato (5%), Baja California (4%) y Distrito Federal (4%) agrupan el 53% del total de siniestros que ocurren en el país [INEGI, 2014].

Con base en las cifras anteriores, se obtiene que cada día 43.4 personas mueren y 86.8 resultan lesionadas, lo que se traduce en una tasa de mortalidad de 13.4 muertos por cada 100 mil habitantes, siendo la tasa más baja en los últimos años en nuestro país.

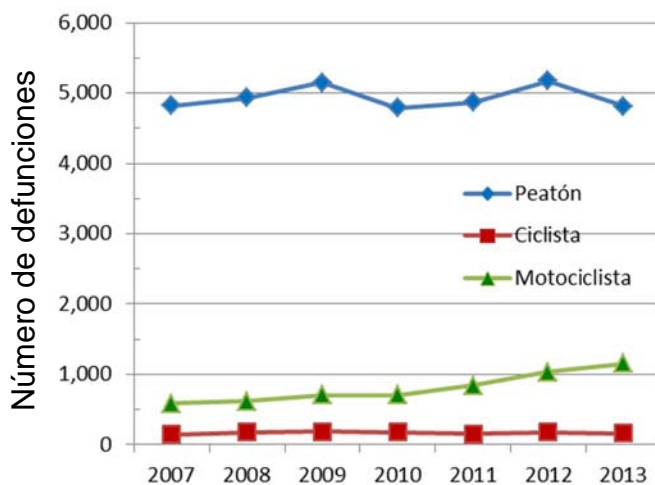
La figura I.1 muestra la evolución de accidentes, por tipo de usuario vulnerable (motociclista, ciclista y peatón), para el periodo de 2007 a 2013. En la figura se observa un descenso del 25.7% en el número de siniestros con participación de peatones y del 17.7% para los ciclistas; en cambio, para los motociclistas existe un incremento considerable a partir del 2011 del 37.2 por ciento.



Fuentes: INEGI (2014) y STCONAPRA (2014a). *Accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas*

Figura I.1 Evolución de las colisiones a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, 2007-2013

La figura I.2 muestra la evolución de defunciones por siniestros viales a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, correspondiente al periodo de 2007 a 2013. De los decesos ocurridos en 2013, 6,136 (38.7%) eran usuarios vulnerables: 4,816 peatones (casi un tercio del total de muertos por accidentes de tránsito), 1,156 motociclistas y 164 ciclistas (96.6 y 14.7% de incremento, respectivamente, en comparación con 2007).



Fuente: INEGI (2014) y STCONAPRA (2014a). *Base de defunciones*

Figura I.2 Evolución de las defunciones a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, 2007-2013

Es importante señalar que una característica del usuario vulnerable estriba en que no dispone de una protección externa, como en el caso de los conductores de vehículos automotores, además de haber una importante diferencia de masa entre el usuario vulnerable y los vehículos con los que se impactan.

Estadística del usuario vulnerable en la RCF

A partir de los datos registrados por la Policía Federal (PF) respecto a los siniestros viales en la red carretera vigilada por este organismo, se obtuvo que, del periodo de 2010 a 2013, los saldos con la participación de usuarios vulnerables corresponden a 7,664 accidentes, 2,498 muertos y 7,339 lesionados. Estas cifras representan el 7.8, 14.2 y 7.4%, respectivamente, del total registrado en la RCF. Cabe mencionar la gravedad de las colisiones con participación de usuarios vulnerables, ya que si bien su proporción en accidentes es del 7.8%, la mortandad aumenta al 14.2%; además en el 95.5% de los accidentes se registraron víctimas.

La figura I.3 presenta la evolución de las víctimas (muertos y lesionados) en siniestros viales, con participación de usuarios vulnerables. A pesar de observarse un descenso de víctimas totales en 2011 y 2012, se obtuvo un incremento del 5.6% entre 2010 y 2013 en este rubro: las víctimas en motocicletas crecieron un 33%, los peatones registraron una disminución del 25.9%, las bicicletas mantuvieron un promedio de 285 víctimas por año, y los jinetes registraron 17 y 7 víctimas, en los últimos años.

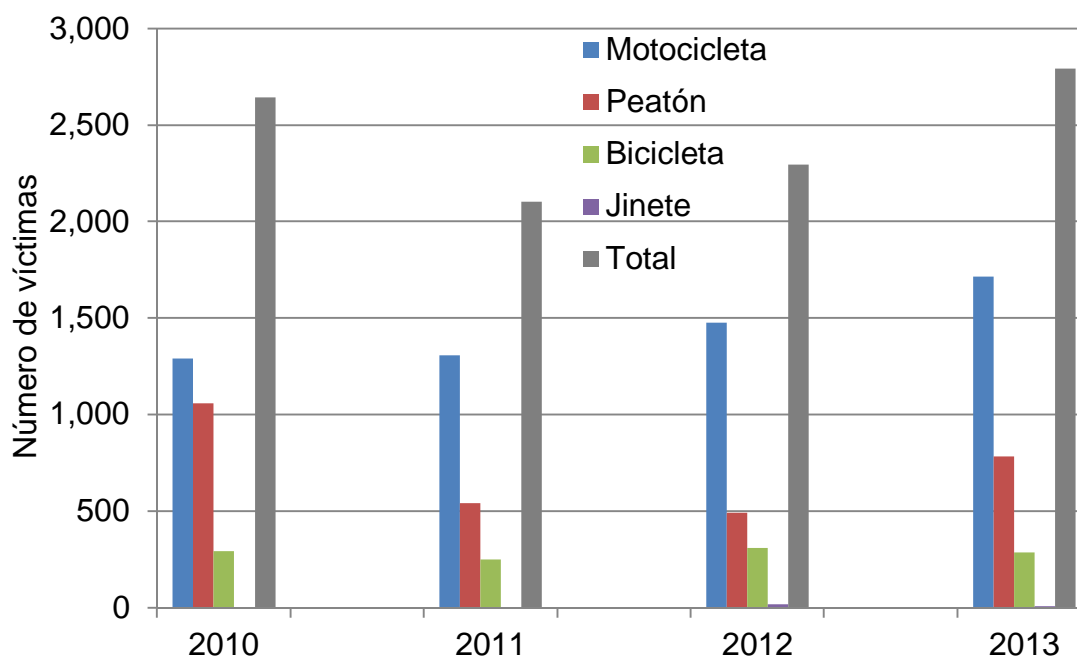


Figura I.3 Evolución de las víctimas por tipo de usuario vulnerable en la RCF, 2010-2013

También se obtuvieron figuras que representan la proporción de accidentes, en los que participaron usuarios vulnerables, número de lesionados y fallecidos, cuya tasa de crecimiento decreció o aumentó de 2010 a 2013, por entidad federativa. La figura I.4 muestra lo correspondiente a los muertos.

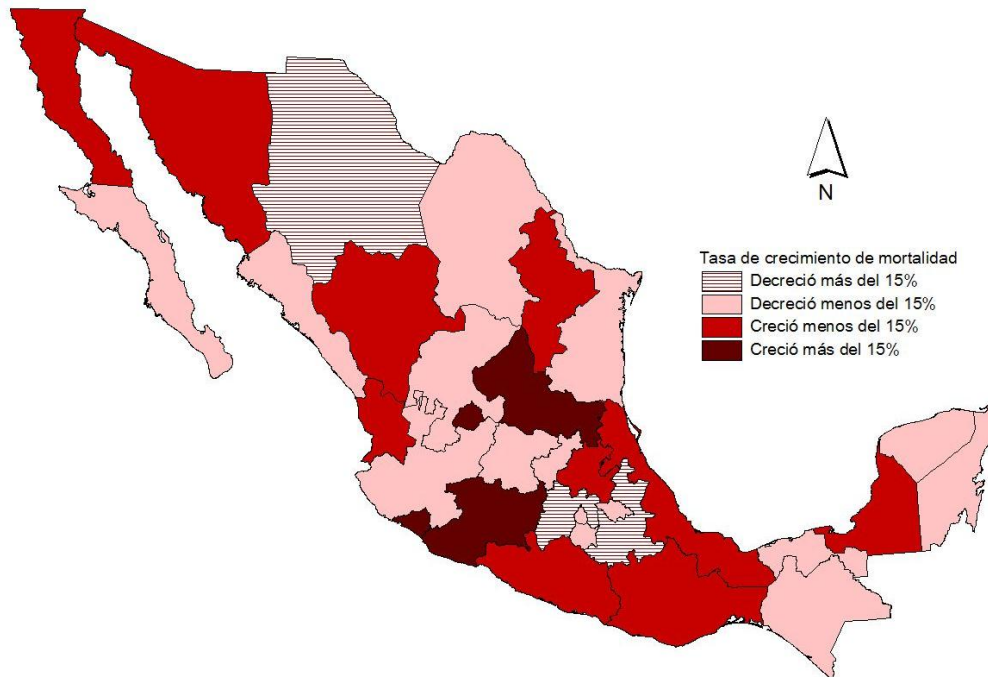


Figura I.4 Evolución de la tasa de crecimiento de mortalidad de usuarios vulnerables entre 2010 y 2013

Respecto a la infraestructura carretera se obtuvo información de las carreteras y tramos con el mayor número de colisiones con la participación de usuarios vulnerables, coincidente con el mayor número de víctimas dentro del periodo objeto de análisis. Las primeras diez carreteras registran una relación promedio de 1.24 víctimas por accidente, entre las que destaca la carretera Malpaso - El Bellote con un máximo de 1.41; asimismo, donde los usuarios vulnerables acumularon el 40% de los muertos, también son de mencionar las carreteras Coatzacoalcos - Villahermosa, Reforma Agraria - Puerto Juárez y Los Mochis - Ciudad Obregón, con porcentajes en torno al 30%. Respecto a los tramos carreteros, se tiene el Entronque derecho Durango - Entronque derecho Libramiento de Mazatlán, de la carretera Tepic - Mazatlán, en donde los usuarios vulnerables representan el 70% de las víctimas mortales.

Bajo ciertas restricciones, los usuarios vulnerables pueden transitar por la RCF. Éstos interactúan con el flujo vehicular y causan conflictos viales, que en ocasiones, conllevan colisiones, lo mismo en calidad de responsables que involucrados.

Cuando el usuario vulnerable participa en una colisión, éste es responsable, en promedio, de seis de cada diez eventos. En el caso particular de las motocicletas, peatones y bicicletas, los porcentajes corresponden a 61.3, 51.7 y 66.5, respectivamente.

La figura I.5 presenta la temporalidad de las colisiones con participación del usuario vulnerable, a lo largo de los meses, dentro del periodo de análisis del estudio. Se observa una media mensual de 639 siniestros, 612 lesionados y 208 muertos, siendo diciembre, el mes con los mayores saldos (722, 687 y 270, respectivamente).

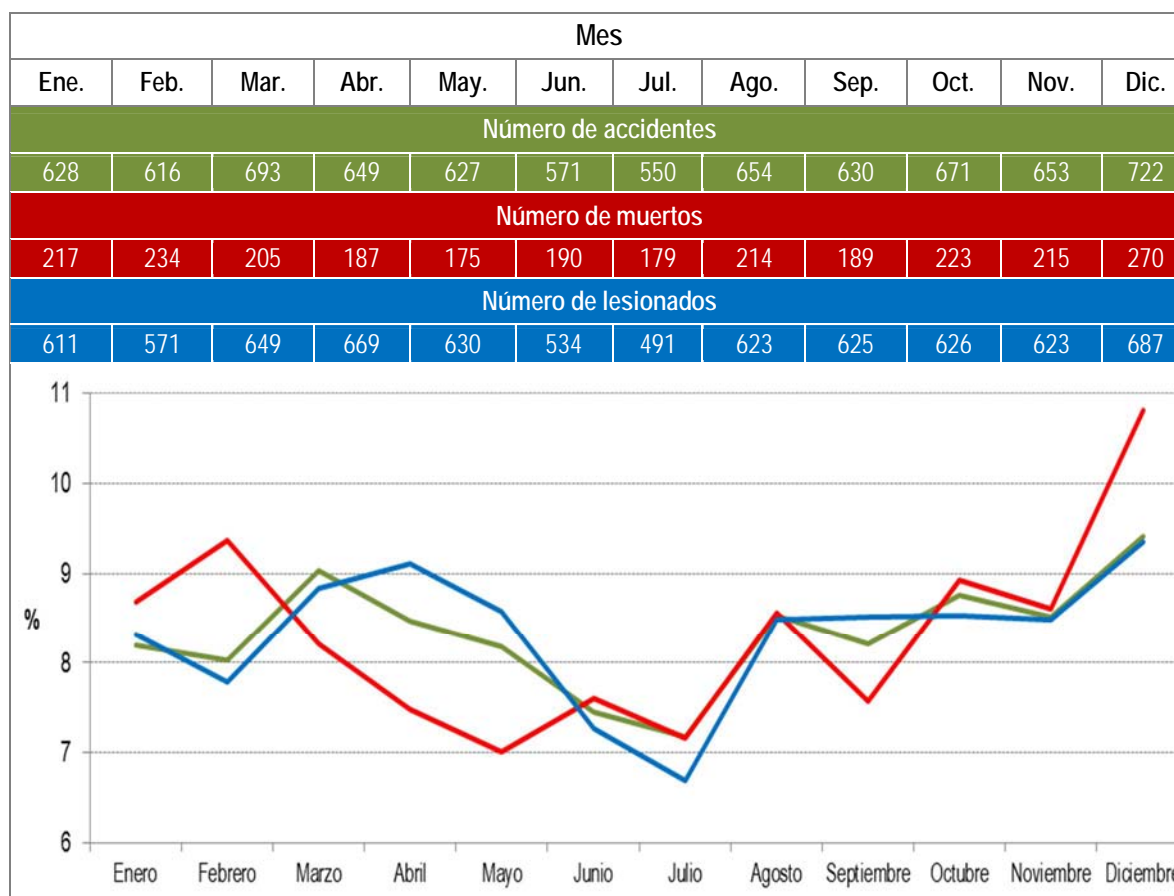


Figura I.5 Temporalidad mensual de las colisiones con participación del usuario vulnerable dentro del periodo de análisis 2010-2013

Algunas acciones para proteger a los usuarios vulnerables

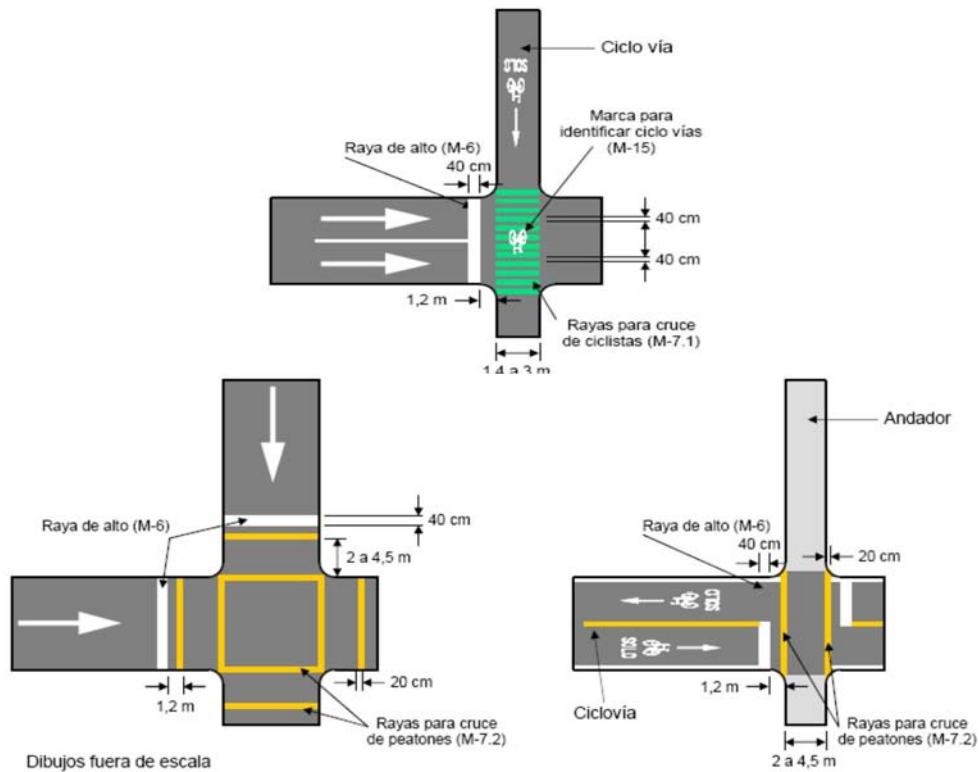
Es común observar que la planeación de la circulación vial este enfocada en facilitar el tránsito automotor sin incluir al usuario vulnerable, lo que aumenta el riesgo vial para este tipo de usuarios.

En el ámbito de las carreteras federales se aplica el Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal, el cual establece derechos y obligaciones para conductores de bicicleta, triciclo, motocicleta, trimotor o cuatrimotor, congruentes con la naturaleza de los vehículos que conduzcan, así como para peatones [DOF, 2012].

Por ejemplo, el reglamento especifica que al cruzar una vía federal, los peatones están obligados a: I) transitar por la mitad derecha de las zonas de cruce de peatones, II) tomar todas las precauciones y no irrumpir intempestivamente sobre la superficie de rodamiento, III) realizar el cruce de manera continua y con paso seguro y rápido, IV) evitar el cruce diagonal de una intersección, y V) utilizar los pasos a desnivel o puentes peatonales que existan. Cuando no se disponga de una zona de cruce de peatones, los peatones deberán ceder el paso a todos los vehículos que constituyan un peligro en términos de velocidad o cercanía. En cambio, la motocicleta, la bicicleta y el triciclo están clasificados en el reglamento dentro del grupo básico de vehículos; sin embargo, la primera es considerada como un vehículo motorizado para el transporte de personas y los otros dos como tránsito excepcional, por lo tanto su reglamentación tiene variaciones.

Algunas de las obligaciones de los conductores de motocicletas son: I) ser mayor de 18 años de edad; II) estar acompañados solamente por el número de personas para el que existan asientos; III) circular en todo tiempo con las luces encendidas; IV) tanto el conductor como sus acompañantes deberán usar casco protector y, en su caso, anteojos; V) transportar únicamente carga cuando no se afecte la estabilidad del vehículo ni la visibilidad del conductor, y VI) no entablar competencias de velocidad, arrancones o efectuar maniobras que pongan en riesgo la seguridad del tránsito o de terceros. En cambio los conductores de bicicletas están obligados, entre otras cosas, a: I) ser mayor de doce años de edad; II) circular por el acotamiento de las vías federales (en caso de que no exista, deberá circular por el carril de la extrema derecha y no hacerlo en contra del flujo vehicular); III) rebasar con cuidado a otros ciclistas, siempre y cuando éstos lo permitan orillándose sobre el acotamiento o saliendo momentáneamente de la superficie de rodamiento; IV) transitar en forma autónoma sin sujetarse a otros vehículos; V) utilizar aditamentos reflectantes; VI) tanto el conductor como sus acompañantes deberán usar casco protector y, en su caso, anteojos.

El reglamento comprende las disposiciones de control del tránsito para la circulación de usuarios vulnerables, a través del correspondiente señalamiento horizontal y vertical, y otros dispositivos como isletas y semáforos. Los conductores deben tener el debido cuidado para evitar atropellamientos y advertirán a los peatones de cualquier peligro, haciendo sonar la bocina para evitar contingencias. Las figuras I.6 a I.8 muestran ejemplos del señalamiento horizontal en intersecciones a nivel entre una carretera, una ciclovía y cruces de peatones, de acuerdo con lo recomendado por la normativa de la SCT [DOF, 2011].



Figuras I.6 a I.8 Ejemplos del señalamiento horizontal en intersecciones a nivel entre una carretera, una ciclovía y cruces de peatones [DOF, 2011]

Infraestructura

Expertos afirman que dentro de las políticas de planeación regional y urbana erróneas, los interminables asentamientos lineales sin banquetas al lado de los caminos tal vez constituyan el factor de mayor importancia para la seguridad vial en países en desarrollo. Se ha observado que éstos están ocasionado un número considerable de accidentes con víctimas, las cuales en su mayoría son usuarios vulnerables (véanse figuras I.9 y I.10) [Vollpracht, H., 2011].



Figuras I.9 y I.10 Ejemplos de asentamientos lineales en zonas rurales y de alto riesgo para los usuarios vulnerables el transitar por la carretera

El enfoque de sistema para carreteras más seguras tiene que abordar los siguiente elementos: I) evitar las falsas políticas de diseño que no se ajustan a las necesidades de los usuarios vulnerables, II) impedir el acceso incontrolado a las propiedades a lo largo de carreteras, el cual inicia con el establecimiento de comercios irregulares, III) controlar la velocidad de operación de los vehículos automotores en la red, y IV) desplegar mayores esfuerzos para reducir la velocidad mediante la instalación de reductores con su debido señalamiento preventivo y restrictivo, principalmente en la aproximación a zonas urbanas [ONU, 2010]. En el caso del control de la velocidad, se ha comprobado que el señalamiento vertical no es suficiente; se requieren indicaciones visuales adicionales y canalizaciones para alertar a los conductores sobre cambios en el entorno de la carretera de manera que puedan reducir la velocidad.

Una de las mayores amenazas para la movilidad del usuario vulnerable es la circulación de vehículos automotores a altas velocidades; por lo tanto, la implementación de zonas de pacificación del tránsito constituye una medida efectiva para aumentar la seguridad vial. Los objetivos de la política orientada a moderar el tránsito son: I) otorgar un mayor protagonismo al usuario vulnerable (al pacificar el tránsito, renace el encuentro social, en donde el usuario vulnerable recupera las vialidades como lugar de convivencia), II) se evita el tránsito de paso, al reducir la velocidad y crear circuitos de circulación cerrados, se evita que los conductores utilicen la zona como paso en sus trayectos largos, y III) se incrementa la seguridad vial, se disminuye considerablemente la probabilidad de sufrir un accidente vial, y en caso de un accidente, las lesiones a peatones y ciclistas suponen contusiones leves, en la gran mayoría de los casos, y el conductor de un vehículo automotor tiene más tiempo para reaccionar y frenar ante una situación inesperada, como el cruce repentino de un peatón o ciclista.

En las carreteras mexicanas no existe un carril o vía expresamente para los ciclistas; por lo tanto, ellos deben ajustarse a las características físicas y operativas de la vía por la que circulan, es decir lo más cerca posible del borde derecho de la calzada. En ocasiones lo pueden hacer por el acotamiento externo si es transitable y ofrece un espacio suficiente.

Una de las prácticas sostenibles a adoptar en carreteras consiste en separar a los diferentes usuarios, mediante la construcción de vías paralelas exclusivas para ciclistas y peatones. Esta solución ofrece una movilidad segura, principalmente a los usuarios vulnerables (véase figura I.11).

En esta figura se observa, de izquierda a derecha, al usuario vulnerable circulando por el acotamiento de la carretera (1), el usuario separado por una franja estrecha (2) y completamente separado de los carriles de circulación (3) y, finalmente el usuario cuenta con un trazo de vía completamente independiente a la carretera (4).

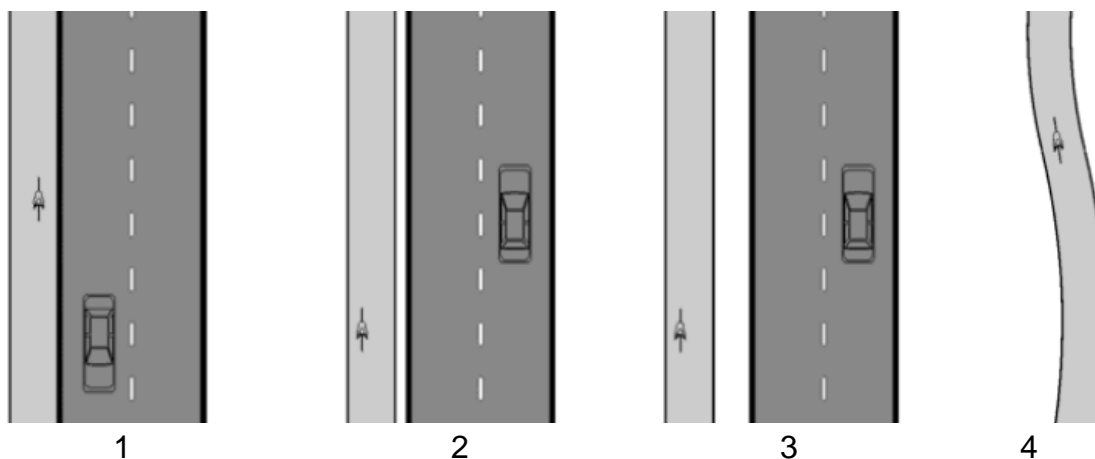


Figura I.11 Diferentes esquemas para que un usuario vulnerable circule por la carretera separado de los vehículos automotores

Es indudable que la seguridad debe destacar entre los criterios primordiales a la hora de diseñar una red para bicicletas. La figura I.12 muestra un ejemplo de ello. La seguridad de los usuarios de la bicicleta depende fundamentalmente del flujo y la velocidad del tránsito vehicular, y del grado de integración o segregación de los ciclistas con el tránsito motorizado en cada tramo en particular.

La normativa de la SCT específica, en materia de ciclovías en carreteras federales, los tipos de marcas para delimitar, por ejemplo, las zonas de rebase y no rebase, en aproximación a intersecciones, ciclovías compartidas, etcétera. [DOF, 2011].



Figura I.12 Ejemplo de una vía protegida para el tránsito exclusivo de bicicletas en una carretera

En áreas urbanas, las medidas de infraestructura más comunes destinadas a peatones son los estrechamientos de calzada, semáforos, isletas de refugio, vallas de seguridad, áreas peatonales y cruces peatonales a desnivel (elevado o

deprimido). Estas medidas pueden mejorar la seguridad de los peatones. La justificación de pasos peatonales elevados o deprimidos está basada en el volumen vehicular y peatonal, así como en el tiempo de cruce peatonal. Se dispone del marco normativo en el que se establecen los requisitos técnicos a cumplir en la instalación de pasos de peatones a desnivel.

Industria automotriz

Los sistemas correspondientes a la denominada *seguridad pasiva*, ajenos al vehículo, son todos aquéllos que tienden a reducir las consecuencias de un impacto vial entre un vehículo y un usuario vulnerable. Se excluyen los sistemas o elementos destinados a la protección de los pasajeros en su fase inicial o de rebote al impacto. Estos sistemas se activan, de forma inmediata en caso de un posible atropellamiento, con o sin la intervención del conductor que se ve involucrado en la colisión.

Sin lugar a dudas, un punto importante por resolver en el ámbito de la industria automotriz es la armonización de los requisitos técnicos con el propósito de homologar los vehículos de motor que se fabrican en América Latina, en términos de protección a peatones y otros usuarios vulnerables. Este punto busca evitar que las armadoras adopten disposiciones que difieran entre sí. Tal es el caso de los vehículos económicos que se ofertan en América Latina con cero estrellas en materia de seguridad [*Latin NCAP, 2014*].

La empresa Volvo es una marca que ha perdurado con el tiempo, ya que está asociada a la fabricación de autos seguros. En 1944, por ejemplo, Volvo utilizó vidrio laminado en la fabricación de sus vehículos; al inicio de los años sesenta convirtió el cinturón de seguridad de tres puntos en estándar, y la lista sigue con el asiento trasero de posición invertida para infantes, el cierre de seguridad adicional en las puertas, el aviso de cinturón de seguridad y el sistema de protección de impacto lateral.

Como parte de los sistemas de protección para el peatón, se están instalando en los vehículos Volvo un dispositivo de seguridad, las bolsas de aire para peatones (*Pedestrian Airbag Technology*) y un dispositivo de frenado automático (véase figura I.13). Este sistema está equipado con los siguientes elementos: a) siete sensores de última generación que emiten alertas visuales y sonoras, y activación automática de los frenos en caso de que el conductor no responda, b) cofre que se mueve hacia arriba, y c) bolsa de aire integrada por un saco y un generador híbrido de gas, instalada en el parabrisas, con el fin de amortiguar el choque. Su funcionamiento es el siguiente: al detectar el impacto, la bolsa de aire se activa en milésimas de segundo saliendo de la parte posterior del cofre cubriendo poco más de un tercio del parabrisas con el propósito de amortiguar el impacto y evitar traumatismos de cráneo al peatón, entre otras lesiones, al momento de golpear contra el parabrisas delantero [*Volvo, 2012*]. También se considera que al impacto,

la carrocería se deforme de la mejor forma posible con el objetivo de absorber la mayor cantidad de energía. Aunque no son sistemas infalibles, se ha demostrado que, a bajas velocidades, son bastante eficaces al reducir las lesiones del peatón.



Figura I.13 Dispositivo vehicular *Pedestrian Airbag Technology* accionado para amortiguar los atropellamientos frontales

La tecnología denominada *Obstacle Avoidance* emite advertencias al conductor si detecta objetos de movimiento lento, obstáculos o peatones inmóviles dentro del camino, por medio de tres radares, sensores ultrasónicos y una cámara para escanear el camino a una distancia de hasta 200 m. Y la nueva tecnología *Intelligent Protection System with Pre-Collision Assist* identifica a los peatones y activa el frenado automáticamente, en caso de que la colisión sea inminente (véase figura I.14) [Ford, 2013].



Figura I.14 Visualización del Sistema para la detección automática de peatones previo al frenado automático

Durante el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) hizo un llamado de atención a los países latinoamericanos por su débil legislación, en el sentido de aumentar las exigencias de seguridad vehicular a los fabricantes de vehículos con el objetivo de reducir el número de víctimas. El organismo denuncia la venta en la región de los mismos modelos, pero con menos atributos, que los constructores de vehículos ofrecen en Estados Unidos y Europa [*El País*, 2015]. No obstante, se considera que el papel que desempeña la autoridad es aún más importante que aquel que se les pudiera asignar a los fabricantes. Con miras a concientizar a la ciudadanía, las autoridades pueden recurrir al uso de campañas publicitarias (prudencia de parte de peatones, conducción calmada y respetuosa de automovilistas), así como a la modificación a la legislación en materia de educación y la ejecución de investigaciones en torno a los atropellamientos con el fin de generar acciones para reducirlos en número y gravedad.

Usuario vulnerable

Se considera que los elementos fundamentales para la seguridad vial relacionados con los usuarios vulnerables son el promulgar y hacer cumplir la normativa sobre los factores que influyen en: a) la exposición al riesgo; planificación y uso de las vialidades, según su función, y convivencia con usuarios vulnerables en vías rápidas, b) el desarrollo de una colisión; exceso de velocidad, visibilidad inadecuada en los elementos de la vía, vicios en el diseño y mantenimiento de la vialidad, etc., c) la gravedad de la colisión; falta de utilización de los sistemas de retención y, de casco, al igual que protección insuficiente al peatón por parte del vehículo, y d) la gravedad de la lesión; retraso en la identificación del siniestro, falta de atención prehospitalaria rápida y adecuada, así como hospitalaria urgente.

La experiencia internacional ha demostrado que la adopción de una legislación en materia de seguridad vial, clara e integral, que contemplen sanciones apropiadas y campañas de sensibilización a la ciudadanía constituye un factor importante para minimizar las lesiones y muertes ocasionadas por un siniestro vial [*OMS*, 2009]. Cabe precisar que no basta contar con una legislación si ésta no es integral ni se hace cumplir o carece de los mecanismos institucionales y recursos necesarios para la aplicación coordinada de acciones.

Como numerosos expertos en la materia han señalado, el desarrollo de la infraestructura vial y las políticas de movilidad en la mayoría de las ciudades mexicanas se ha centrado en la circulación vehicular, tanto de automóviles particulares como de sistemas de transporte público, en muchos casos dejando relegado a un rol secundario a peatones y ciclistas. Esto genera conductas agresivas hacia los modos no motorizados, lo cual desalienta el uso de la bicicleta como alternativa de transporte, la cual se percibe como peligrosa, no obstante las ventajas en cuanto a costo, sostenibilidad y beneficios a la salud. A pesar de lo anterior, se observan claras tendencias en varias ciudades que apuntan a impulsar el uso de la bicicleta como una alternativa de transporte integrable a los demás modos disponibles, así como a la creación de mayores espacios peatonales.

Con el objeto de separar los flujos peatonales de los vehiculares en las vialidades, es común recurrir a la construcción de puentes peatonales para brindar un cruce seguro a los peatones, aunque en algunos casos éstos deciden no utilizarlos. En varios casos de atropellamiento se ha constatado que buena parte ocurre en zonas donde existe un puente y que el oficial en funciones atribuye la causa del accidente a un acto de imprudencia o irresponsabilidad del peatón. Al respecto, habría que formularse las siguientes interrogantes: ¿Por qué no usó el puente? o ¿por qué no caminó hasta un cruce a nivel seguro? La respuesta podría apuntar a que ninguna de las opciones ofrecía una solución hecha a la medida del peatón. Aunque aparentemente está diseñada para facilitar el cruce seguro a peatones, esta infraestructura supone, en realidad, una solución que prioriza la circulación constante y permanente de vehículos motorizados, y que a la vez, dificulta o incluso imposibilita la movilidad del peatón.

Existe la idea de que el puente peatonal forma parte de la infraestructura vial para la libre circulación de vehículos sin peatones; inclusive se dice que es un disfraz de espacio peatonal, que muchos de ellos son innecesarios, que contribuyen a la sumisión peatonal y que el automovilista tiene más derecho a circular sin detenerse para cederle el paso a un peatón [Corres, 2014].

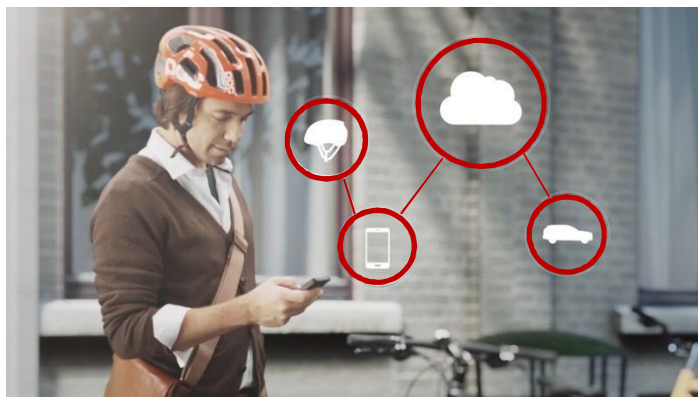
En las figuras I.15 y 16 se muestra un par de ejemplos de pasos peatonales diseñados para atender las necesidades del peatón, incluidos niños, adultos mayores y personas con movilidad limitada o que empujan carriolas.



Figuras I.15 y 16 Ejemplos de pasos peatonales atendiendo las necesidades de cruce del peatón

En cuanto a la circulación segura de ciclistas, un adelanto tecnológico es el dispositivo que busca reducir las muertes de ciclistas. En colaboración con Ericsson y POCsport (empresa fabricante de equipo de seguridad para deportistas), Volvo trabaja en la creación de un casco que permitirá la comunicación entre el ciclista y automóviles [CES, 2015]. Mediante la sincronización vía Wi-Fi, esta tecnología utiliza el sistema de intercambio de archivos entre usuarios P2P+ (en inglés: *peer-to-peer*). Los peatones que traigan consigo

teléfonos inteligentes (*smartphones*) con la aplicación %Wi-Fi Direct+ o infraestructuras que cuenten con una red inalámbrica, podrán ser detectados por el vehículo e informar al conductor (véase figura I.17).



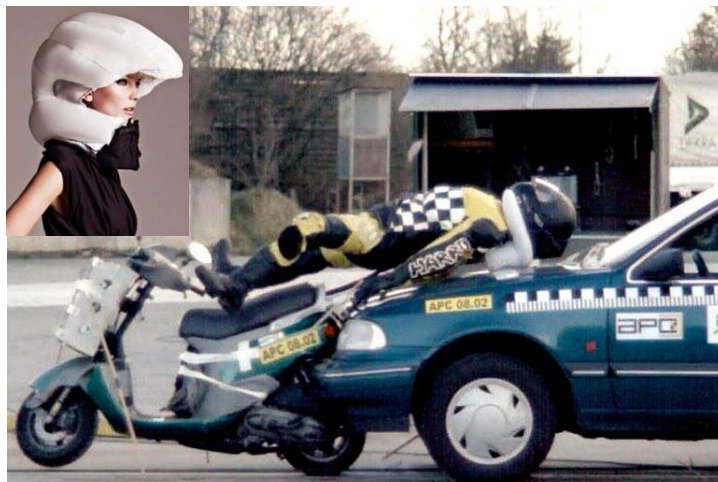
Figuras I.17 Ciclista sincronizando su teléfono inteligente con los conductores de la vía para ser detectado y alertado de una posible colisión

El casco tiene la capacidad de establecer comunicación con los vehículos que circulan en las calles con la intención de alertar a ambas partes, en caso de una posible colisión y así evitar accidentes. El ciclista utiliza una aplicación para teléfono inteligente que monitorea su posición y la envía a la nube, de manera que, cuando se corre el riesgo de un percance el casco emite una alerta vibratoria y luminosa.

El casco de protección es el principal elemento de seguridad pasiva del que disponen los usuarios de bicicletas y motocicletas. Las funciones del casco en caso de impacto son: I) proteger la cabeza para prevenir su colisión contra una superficie, II) evitar que objetos penetren en la cabeza, III) absorber parte de la energía del impacto con su estructura y amortiguar el golpe del cerebro contra el cráneo, IV) disipar la fuerza del impacto en una superficie más grande, gracias a lo cual la energía producida por el choque no se concentra tanto en una sola parte de la cabeza y, V) actuar como barrera, lo que evita el contacto entre el cráneo y el objeto del impacto (por ejemplo, el suelo) [DGT, 2014].

Existe una gran variedad de cascos en el mercado y cada uno de ellos cumple con objetivos determinados. Sin embargo, la tecnología ha desarrollado el casco con bolsa de aire. Se trata de un dispositivo diseñado para proteger o minimizar las lesiones que puedan sufrir los motociclistas, en caso de producirse un siniestro. Este sistema se conforma de una serie de sensores inalámbricos que, si detectan un movimiento brusco del vehículo o una separación repentina entre éste y el conductor, actúan como cualquier otra bolsa convencional, con la diferencia de que ésta es recargable. Al momento de activarse, la bolsa de aire se despliega para absorber los movimientos del cuello y la cabeza, aminorar las lesiones al conductor y reducir el riesgo daños en las vértebras cervicales y zona dorsal, en el

caso de producirse una colisión o impacto (véase figura I.18). Otro de los avances tecnológicos en el equipamiento del motociclista consiste en la inclusión de sistemas de bolsas de aire en chalecos y chaquetas como un sistema de seguridad pasiva.



Figuras I.18 Prueba de ensayo de un casco con bolsa de aire para protección de motociclistas

Referencias

CES, 2015. *Volvo unveils collision prediction technology for cyclists*, Consumer Electronics Show (CES), Tech World, Margi Murphy, Las Vegas, EE.UU.

Corres, Dana, 2014. *Rompiendo el mito de los puentes peatonales*, Veo verde, Cultura verde, Ciudad de México, México

DOF, 2011. *NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*, Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Ciudad de México, México

DOF, 2012. *Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal*, Poder Ejecutivo, Secretaría de Seguridad Pública, Ciudad de México, México

El País, 2015. *La ONU presiona a Latinoamérica para reducir la siniestralidad vial*, El País, Economía, J. Jiménez Gálvez, Landsberg, Alemania http://economia.elpais.com/economia/2015/10/13/actualidad/1444757360_399605.html

Ford, 2013. *Ford develops test car that automatically steers around stopped or slowing vehicles or pedestrians*, News, Ford Europa, Lommel, Bélgica

Latin NCAP, 2014. *Programa de Evaluación de Autos Nuevos para América Latina y el Caribe*, Secretaría Latin NCAP, Proyecto 2010-2013, Fase V Montevideo, Uruguay

OMS, 2009. *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Es hora de pasar a la acción*, ISBN 978 92 4 356384 8, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza

ONU, 2010. *Decade of Action for Road Safety 2011-2020*, Declaratoria de la Asamblea de la Organización de las Naciones Unidas, Washington DC, EE.UU. www.who.int/roadsafety/decade_of_action/

Vollpracht Hans-Joachim, 2011. *Linear settlements, vulnerable road users and the implications for urban land use and development in different countries*, XXIV° Congreso Mundial de Carreteras, Asociación Mundial de Carreteras, Ciudad de México, México

Volvo, 2012. *Volvo's Pedestrian Airbag Technology and Pedestrian Detection*, European Motor News Volvo Car Group's, Volvo V40, Suecia

1 Introducción

1.1 Organización del Estudio

El desarrollo del presente trabajo, titulado ***Análisis de la siniestralidad de los usuarios vulnerables en carreteras federales***, está organizado de la siguiente forma:

El capítulo 1 describe los antecedentes más relevantes del análisis propuesto con el fin de establecer un panorama general de la condición que guarda la seguridad vial para el usuario vulnerable en la Red Carretera Federal (RCF) de México. Asimismo, se incluye el objetivo, los alcances del estudio, la metodología aplicada y los beneficios esperados.

El capítulo 2 está constituido por el análisis de la siniestralidad ocurrida en la RCF, con la participación del usuario vulnerable, ya sea como involucrado o responsable, dentro del periodo de análisis (2010-2013). Se hace un desglose por tipo de usuario vulnerable, es decir peatón, ciclista, motociclista y jinete. Se identifican las entidades, así como las carreteras y tramos, con mayor y menor siniestralidad por tipo de usuario vulnerable, determinando su responsabilidad en las colisiones y la temporalidad de ocurrencia por meses del año, días de la semana y hora del día de los siniestros.

El capítulo 3 expone un análisis particular de cómo ocurren los accidentes por tipo de usuario vulnerable, bajo diferentes escenarios y en tipos de carretera distintos.

El capítulo 4 describe brevemente los derechos y obligaciones de los usuarios al circular por la RCF. Asimismo, expone una serie de lineamientos para proteger al usuario vulnerable, desde el punto de vista de la infraestructura, la industria automotriz y el usuario mismo. Se formulan, además, algunas recomendaciones prácticas a seguir por parte del usuario vulnerable y el automovilista, en función de las investigaciones y avances tecnológicos en materia de seguridad vial.

Y finalmente, el capítulo 5 está integrado por las conclusiones y recomendaciones más relevantes del estudio.

1.2 Antecedentes

Una de las funciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) estriba en garantizar el acceso y ampliar la cobertura de infraestructura y servicios de transporte y comunicaciones, tanto a nivel nacional como regional, a fin de que los mexicanos puedan comunicarse y trasladarse de manera ágil y oportuna en todo el país. Asimismo, la SCT promueve la prestación de servicios de autotransporte competitivos y de calidad, que respondan a las expectativas de la ciudadanía, prevaleciendo ante todo la seguridad.

Desde hace 15 años, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) ha venido realizando esfuerzos con el fin de difundir la condición que presenta la seguridad vial en las carreteras federales, a través de la publicación de un anuario estadístico de accidentes, así como con la realización de análisis específicos solicitados por la SCT relacionados con la siniestralidad de vehículos de carga del Servicio Público Federal en la RCF.

Por otra parte, la Estrategia Nacional de Seguridad Vial señala como objetivo general la reducción en 50% de las muertes ocasionadas por siniestros de tránsito, mediante el establecimiento de acciones, de acuerdo con las mejores prácticas y estándares internacionales, a partir de un enfoque en resultados que posibilite la evaluación permanente de las acciones específicas implementadas, a lo largo del periodo 2011-2020. Por lo anterior, resulta de suma importancia generar información oportuna, objetiva y confiable que contribuya a la toma de decisiones en el mejoramiento de la seguridad vial en la RCF para facilitar el diseño, implementación y evaluación de políticas e intervenciones viales considerando a todos los usuarios, además de repercutir en una disminución significativa de la siniestralidad de esta red. Recordemos que el segundo pilar de esta estrategia ofrece carreteras más seguras para todos los usuarios, incluido el usuario vulnerable.

Por lo anterior y, dada la importancia de contar con estadísticas completas y confiables sobre la ocurrencia de accidentes en la RCF, la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte (CSOT) propone estudiar la siniestralidad de los usuarios vulnerables en carreteras federales, con el propósito de orientar las actividades del Grupo de Coordinación para la Seguridad Vial en Carreteras Federales (GCSVCF), encaminadas a poner en marcha acciones de mejoramiento efectivas para reducir el número y severidad de los accidentes y dar seguimiento a la siniestralidad y mortalidad en la RCF, así como a la efectividad de las acciones realizadas [Mayoral, 2014].

Para la obtención de resultados evidentes, es necesario contar con una base de datos confiable que relacione los principales factores y circunstancias en un siniestro vial; en el caso específico de los usuarios vulnerables se requiere información por ejemplo en cuanto a género y edad.

Se considera que al realizar este análisis, se obtendrá un panorama general de la condición que guarda la seguridad vial del usuario vulnerable en la RCF.

1.3 Objetivo

El presente estudio tiene como objeto generar, analizar y difundir información estadística completa y confiable sobre la siniestralidad de los usuarios vulnerables en la RCF, durante el periodo 2010-2013.

El alcance del análisis abarca la totalidad de los accidentes ocurridos en la RCF con la participación del usuario vulnerable (peatón, ciclista, motociclista, jinete y otros), ya sea como involucrado o responsable. Se consideró un periodo de análisis del 2010 al 2013.

1.4 Metodología

La metodología empleada contempla las siguientes etapas:

Integración de la base de datos. Esta actividad consistió, primeramente, en recopilar y concentrar la información de las bases generadas por el SAADA y la PF; luego generar una base de datos integral que contiene la información de los siniestros viales ocurridos en la RCF durante el periodo 2010-2013 (cuatro años de análisis). En la base integral sólo se incluyeron aquellos accidentes en los que participó el usuario vulnerable (como involucrado o responsable).

Procesamiento de la información. En esta fase, a la información revisada se le asignaron los diferentes identificadores de ruta, carretera y tramo; además, se homologó la información y se adicionaron nuevos campos, por ejemplo, el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) a partir de la información contenida en el libro de Datos Viales 2014 (información de 2013) para cada uno de los tramos en que se ha dividido la RCF. Asimismo, se incorporó información de población y producto interno bruto por entidad federativa para la elaboración de los índices correspondientes.

Análisis estadístico de la información. En esta actividad, se generaron las estadísticas de los siniestros con la participación del usuario vulnerable (como responsable e involucrado) y desagregado (peatón, ciclista, motociclista, jinete y otros). Se obtuvo información estadística de otras variables para identificar el tipo de impacto más frecuente, la responsabilidad y la temporalidad en que se presenta este tipo de siniestros. Se estableció el rango de edad y género del usuario vulnerable. Se formularon algunas recomendaciones para la generación de normas técnicas para la infraestructura carretera e industria automotriz, así como algunos consejos de seguridad para el usuario vulnerable.

Generación del informe final. Esta última tarea se refiere a la elaboración de un informe final, cuya versión preliminar se sometió a la revisión por parte del área de publicaciones de este instituto, así como la presentación en versión electrónica para su difusión a través de la página del IMT en Internet.

Por sus características y el tipo de información con que se trabajó, el presente estudio se llevó a cabo en colaboración con personal de la CSOT en las instalaciones del IMT, en Sanfandila, Querétaro.

1.5 Beneficios

Con la realización del estudio se estimaron diversos beneficios, entre los que se incluyen el intercambio y enriquecimiento de la información generada para el seguimiento de la siniestralidad en la RCF con participación del usuario vulnerable. A continuación se comentan algunos de estos beneficios:

La evaluación del deterioro de la seguridad vial para el usuario vulnerable causado por el diseño geométrico en carreteras (principalmente en intersecciones y accesos a localidades) y la gestión del tránsito debido a la priorización del transporte motorizado.

La información generada constituye una herramienta de consulta de gran utilidad en relación con otros aspectos asociados con la seguridad carretera, tales como: el apoyo al observatorio de seguridad vial en el transporte de carga y pasajeros en la RCF, el soporte a la planeación de infraestructura carretera, la generación de normas técnicas para la infraestructura carretera y vehicular, el cumplimiento de compromisos internacionales, el monitoreo de la siniestralidad y sus secuelas, y la realización del Sistema de Información Geográfica de Accidentes (SIGA), entre otros.

Con este análisis se podrá dar respuesta a peticiones de información por parte de diversos usuarios de instituciones, tanto públicas como privadas, sobre la situación que guarda la siniestralidad de los usuarios vulnerables en la RCF en México.

Como se ha comentado, contar con un análisis de la siniestralidad de los usuarios vulnerables será de gran ayuda para la realización de proyectos relacionados con propuestas de mejoramiento a la infraestructura carretera y la industria automotriz dirigidas a generar un tránsito seguro para el usuario vulnerable.

Otro de los beneficios emanados de este estudio está asociado con la creación de un banco de datos histórico a partir de información de accidentes en la RCF en los que participa el usuario vulnerable.

2 Estadística de siniestralidad

2.1 Antecedentes

Antes de iniciar con la estadística de la siniestralidad en carreteras federales con la participación del usuario vulnerable como involucrado o responsable del accidente, se muestran a continuación unas definiciones sobre el tema [DOF, 2012]:

Acera: Parte de las vías federales construida y destinada especialmente al tránsito de los peatones.

Acotamiento: Área adyacente a los carriles de circulación destinada a la parada o el estacionamiento eventual de vehículos.

Atropellamiento: Evento vial que se presenta cuando un vehículo automotor arrolla o golpea a una persona que transita o se encuentra en la vía pública, provocándole lesiones leves o fatales.

Bicicleta: Vehículo de dos llantas en orden lineal accionado por el movimiento de las piernas de su conductor.

Colisión con ciclista: Hecho en el cual un vehículo automotor de cualquier tipo, arrolla a un ciclista sobre la vía de circulación o en un cruce vial [INEGI, 2009].

Colisión con motocicleta: Percance vial en donde un vehículo automotor, de cualquier tipo, tiene un encuentro violento, accidental o imprevisto con una motocicleta. Incluso se puede dar el caso de que sea entre dos motocicletas [INEGI, 2009].

Conductor: Persona que tiene el control y la responsabilidad del desplazamiento de un vehículo durante su tránsito en las vías federales.

Motocicleta: Vehículo de motor de dos llantas en orden lineal.

Pasajero: Persona que aborda el vehículo con el conocimiento de su conductor para trasladarse de un lugar a otro.

Peatón: Persona que transita a pie por las vías federales, así como las de capacidades diferentes que transiten en artefactos especiales manejados por ellos o por otra persona y que no sean vehículos.

Usuario vulnerable: Aquellos que carecen de estructuras rígidas que los protejan en caso de un impacto contra un vehículo automotor. Por lo tanto, se denomina usuario vulnerable al peatón, al ciclista y al motociclista [STCONAPRA, 2014a].

Vehículo automotor: Vehículo que está dotado de medios de propulsión propios.

Zona de cruce de peatones: Área de la superficie de rodamiento de una vía destinada al paso o cruce de peatones. Cuando no esté marcada, se considerará como tal la prolongación de la acera o la del acotamiento.

Zona de seguridad: Área demarcada sobre la superficie de rodamiento de una vía federal que está destinada para el uso exclusivo de peatones.

En nuestro país la seguridad vial está condicionada por los volúmenes de tres factores principales: la población, el parque vehicular y la infraestructura vial. En relación con la población, en 2013 México tenía alrededor de 118.4 millones de habitantes, con una esperanza de vida de 76 años y una tasa media de crecimiento anual de 1.8% [CONAPO, 2014]. En relación con los vehículos, a partir de este siglo el parque vehicular ha venido en aumento de 15.6 en 2000 a 36.7 millones de vehículos en 2013 (destacando las motocicletas con un incremento exponencial), con una tasa de motorización de 310.32 vehículos por cada mil habitantes. Respecto a la infraestructura, se cuenta con una amplia red carretera cuya extensión es de alrededor de 379 mil kilómetros (44.7% de caminos rurales, 22.5% de caminos alimentadores, 19.7% de brechas mejoradas y 13.1% de carreteras troncales). Ente 2012 y 2013, la tasa de crecimiento de las carreteras pavimentadas fue de 1.4%, destacando el incremento en capacidad y especificaciones técnicas [SCT, 2014].

Es evidente que algunas actividades se han incrementado en los últimos años, indicio de una mayor interacción del usuario vulnerable con vehículos automotores en las vialidades. Estas actividades comprenden las siguientes:

- I) La modificación de la movilidad tradicional (vehículo motor) por el desplazamiento a pie, en bicicleta o motocicleta para dirigirse al lugar de trabajo o centro educativo, etc.
- II) Las concentraciones de personas de edad similar para caminar una distancia determinada (una práctica habitual en zonas rurales es caminar a un pueblo adyacente y regresar).
- III) La práctica de deportes (correr o trotar) en zonas aledañas al paso de vehículos, lo mismo en vialidades urbanas que en carreteras.

El uso de la bicicleta ha aumentado entre sus usuarios frecuentes y, por diversas razones, se ha extendido entre los usuarios habituales de otros medios de transporte:

Mayor accesibilidad a las bicicletas de uso público. Recientemente varias ciudades han apostado por la movilidad en bicicleta y facilitan a su población el acceso a este tipo de vehículo mediante sistemas de carácter público. Por ejemplo, en la Ciudad de México existe la posibilidad de circular con bicicletas públicas y llegar a su destino con la facilidad de estacionar la bicicleta utilizada en cualquiera de las cicloestaciones diseñadas para tal fin. El uso flexible y el ahorro económico que suponen estos sistemas, en comparación a otro tipo de transporte, son algunas de las ventajas de este medio lo que provoca que muchos usuarios recurran cada vez más a él.

Mejora de la infraestructura vial para bicicletas. Con el incremento del uso de la bicicleta, algunas autoridades les han construido carriles exclusivos en vialidades urbanas y carreteras.

Práctica deportiva. El aumento del uso de la bicicleta con fines deportivos, como consecuencia del fomento a la salud (p. ej. la práctica de bicicleta de montaña o de carreras).

Ocio y turismo. Las actividades lúdicas como pasear, hacer una ruta o salir a explorar una zona determinada son algunas de las prácticas habituales que contemplan el uso de la bicicleta. Se crean rutas específicas, a seguir con un guía o en forma libre, que ofrecen la posibilidad de realizar turismo (p. ej. las vías verdes por antiguas vías de ferrocarril habilitadas para bicicletas).

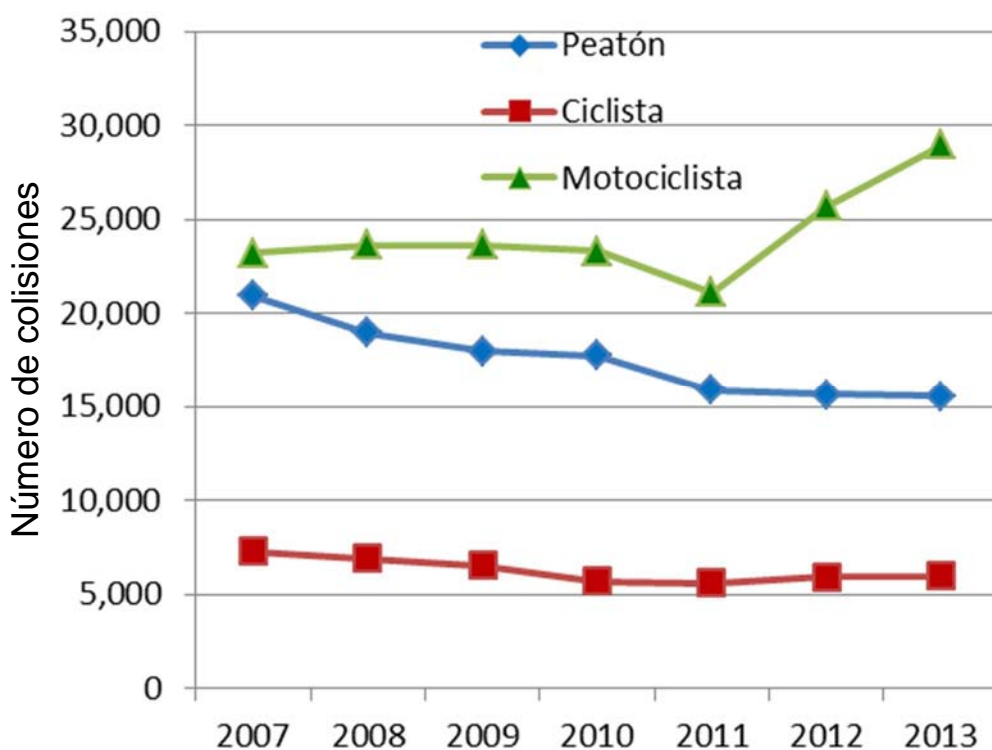
La siniestralidad vial es resultado de una situación en la que influyen dos factores fundamentalmente, el crecimiento poblacional y vehicular que conlleva, la dinámica económica del país y, la carencia de mecanismos efectivos de control a la tendencia natural de agravamiento del problema, derivada del primer factor. Por otra parte, las autoridades han apoyado e impulsado el florecimiento de una movilidad sustentable mediante el uso de la bicicleta, la caminata y el transporte público de pasajeros; desafortunadamente las cifras y acciones anteriores no están, en la mayoría de los casos, acompañados de una planificación urbana, infraestructura, promoción de conductas seguras y un marco normativo que proteja al usuario vulnerable. Bajo estas circunstancias en los siguientes incisos de este capítulo se presenta la estadística general del usuario vulnerable a nivel nacional (vialidades urbanas y suburbanas) para posteriormente mostrar la estadística de la siniestralidad en la Red Carretera Federal (RCF).

A partir de información de INEGI, respecto a los accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas en 2013, se obtuvo que, a escala nacional, ocurrieron 406,426 colisiones, 15,856 muertes, 121,647 lesionados leves y 31,320 lesionados graves; estas cifras muestran un descenso en el número de accidentes del 19.8% y 20.3% de lesionados, así como un aumento del 3.3% de muertes con respecto a lo registrado en 2007. Las entidades de Nuevo León (19%), Jalisco (14%), Chihuahua (7%), Guanajuato (5%), Baja California (4%) y Distrito Federal (4%)

agrupan el 53% del total de siniestros que ocurren en el país [INEGI, 2014]. Guanajuato (5%), Baja California (4%) y Distrito Federal (4%); agrupan el 53% del total de siniestros que ocurren en el país [INEGI, 2014].

Dentro de los rangos de edad de 5 a 29 años, los siniestros viales fueron la segunda causa de muerte, así como una relación de dos personas que sufren alguna discapacidad por cada persona que fallece. Con base en las cifras anteriores, se obtiene que cada día 43.4 personas mueren y 86.8 resultan lesionadas, lo que se traduce en una tasa de mortalidad de 13.4 muertos por cada 100 mil habitantes, siendo la tasa más baja en los últimos años en nuestro país. Las entidades con tasas más altas son Tabasco (26.7), Durango (22.2) y Zacatecas (20.3) y las más bajas son Chiapas (9.6), Veracruz (7.4) y Baja California (6.7) [STCONAPRA, 2014b].

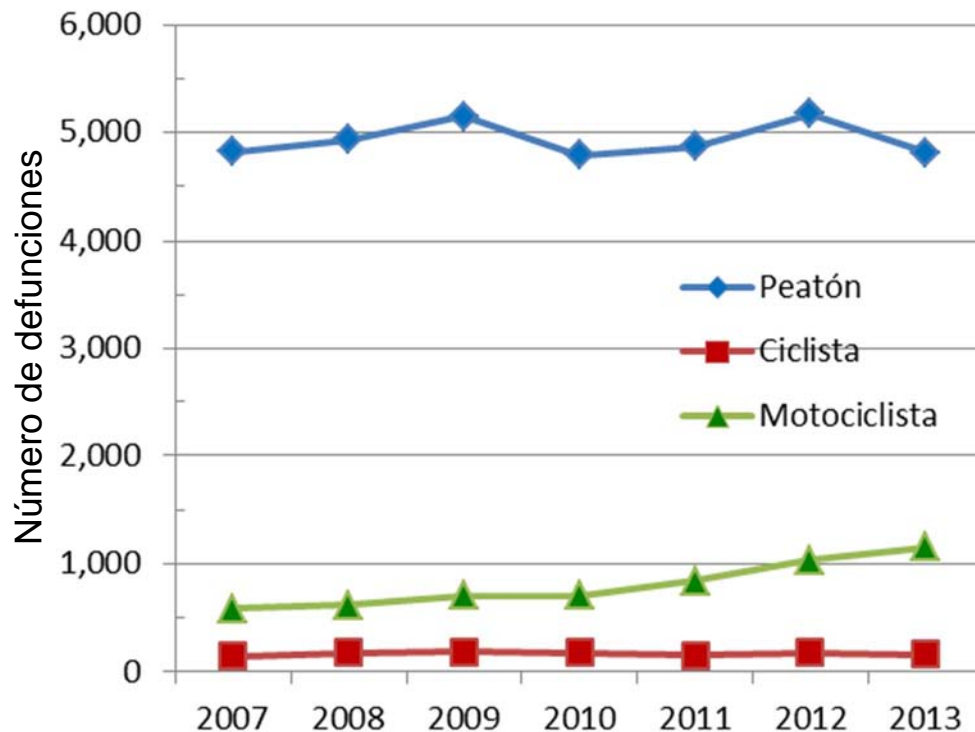
La figura 2.1 muestra la evolución de accidentes, por tipo de usuario vulnerable (motociclista, ciclista y peatón), para el periodo de 2007 a 2013. En la figura se observa un descenso del 25.7% en el número de siniestros con participación de peatones y del 17.7% para los ciclistas; en cambio, para los motociclistas existe un incremento considerable a partir del 2011 del 37.2 por ciento.



Fuentes: INEGI (2104) y STCONAPRA (2014a). Accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas

Figura 2.1 Evolución de las colisiones a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, 2007-2013

La figura 2.2 muestra la evolución de defunciones por siniestros viales a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, correspondiente al periodo de 2007 a 2013. De los decesos ocurridos en 2013, 6,136 (38.7%) eran usuarios vulnerables: 4,816 peatones (casi un tercio del total de muertos por accidentes de tránsito), 1,156 motociclistas y 164 ciclistas (96.6 y 14.7% de incremento, respectivamente, en comparación con 2007).



Fuente: INEGI (2014) y STCONAPRA (2014a). Base de defunciones,

Figura 2.2 Evolución de las defunciones a escala nacional por tipo de usuario vulnerable, 2007-2013

En el caso del Distrito Federal (D.F.), la Procuraduría General de Justicia (PGJ) reportó que entre 2011 y 2013 se registraron 16 muertos y 357 lesionados en accidentes viales con participación de ciclistas, la mayoría arrollados por vehículos automotores.

De acuerdo con el Subsistema Automatizado de Egresos Hospitalarios de la Secretaría de Salud, los egresos de hospitales de usuarios vulnerables, víctimas de un siniestro vial, aumentaron considerablemente de 2007 a 2013 (543.2% ciclistas, 134.4% motociclistas y 119.6% peatones). En la figura 2.3 se muestran los egresos hospitalarios por tipo de usuario vulnerable y rangos de edad para 2013. El número de egresos fue de 7,992 motociclistas, 5,376 peatones y 2,700 ciclistas. Y los rangos de edad de 10 a 19 años y 20 a 29 años registran el mayor número de egresos hospitalarios.

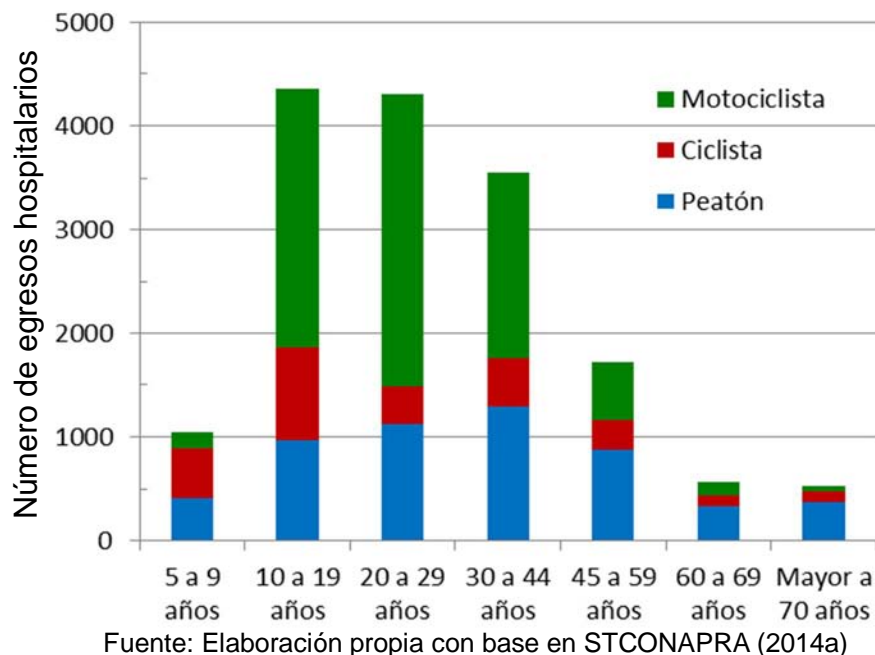


Figura 2.3 Egresos hospitalarios por tipo de usuario vulnerable y rangos de edad, 2013

No obstante las cifras anteriores relacionadas con la siniestralidad del usuario vulnerable, los expertos afirman la existencia de un subregistro de accidentes de tránsito, ya que son los que se registran con menor exactitud en las bases de datos oficiales. Esta información se ha comprobado mediante la comparación de los reportes de la policía y los registros en hospitales y otras fuentes [Sanz, 1999]; por lo tanto, existe una oportunidad de mejora en los procedimientos para reportar los accidentes en donde está involucrado un usuario vulnerable, ya que la investigación disponible en cuanto a seguridad vial es insuficiente. En México se dispone de poca información sobre lesiones graves por atropellamiento al usuario vulnerable y todavía menos cuando las colisiones sólo causan lesiones menores.

Las causas principales de los atropellamientos son: I) la falta de educación vial tanto de peatones como de conductores, II) el poco respeto a las medidas de seguridad vial, III) la no obediencia a los señalamientos y semáforos, IV) los cruces de vialidades por lugares inadecuados, V) el exceso de velocidad de los vehículos automotores, VI) el caminar o pararse sobre la superficie de rodamiento, VII) los cruces de vialidades de manera intempestiva, distraído (con el celular), diagonalmente o entre los vehículos, y VIII) ascenso y descenso de un vehículo. En el caso de los niños el problema se agudiza, ya que: I) tienen un limitado campo visual cuando caminan entre vehículos estacionados (el campo visual se reduce en un 40% al de un adulto); II) los menores de siete años no son totalmente capaces de localizar, sólo por el sonido, la dirección de un vehículo que se aproxima por un lado, por lo que deben girar la cabeza; III) los menores de 10 años no suelen prestar la atención suficiente para ir seguros por las vialidades, es

decir, se distraen con facilidad; IV) confunden el VER con SER VISTO: cuando se percatan de la existencia de un vehículo, piensan que el conductor también los ha visto a ellos; V) desconocen el reglamento de tránsito y no suelen conocer todas las señales o los comportamientos adecuados para transitar por las vialidades [STCONAPRA, 2015a].



Figuras 2.4 y 2.5 Ejemplos de cruce de vialidades por peatones con un alto nivel riesgo de sufrir un atropellamiento

Las causas principales de los accidentes de tránsito con bicicletas son: I) la insuficiente existencia de ciclovías en las ciudades, II) el deficiente estado de las vías o su mala señalización, III) la imprudencia y temeridad de los conductores de vehículos automotores, IV) la propia falta de cuidado exhibida por muchos ciclistas y V) las condiciones atmosféricas adversas (lluvia, principalmente), así como las vialidades con reducida iluminación [STCONAPRA, 2014a e INEGI, 2014].

Según un informe de la Secretaría de Medio Ambiente del D.F. al menos la mitad de los accidentes que sufren los ciclistas, en especial los usuarios de Ecobici, ocurren por circular en sentido contrario y no respetar el semáforo de alto; en segundo orden de importancia están los portazos que padecen los ciclistas al pasar junto a automóviles estacionados [SMA-DF, 2011]. Las infracciones más comunes son por circular en las aceras y vías exclusivas para el transporte público de pasajeros, así como por no respetar el semáforo o la señal de alto. No obstante que existe una falta de respeto a los ciclistas por parte de los automovilistas, se reconoce que también los ciclistas cargan con una cierta culpabilidad, principalmente en carreteras que cruzan por áreas urbanas.

La tasa de mortalidad promedio a nivel nacional para ciclistas es de 0.3 por cada 100 mil habitantes, destacando de manera positiva Guerrero, Distrito Federal y Querétaro con valores del 0.03, 0.07 y 0.11 respectivamente, mientras que Quintana Roo, Sonora y Sinaloa reportan cifras superiores a la media nacional (0.68, 0.71 y 0.72 respectivamente) [STCONAPRA, 2014a].



Figuras 2.6 y 2.7 Ejemplos de colocación de bicicletas blancas en memoria de ciclistas fallecidos por colisión contra un vehículo automotor

El eslabón más vulnerable de la cadena de circulación son el peatón y el ciclista, debido principalmente a su escasa protección en caso de una colisión.



Figura 2.8 Atropellamiento de un peatón por un ciclista

En lo que respecta a los motociclistas se tiene información de que: I) el alcohol está presente en torno al 40% del total de accidentes fatales en motocicleta, II) en el 20% de los siniestros fatales, el conductor no cuenta con una licencia válida, III) la mayoría de los motociclistas no han tomado un curso formal de manejo, IV) en el 50% de las colisiones mortales está involucrado otro vehículo, V) el 30% (50% en la noche) de los conductores de vehículos automotores involucrados en impactos con motociclistas argumentan que al transitar no lo vieron, VI) en sólo el 10% del total de accidentes el motociclista es responsable, y VII) el exceso de velocidad y/o la distracción constituyen un factor en la mayoría de los siniestros mortales. En México, conducir una motocicleta representa un riesgo seis veces mayor de sufrir lesiones graves y tres veces mayor de morir, en comparación con conducir un vehículo automotor [STCONAPRA, 2014a e INEGI, 2014].



Figuras 2.9 y 2.10 Ejemplos de colisiones con participación de motociclistas en zonas urbanas

Por último, cabe mencionar que más de la mitad de las víctimas mortales de tránsito tienen entre 15 y 44 años de edad, y el 73% son varones. Las personas en este rango de edades se encuentran en el periodo económicamente más productivo de su vida, por lo que, al morir o quedar discapacitadas, sus familias sufren pérdida de ingresos. Según un estudio realizado en Inglaterra, las tres cuartas partes de las familias pobres que habían perdido a un familiar en un siniestro vial indicaban que su nivel de vida había descendido, y dos terceras partes señalaban que habían tenido que pedir dinero prestado para cubrir los gastos tras la pérdida del familiar. Además, las familias cuya capacidad de ingreso se ve mermada por la discapacidad del jefe de familia u otro miembro a raíz de un traumatismo causado por el siniestro, y que, además, soportan la carga del costo que supone atender a estos familiares, pueden terminar vendiendo la mayoría de sus bienes y quedar atrapados en un endeudamiento prolongado [Babtie R S, 2003].

2.2 Estadística general de siniestralidad en la RCF

El insumo para este análisis es la información de colisiones recopilada para la elaboración de los anuarios estadísticos de accidentes en carreteras federales de 2010 a 2013 [PF, 2013a,b,c y SAADA, 2012]. En este periodo se registraron 98,217 siniestros, de los cuales más del 50% resultaron con víctimas, dejando como saldo 17,645 personas fallecidas en el lugar del siniestro y 98,908 lesionadas.

La tabla 2.1 muestra la información desagregada por año. En esta tabla se observa que, aunque se ha presentado una disminución en los saldos, se mantiene una relación de víctimas (suma de muertos y lesionados entre el número de colisiones con víctimas) prácticamente constante de 2010 a 2011, con un ligero descenso en 2012, además de un incremento en los índices de accidentes correspondientes a 2013.

Tabla 2.1 Evolución de los saldos de colisiones registradas por la PF, en la RCF

Año	2010	2011	2012	2013
Colisiones	27,241	24,855	24,085	22,036
Muertos	4,822	4,376	4,548	3,899
Lesionados	27,929	25,636	24,364	20,979
Colisiones con víctimas	14,400	13,199	12,860	n.d.
Daños (millones de pesos)	1,442.21	1,359.90	1,379.63	1,332.49
Relación de víctimas ⁽¹⁾	2.274	2.274	2.248	n.d.
Costo total de los accidentes (millones de pesos)	61,321.727	55,686.752	57,900.790	48,019.117
Índice de accidentes por kilómetro	0.480	0.436	0.422	0.446
Índice de accidentes x cada 100 millones de vehículos - kilómetro	19.05	16.11	14.99	16.19

⁽¹⁾ La relación de víctimas es la suma de muertos y lesionados entre el número de colisiones con víctimas
 Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del SAADA y de la Policía Federal

2.3 Saldos de colisiones del usuario vulnerable

A partir de los datos registrados por la Policía Federal (PF) respecto a los siniestros viales en la red carretera vigilada por este organismo, se obtuvo que, del periodo de 2010 a 2013, los saldos con la participación de usuarios vulnerables corresponden a 7,664 accidentes, 2,498 muertos y 7,339 lesionados. Estas cifras representan el 7.8, 14.2 y 7.4%, respectivamente, del total registrado en la RCF. Cabe mencionar la gravedad de las colisiones con participación de usuarios vulnerables, ya que si bien su proporción en accidentes es del 7.8%, la mortandad aumenta al 14.2%; además en el 95.5% de los accidentes se registraron víctimas.

En la figura 2.11 se muestra la evolución de los siniestros por tipo de usuario vulnerable, observándose a nivel general un ligero descenso en 2011, para luego registrar un aumento en el número de colisiones. En el caso particular de las motocicletas, éstas han sufrido un incremento del 25.6%, mientras que los peatones, no obstante del aumento en el último año, presentan un descenso del 22.6%. Las bicicletas mantienen una constante de 230 colisiones por año y los jinetes no tienen presencia, aunque en los últimos dos años se registraron doce y ocho atropellamientos a jinetes, respectivamente.

Tabla 2.2 Evolución de los saldos de colisiones de los usuarios vulnerables registrados por la PF, en la RCF

Usuario vulnerable	Colisiones			Colisiones con víctimas	Víctimas		Daños materiales (\$ pesos)
	Responsable	Involucrado	Total		Muertos	Lesionados	
2 0 1 0							
Motocicleta	598	435	1,033	948	233	1,058	13,918,751
Peatón	347	398	745	745	394	665	12,148,051
Bicicleta	159	75	234	233	110	184	2,866,750
Jinete o pasajero	1	0	1	1	0	1	7,000
Total	1,105	908	2,013	1,927	737	1,908	28,940,552
2 0 1 1							
Motocicleta	656	393	1,049	939	216	1,092	15,391,872
Peatón	245	194	439	424	193	350	5,470,185
Bicicleta	134	72	206	201	102	148	2,422,270
Jinete o pasajero	1	0	1	1	0	2	0
Total	1,036	659	1,695	1,565	511	1,592	23,284,327
2 0 1 2							
Motocicleta	732	467	1,199	1,083	273	1,204	18,228,700
Peatón	256	135	391	388	167	325	6,583,350
Bicicleta	156	93	249	239	112	197	6,409,850
Jinete o pasajero	10	2	12	12	8	9	269,500
Total	1,154	697	1,851	1,722	560	1,735	31,491,400
2 0 1 3							
Motocicleta	816	471	1,287	1,287	285	1,431	17,848,850
Peatón	264	313	577	577	302	483	10,095,100
Bicicleta	164	69	233	233	102	184	2,069,900
Jinete o pasajero	8	0	8	7	1	6	84,000
Total	1,252	853	2,105	2,104	690	2,104	30,097,850
T o t a l							
Motocicleta	2,802	1,766	4,568	4,257	1,007	4,785	65,388,173
Peatón	1,112	1,040	2,152	2,134	1,056	1,823	34,296,686
Bicicleta	613	309	922	906	426	713	13,768,770
Jinete o pasajero	20	2	22	21	9	18	360,500
Total	4,547	3,117	7,664	7,318	2,498	7,339	113,814,129

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del SAADA y de la Policía Federal

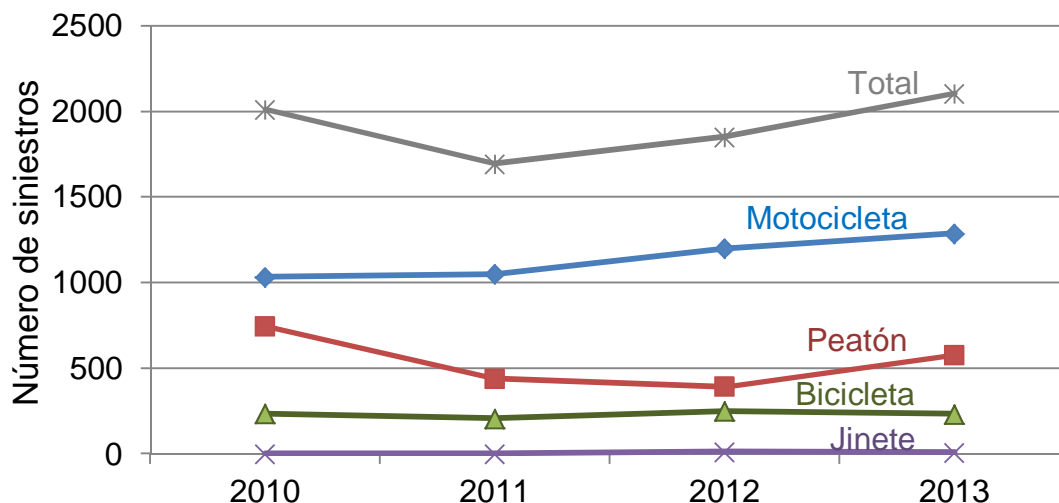


Figura 2.11 Evolución de los siniestros por tipo de usuario vulnerable en la RCF, 2010-2013

La figura 2.12 presenta la evolución de las víctimas (muertos y lesionados) en siniestros viales con participación del usuario vulnerable. A pesar de observarse un descenso de víctimas totales en 2011 y 2012, se obtuvo un incremento del 5.6% entre 2010 y 2013 en este rubro: las víctimas en motocicletas crecieron un 33%, los peatones registraron una disminución del 25.9%, las bicicletas mantuvieron un promedio de 285 víctimas por año, y los jinetes registraron 17 y 7 víctimas, en los últimos años.

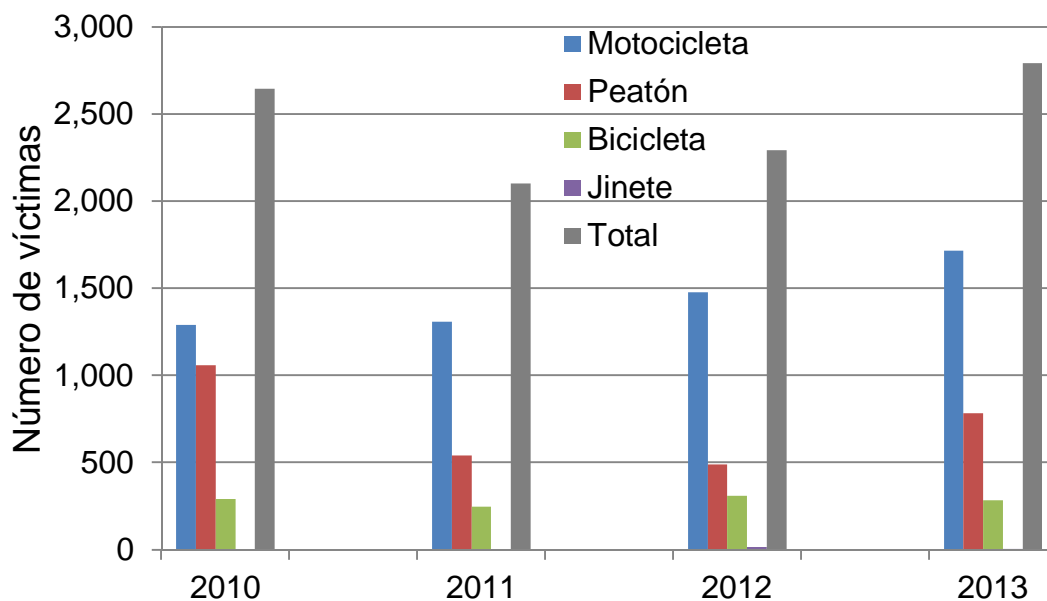


Figura 2.12 Evolución de las víctimas por tipo de usuario vulnerable en la RCF, 2010-2013

2.3.1 Por entidad federativa

La figura 2.13 muestra la proporción de colisiones en las que participaron usuarios vulnerables (peatones, ciclistas, motociclistas, jinetes), por entidad federativa, en comparación con el total siniestros que ocurrieron en cada estado durante el periodo de análisis en la RCF. La media nacional fue de 7.8% de accidentes, 14.3% de muertos y 7.5% de lesionados; sobresalen Nuevo León, Querétaro, Quintana Roo y Tabasco, que presentan una elevada proporción de muertes del usuario vulnerable y una baja proporción de siniestros. Se observa también que Yucatán registra un percentil que supera el 40% de los muertos, y Campeche, el Distrito Federal, Guanajuato y Morelos registran cifras superiores al 20%; lo anterior corrobora la gravedad de un siniestro vial con participación del usuario vulnerable.

La figura 2.14 presenta la evolución de la proporción de los saldos de las colisiones con participación del usuario vulnerable, por entidad federativa durante el periodo de análisis en la RCF. Por ejemplo, Guanajuato se mantiene constante durante el periodo de análisis con una elevada proporción de muertos (alrededor del 21%) y baja en cuanto a colisiones y lesionados (en torno al 9%); Nayarit y Sonora tienen una tendencia al alza en colisiones y víctimas; Chihuahua, en cambio, muestra una tendencia a la baja.

Cada estado muestra un perfil en el que valdría la pena indagar, por ejemplo: Quintana Roo en 2010 cerca del 38% de los muertos fueron usuarios vulnerables y para 2013 este porcentaje disminuyó a 27.1%; las razones que dieron paso a esta reducción pueden ser muy diversas, por ejemplo: mejoras a la infraestructura con beneficios al usuario vulnerable, campañas de concientización o simplemente que la PF ya no tiene a su cargo la vigilancia de algunos tramos que han sido entregados al gobierno estatal o municipal. Por otra parte, Querétaro ha experimentado entre 2010 y 2013 tasas de crecimiento de 74, 96 y 314% en el número de colisiones, muertos y lesionados, respectivamente.

En la figura 2.15 se presenta una serie de gráficas y valores que representan la evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total nacional durante el periodo de análisis.

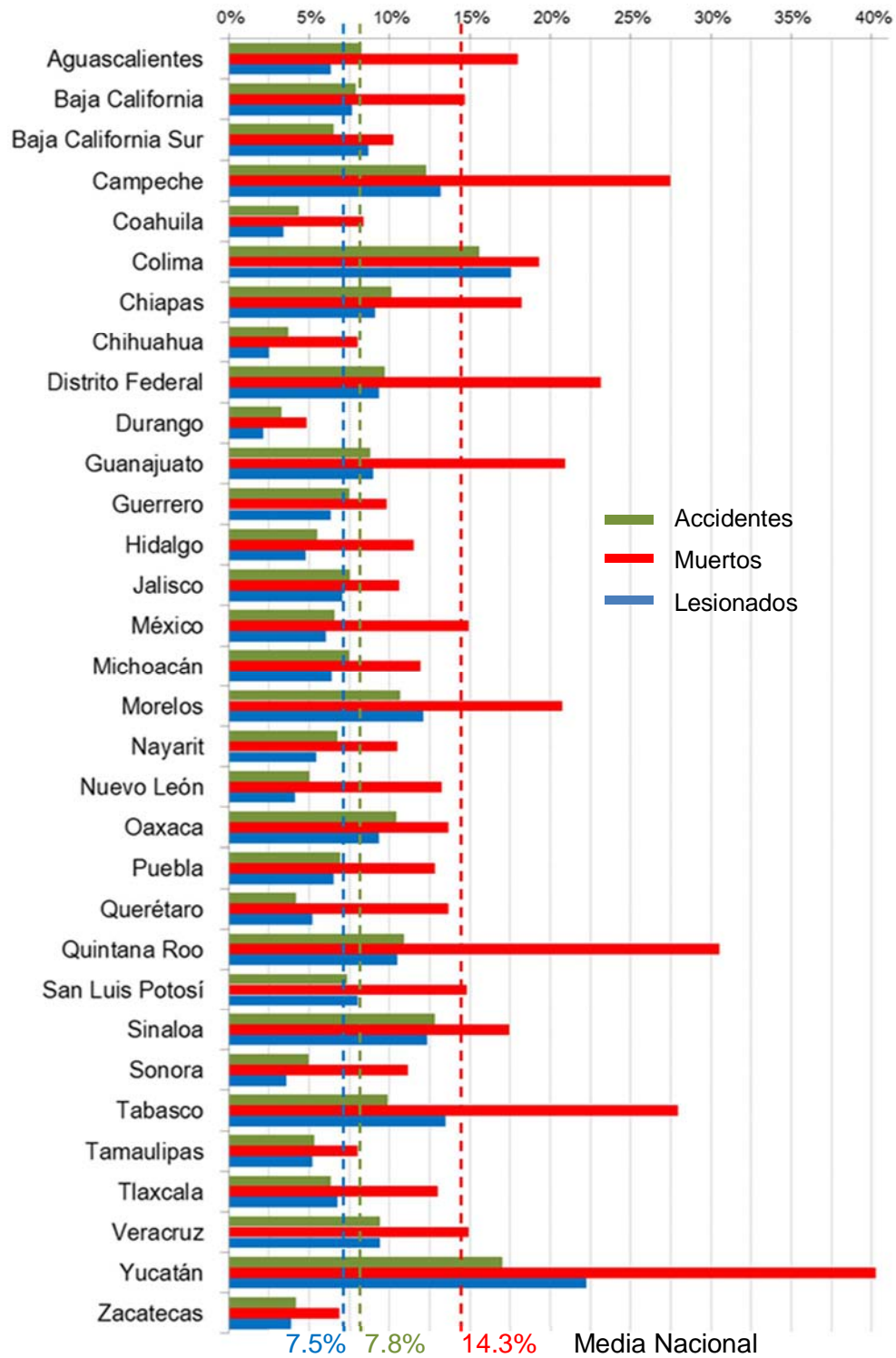


Figura 2.13 Proporción de saldos con participación del usuario vulnerable, por entidad federativa con respecto al total de siniestros en la RCF, 2010-2013



Figura 2.14 Evolución de la distribución de saldos con participación del usuario vulnerable por entidad federativa, con respecto al total en la RCF

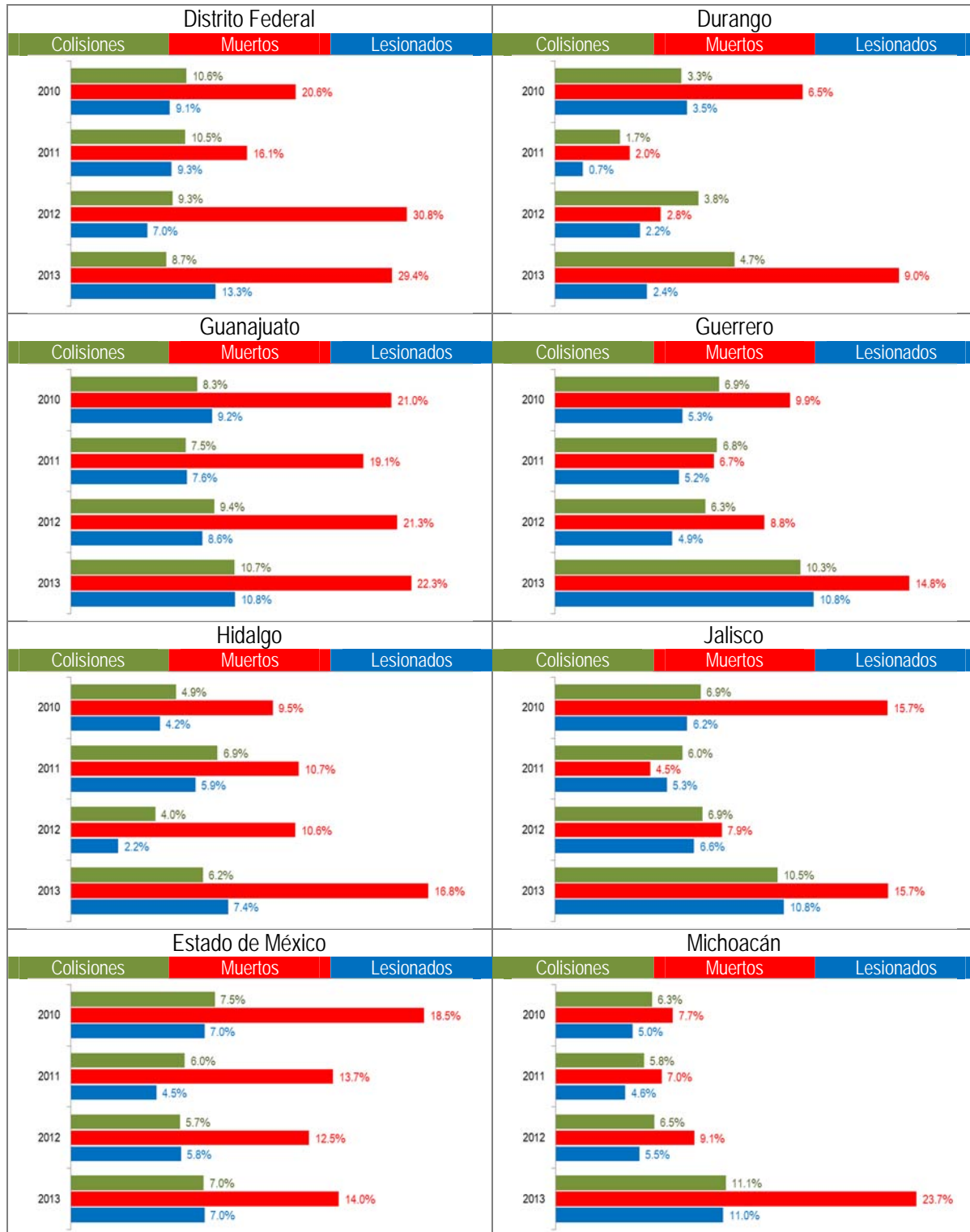


Figura 2.14 Evolución de la distribución de saldos con participación del usuario vulnerable por entidad federativa, con respecto al total en la RCF (continuación)



Figura 2.14 Evolución de la distribución de saldos con participación del usuario vulnerable por entidad federativa, con respecto al total en la RCF (continuación)

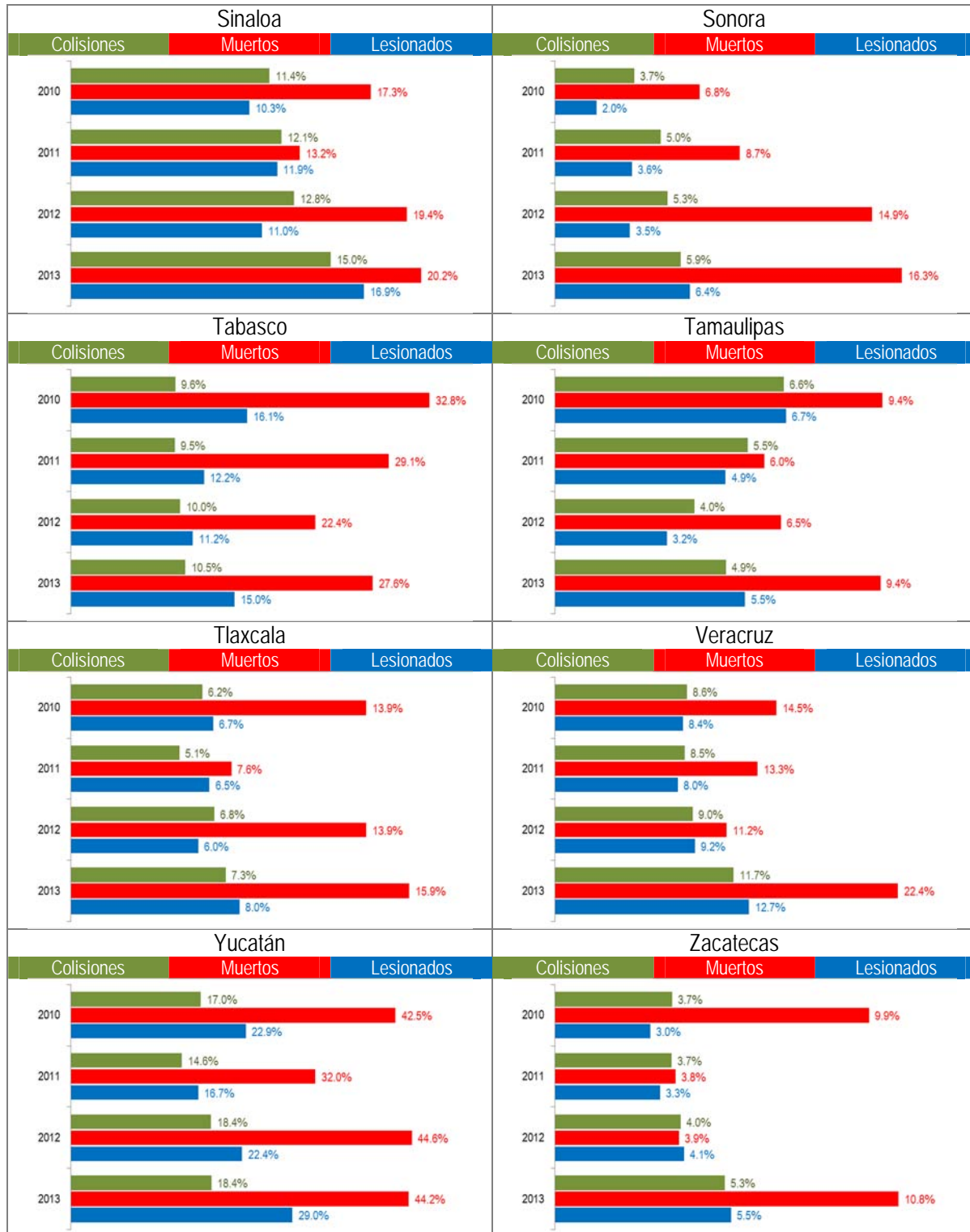


Figura 2.14 Evolución de la distribución de saldos con participación del usuario vulnerable por entidad federativa, con respecto al total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF

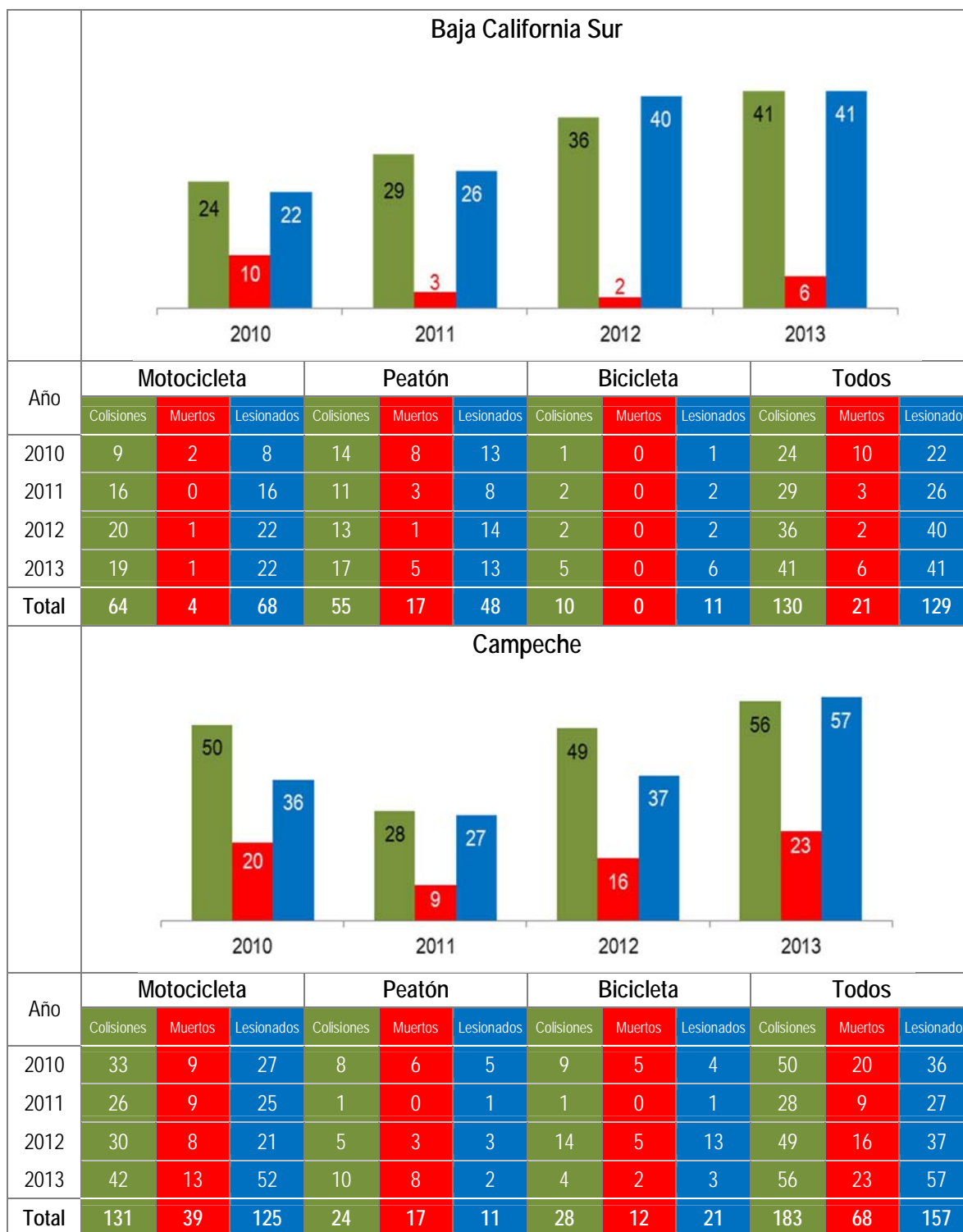


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

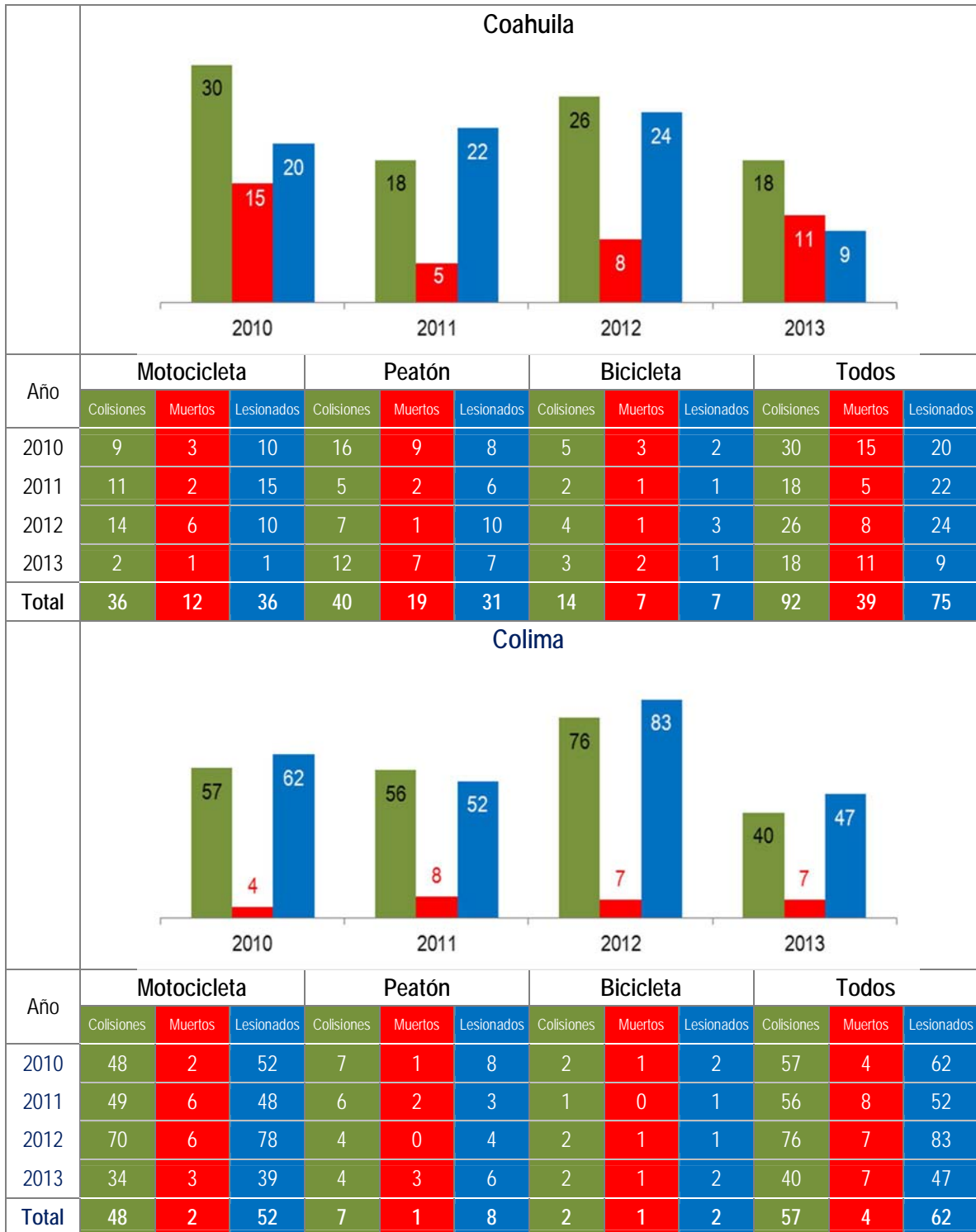


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

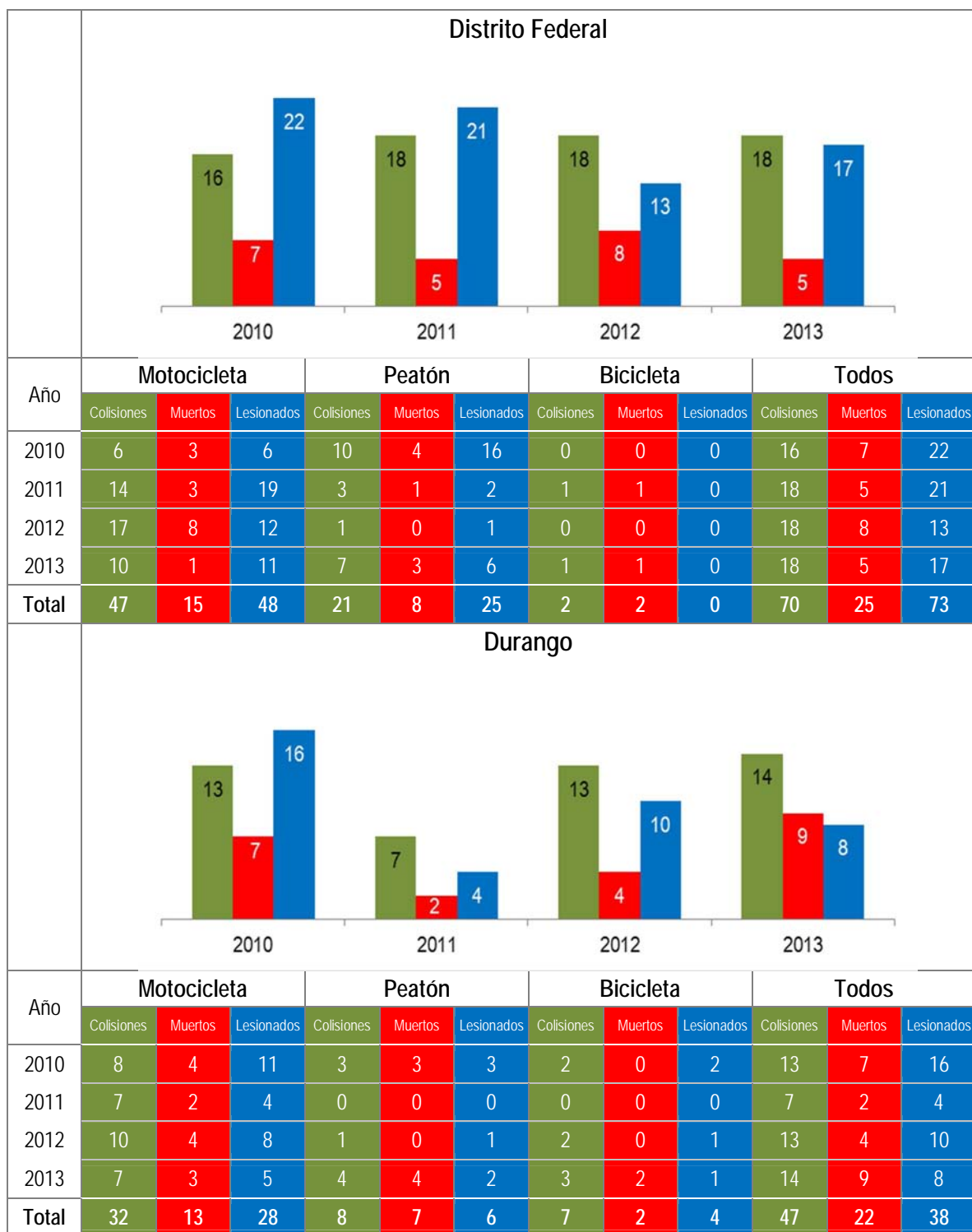


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

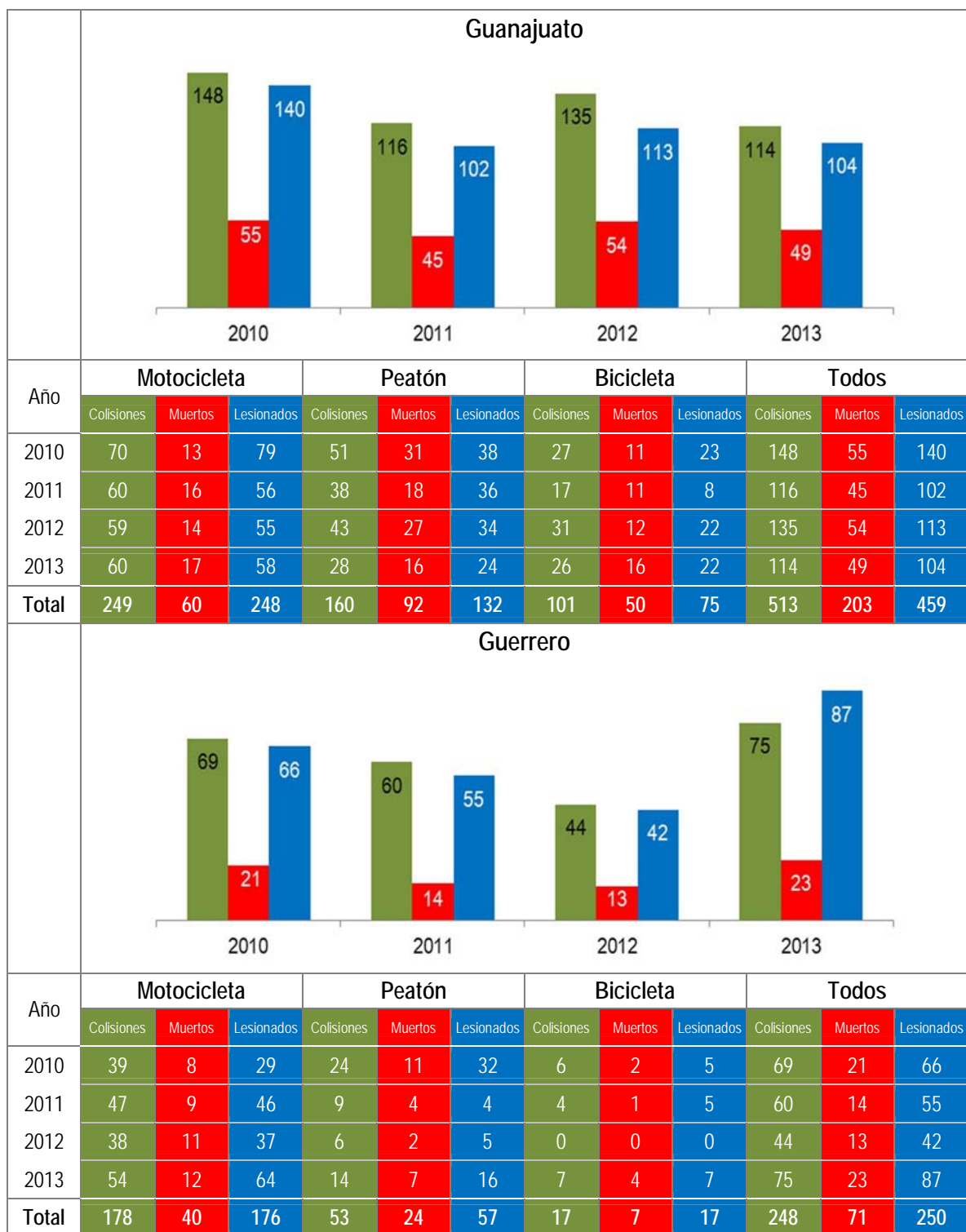


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

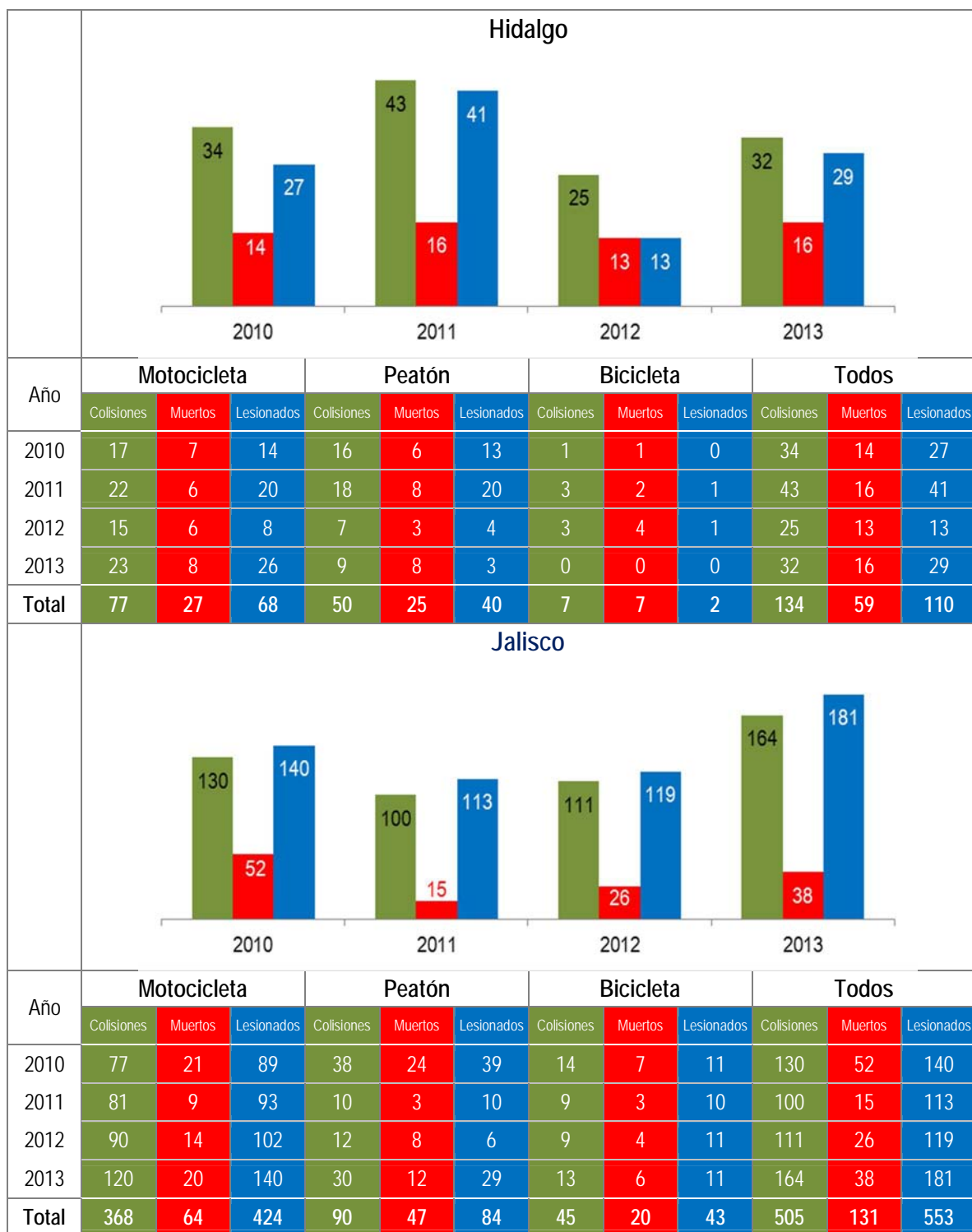


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

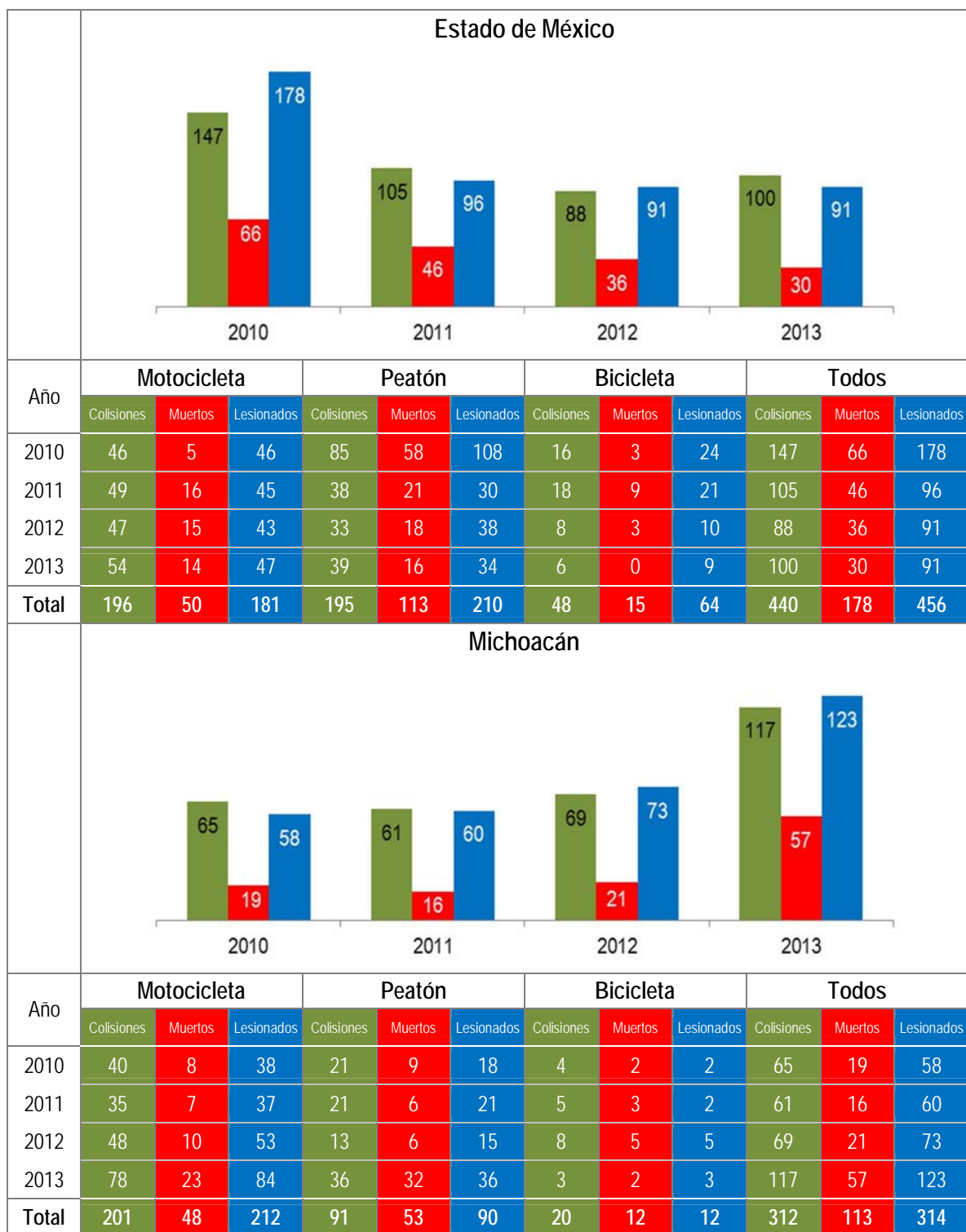


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

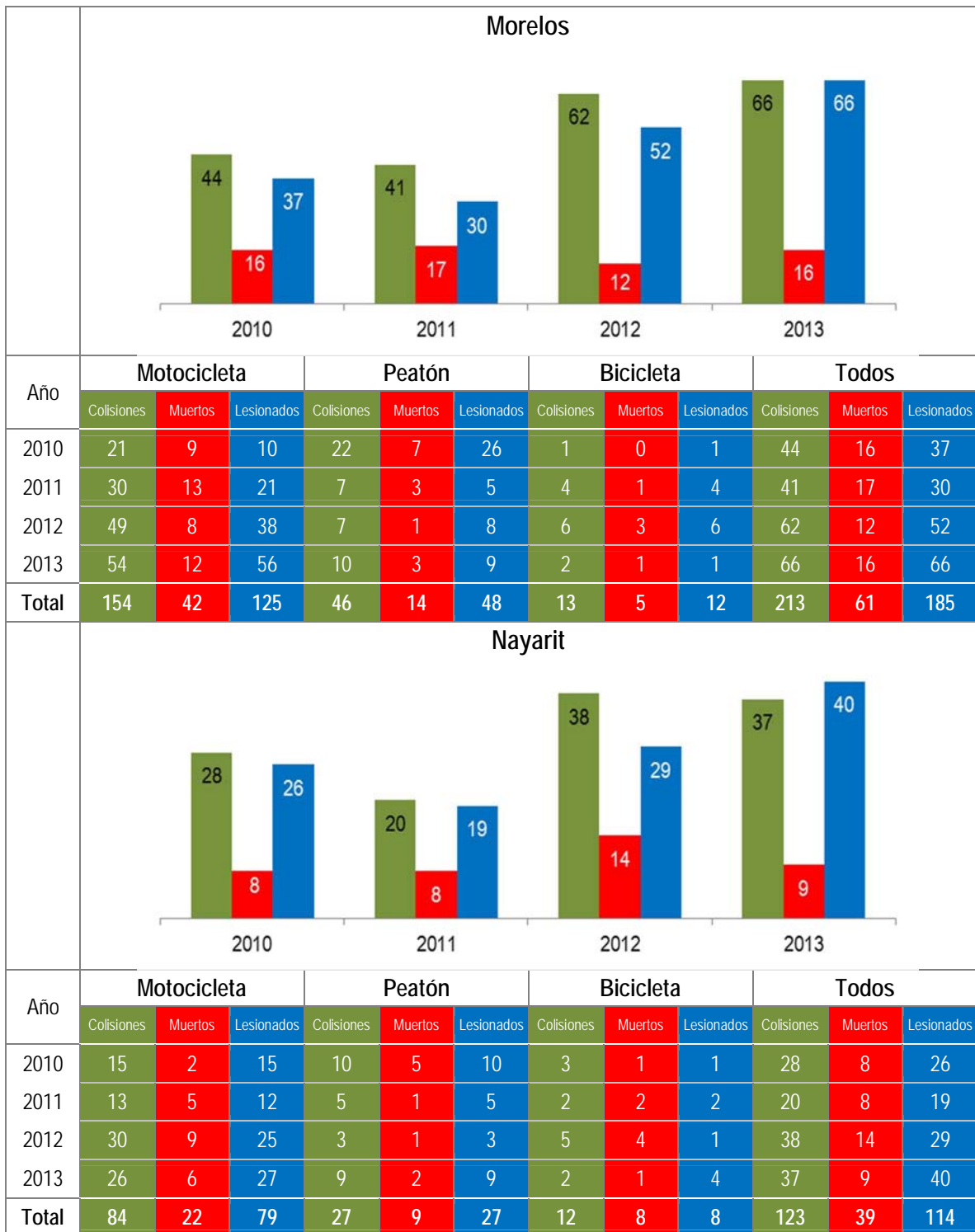


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

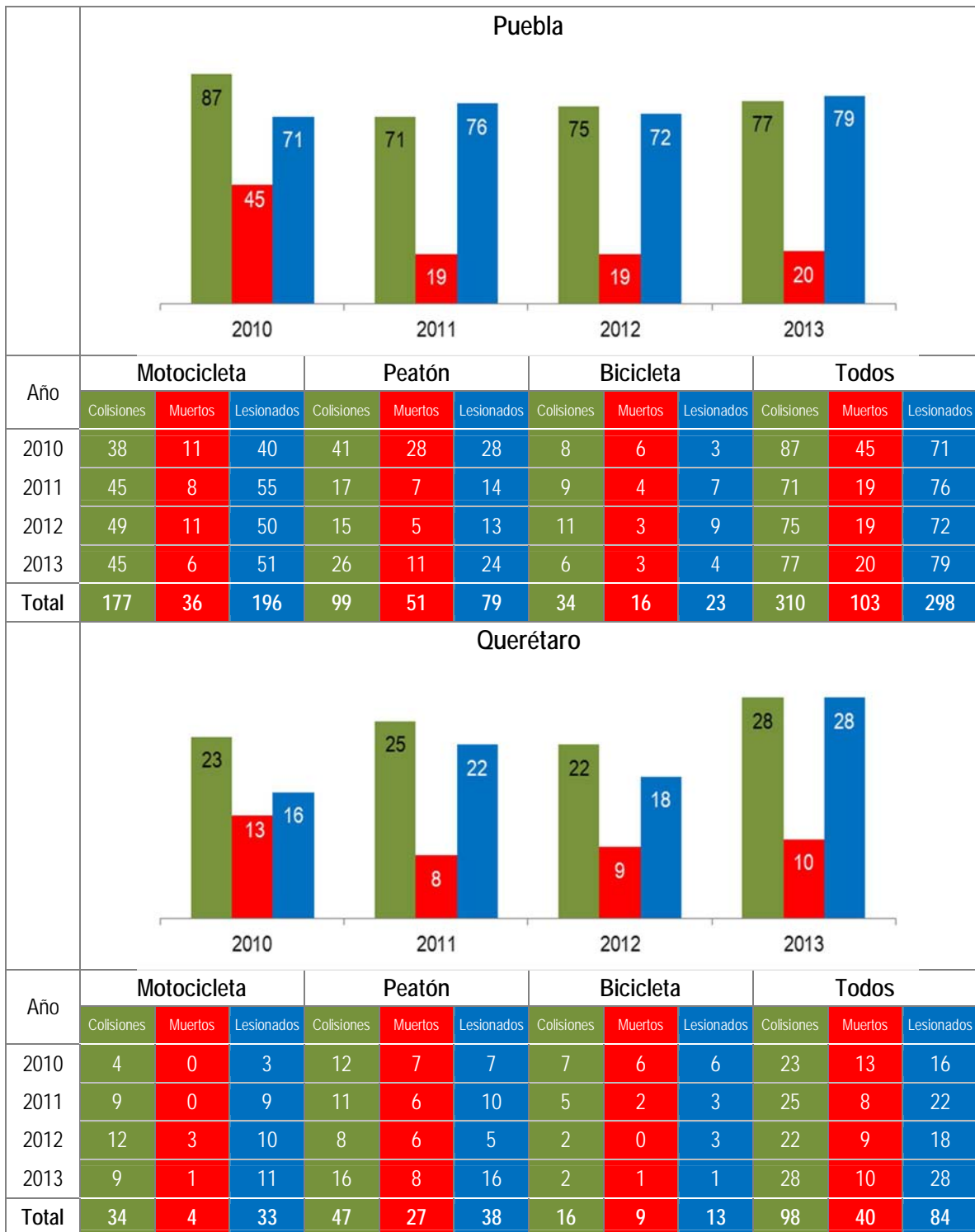


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

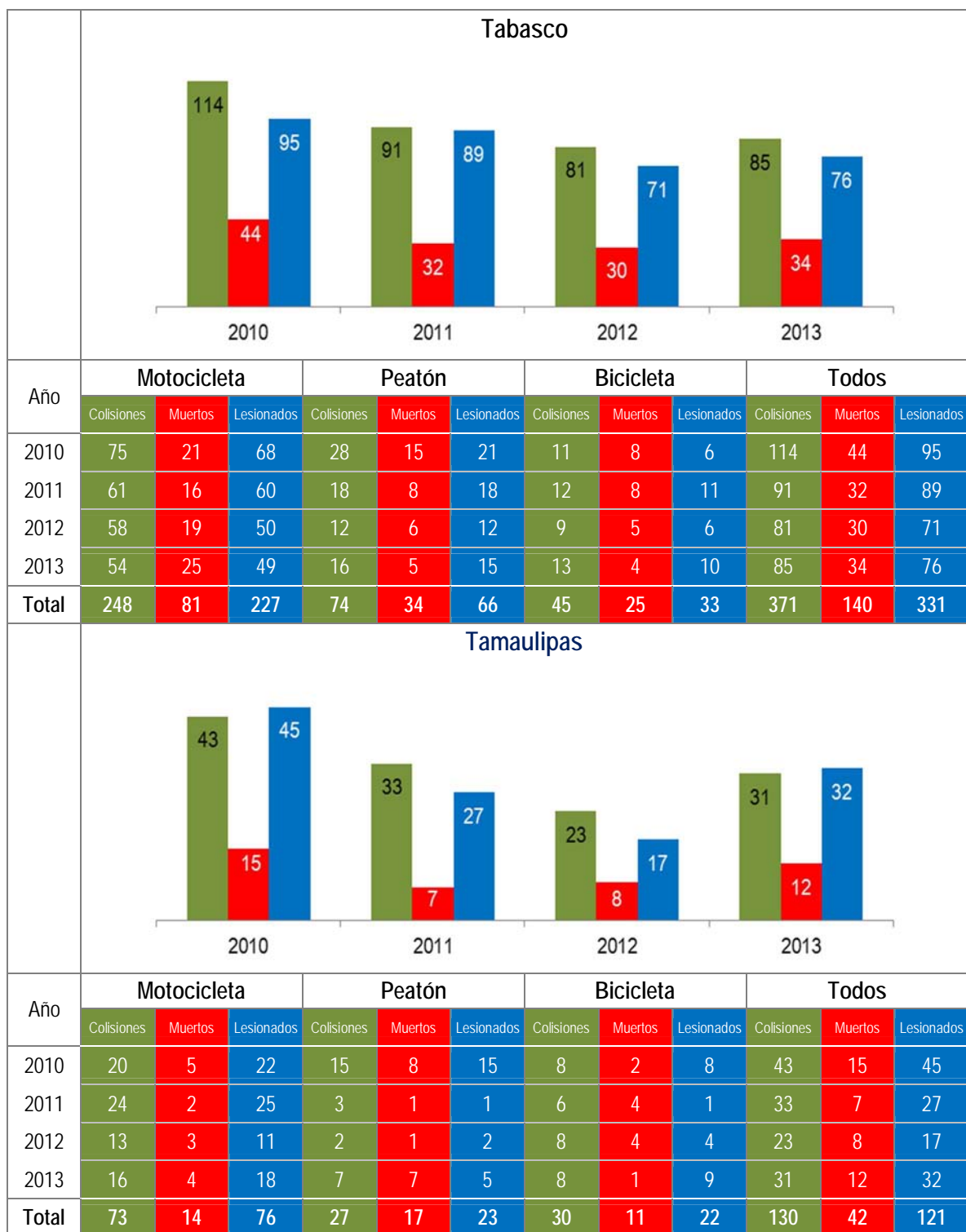


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)



Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

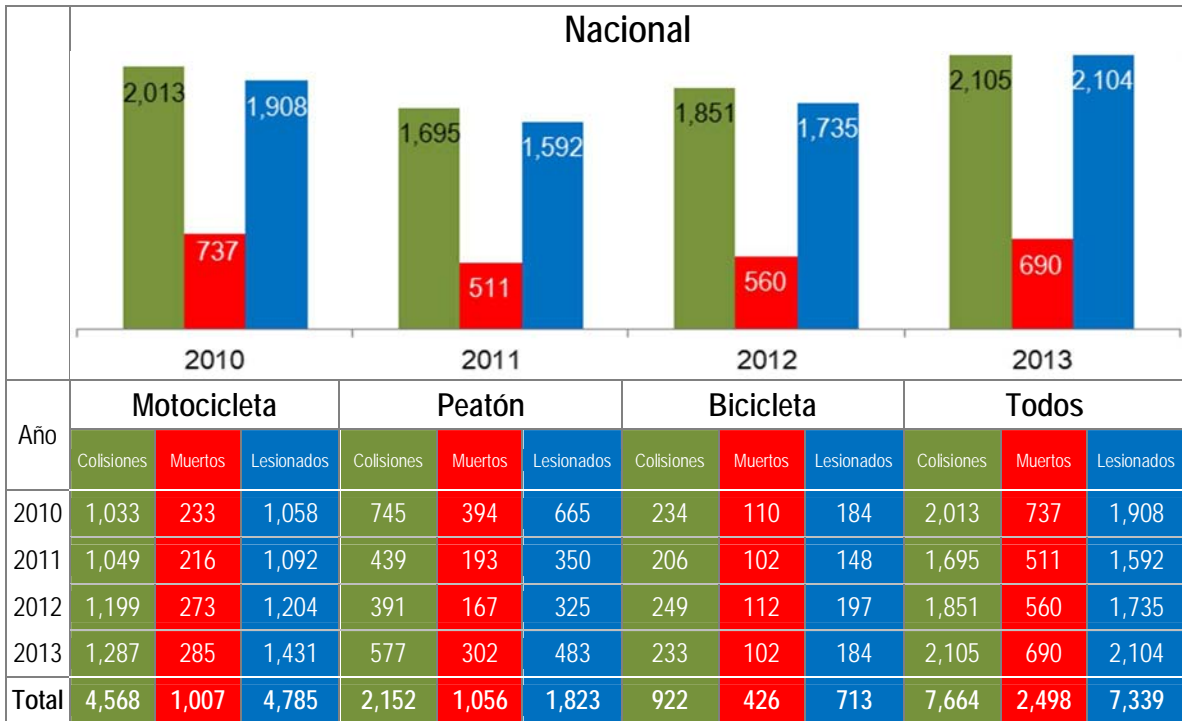


Figura 2.15 Evolución de los saldos por tipo de usuario vulnerable, por entidad federativa y total en la RCF (continuación)

Las figuras 2.16 a 2.18 representan la evolución de colisiones que involucran a usuarios vulnerables, números de lesionados y fallecidos y su tasa de crecimiento de 2010 a 2013, por entidad federativa.



Figura 2.16 Evolución de la tasa de crecimiento de colisiones que involucraron usuarios vulnerables entre 2010 y 2013

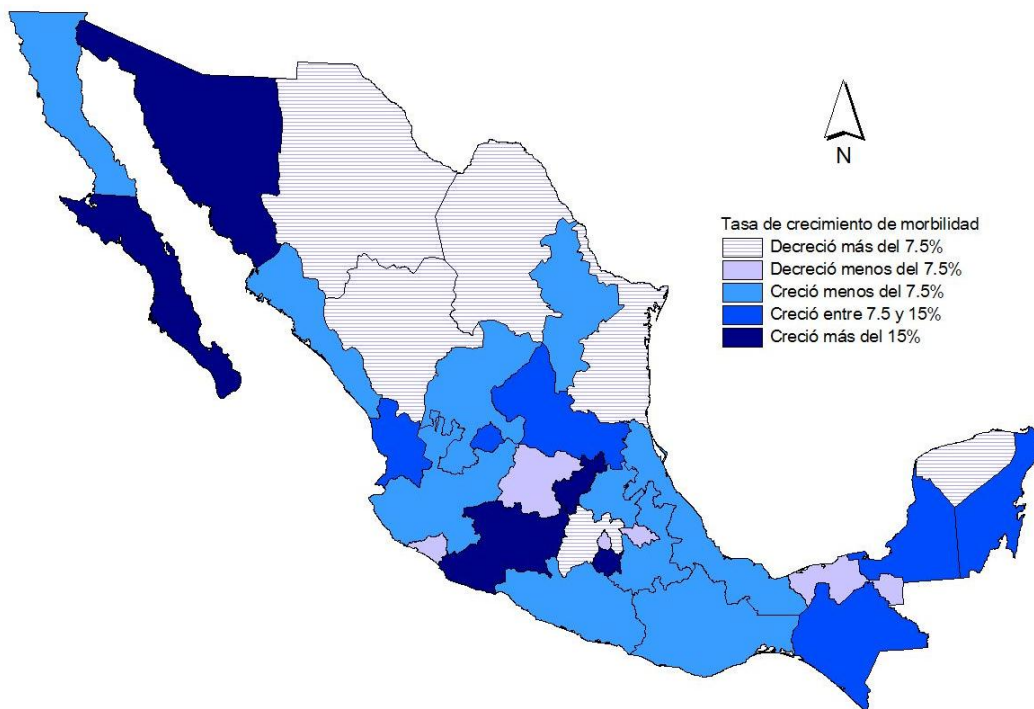


Figura 2.17 Evolución de la tasa de crecimiento de usuarios vulnerables lesionados entre 2010 y 2013

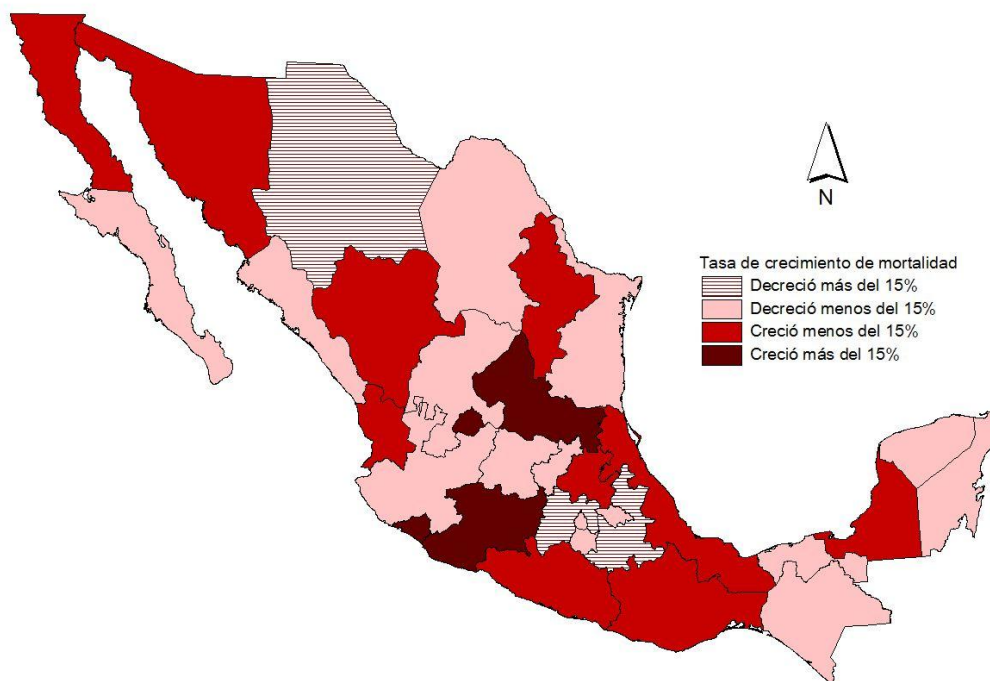


Figura 2.18 Evolución de la tasa de crecimiento de mortalidad de usuarios vulnerables entre 2010 y 2013

2.3.2 Por tipo de carretera

En este inciso se presentan las carreteras y tramos con el mayor número de colisiones con la participación de usuarios vulnerables, coincidente con el mayor número de víctimas dentro del periodo objeto de análisis. La tabla 2.3 muestra las primeras diez carreteras que registran una relación promedio de 1.24 víctimas por accidente, entre las que destaca la carretera Malpaso - El Bellote con un máximo de 1.41.

Tabla 2.3 Carreteras con el mayor número de saldos de colisiones con participación del usuario vulnerable, registrados por la PF en la RCF, de 2010 a 2013

Nombre de carretera	Colisiones	Muertos	Lesionados
Coatzacoalcos - Villahermosa	132	55	108
Tepic - Mazatlán	124	32	131
Coatzacoalcos - Salina Cruz	102	20	114
Querétaro - San Luis Potosí	99	35	86
Reforma Agraria - Puerto Juárez	99	44	63
Puebla - Córdoba (cuota)	95	39	69
Entronque Playa Azul - Manzanillo	95	11	99
Los Mochis - Ciudad Obregón	92	41	71
Malpaso - El Bellote	92	32	98
Culiacán - Los Mochis	91	26	93
<i>Total</i>	<i>1,021</i>	<i>335</i>	<i>932</i>

La figura 2.19 muestra, para las mismas carreteras, el porcentaje de saldos con participación del usuario vulnerable en comparación con el total registrado en la RCF de 2010 a 2013. En la figura sobresale el porcentaje de muertos para la mayoría de las carreteras, en especial la carretera Malpaso - El Bellote, con una cifra en torno al 40% de los muertos, también son de mencionar las carreteras Coatzacoalcos - Villahermosa, Reforma Agraria - Puerto Juárez y Los Mochis - Ciudad Obregón con porcentajes en torno al 30%.

En un ejercicio adicional se obtuvo un listado de carreteras con el mayor número de colisiones por kilómetro, dentro del periodo de análisis. Estas carreteras están mayoritariamente inmersas en zonas urbanas y son de corta longitud y están ordenadas por el número de colisiones durante el periodo de análisis (véase tabla 2.4). En promedio las carreteras registran 1.22 víctimas por accidente, destacando el Libramiento de Manzanillo con un máximo de 1.43.

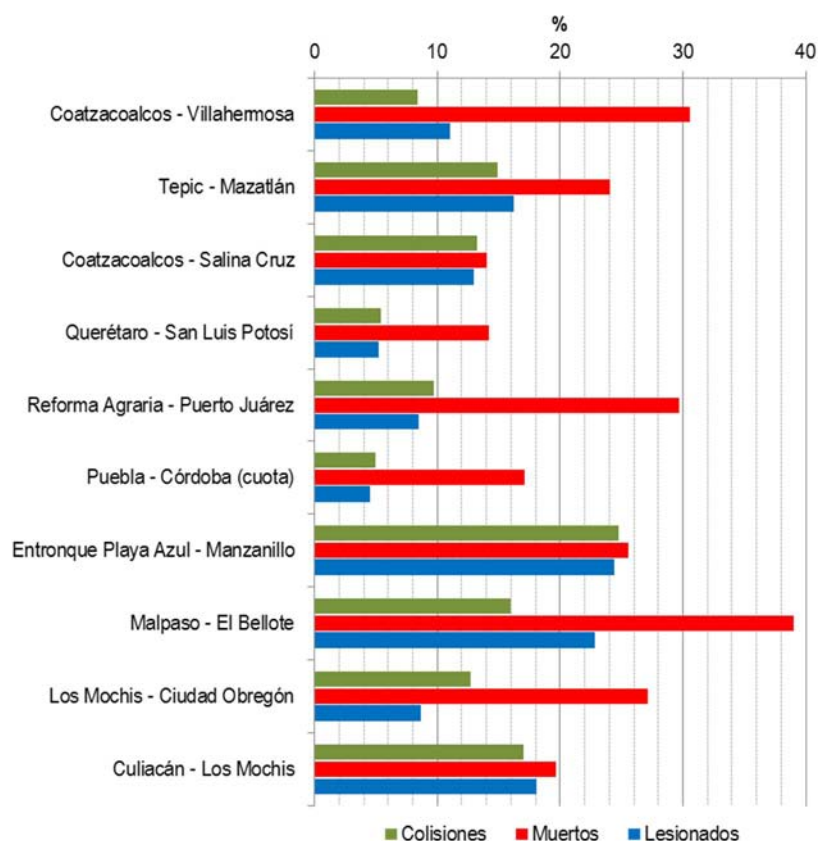


Figura 2.19 Proporción de saldos en carreteras que involucran al usuario vulnerable con respecto al total registrado de 2010 a 2013

Tabla 2.4 Carreteras con el mayor número de saldos de colisiones con participación del usuario vulnerable por kilómetro, de 2010 a 2013

Nombre de carretera	Colisiones	Muertos	Lesionados	Longitud (km)	Colisiones/km
San Bernardino - Guadalupe Victoria	69	24	59	29.1	2.4
Libramiento de Manzanillo Norte	41	3	43	19.0	2.2
Libramiento de San Miguel Allende	25	3	30	8.6	2.9
Guanajuato - Silao (Marfil - Sta. Teresa - Silao)	22	1	27	13.0	1.7
T. C. (Zihuatanejo - La Mira) - Lázaro Cárdenas	16	6	15	4.0	4.0
Libramiento de Manzanillo	14	2	18	6.5	2.2
Unidad Deportiva Altamira - Puerto Industrial	12	1	12	5.0	2.4
Ramal a Aeropuerto de Cuernavaca	9	1	11	5.6	1.6
Libramiento de Cabo San Lucas	6	1	4	2.4	2.5
Ramal Vicente Guerrero (acceso a Orizaba desde la autopista Puebla - Córdoba)	3	0	4	0.7	4.3
Total	217	42	223		

En la tabla 2.5 y la figura 2.20 se presentan los primeros tramos con el mayor número y porcentaje de colisiones con usuarios vulnerables ocurridos de 2010 a 2013 donde sobresale el Entronque Derecho Durango - Entronque Derecho Libramiento de Mazatlán con una proporción en torno al 70% del total de muertes.

Tabla 2.5 Tramos con el mayor número de saldos de colisiones con participación del usuario vulnerable, de 2010 a 2013

Carretera	Tramo (cadenamiento)	Colisiones	Muertos	Lesionados
<i>Playa Azul - Manzanillo</i>	Santa Rita – Manzanillo (km 292.1 - 321.3)	62	3	67
<i>Libramiento de Manzanillo Norte</i>	Libramiento de Manzanillo Norte (km 91.3 - 110.3)	41	3	43
<i>El Desperdicio – Guadalajara</i>	Entronque autopista Zapotlanejo - Guadalajara - Entronque a Tlaquepaque (km 158.3 - 189)	42	5	51
<i>San Bernardino - Guadalupe Victoria</i>	San Bernardino - Guadalupe Victoria (km 17 - 46.1)	69	24	59
<i>Huajuapán de León - Oaxaca</i>	Entronque Izquierdo a Tehuacán - Oaxaca (km 159.5 - 190.6)	48	12	49
<i>Tepic - Mazatlán</i>	Entronque derecho a Durango - Entronque derecho a Libramiento Mazatlán (km 266.5 - 292)	65	16	68
<i>Coatzacoalcos - Villahermosa</i>	Entronque autopista Agua Dulce - Cárdenas - Entronque izquierdo a Samaria (km 104 - 132.5)	43	17	38
	Entronque izquierdo a Samaria – Villahermosa (km 132.5 - 166)	57	24	44
<i>Puebla - Córdoba (cuota)</i>	Entronque derecho a Ciudad Mendoza – Córdoba (km 264.36 - 301)	54	21	42
	Total	481	24	461

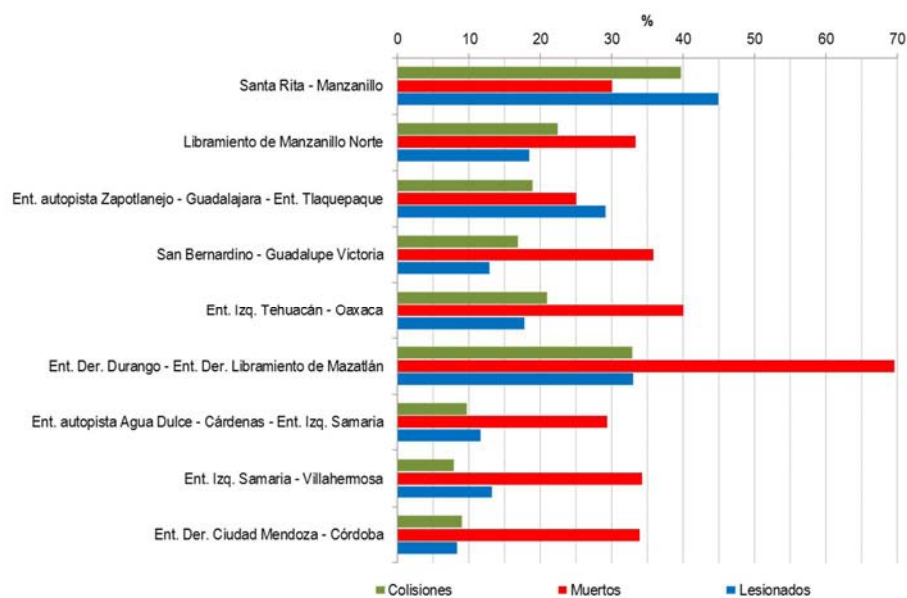


Figura 2.20 Proporción de saldos en tramos carreteros que involucran al usuario vulnerable en comparación al total registrado de 2010 a 2013

2.3.3 Tipo de usuario vulnerable y su responsabilidad

Bajo ciertas restricciones, los usuarios vulnerables pueden transitar por la RCF. Éstos interactúan con el flujo vehicular y causan conflictos viales, que en ocasiones, conllevan colisiones, lo mismo en calidad de responsables que involucrados.

La tabla 2.6 muestra que, cuando el usuario vulnerable participa en una colisión, éste es responsable, en promedio, de seis de cada diez eventos. En el caso particular de las motocicletas, peatones y bicicletas, los porcentajes corresponden a 61.3, 51.7 y 66.5, respectivamente; en el caso del jinete, se le atribuyen 20 de los 22 eventos en los que participó.

La tabla 2.7 muestra la evolución del porcentaje de colisiones ocasionadas por el usuario vulnerable durante el periodo de análisis. Se observa que el porcentaje de responsabilidad en los siniestros viales de las motocicletas y las bicicletas tiene una tendencia al alza, mientras que la de los peatones descendió en el último año. Aunque el usuario vulnerable es el más desfavorecido ante un choque vial, los registros de la PF ponen en evidencia el alto riesgo que asumen al circular por las carreteras.

La tabla 2.8 muestra la evolución de la distribución de víctimas (lesionados y fallecidos), por tipo de usuario vulnerable durante el periodo de análisis en la RCF. Se aprecia que en la distribución de muertos, más del 80% corresponde a motociclistas y peatones, en conjunto, y menos del 20% a ciclistas; respecto a los lesionados, dos terceras partes son motociclistas, una cuarta parte peatones y un 10% ciclistas. Las cantidades entre paréntesis equivalen a los valores obtenidos a partir de las bases de datos de accidentes: se destaca al peatón con 394 muertos en 2010 y al motociclista con 1,431 lesionados en 2013. Como ya se ha mencionado, los saldos correspondientes a motociclistas han ido en constante aumento.

Tabla 2.6 Colisiones de usuarios vulnerables por tipo de participación en la RCF de 2010 a 2013

Usuario vulnerable	Colisiones		
	Responsable	Involucrado	Total
2010			
Motocicleta	598	435	1,033
Peatón	347	398	745
Bicicleta	159	75	234
Jinete o pasajero	1	0	1
Total	1,105	908	2,013
2011			
Motocicleta	656	393	1,049
Peatón	245	194	439
Bicicleta	134	72	206
Jinete o pasajero	1	0	1
Total	1,036	659	1,695
2012			
Motocicleta	732	467	1,199
Peatón	256	135	391
Bicicleta	156	93	249
Jinete o pasajero	10	2	12
Total	1,154	697	1,851
2013			
Motocicleta	816	471	1,287
Peatón	264	313	577
Bicicleta	164	69	233
Jinete o pasajero	8	0	8
Total	1,252	853	2,105
TOTAL			
Motocicleta	2,802	1,766	4,568
Peatón	1,112	1,040	2,152
Bicicleta	613	309	922
Jinete o pasajero	20	2	22
Total	4,547	3,117	7,664

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del SAADA y de la PF

Tabla 2.7 Evolución del porcentaje de colisiones ocasionadas por el usuario vulnerable en la RCF de 2010 a 2013

Tipo de usuario vulnerable	Porcentaje de colisiones ocasionadas por el usuario vulnerable			
	2010	2011	2012	2013
Motocicleta	57.9	62.5	61.1	63.4
Bicicleta	67.9	65.0	62.7	70.4
Peatón	46.6	55.8	65.5	45.8

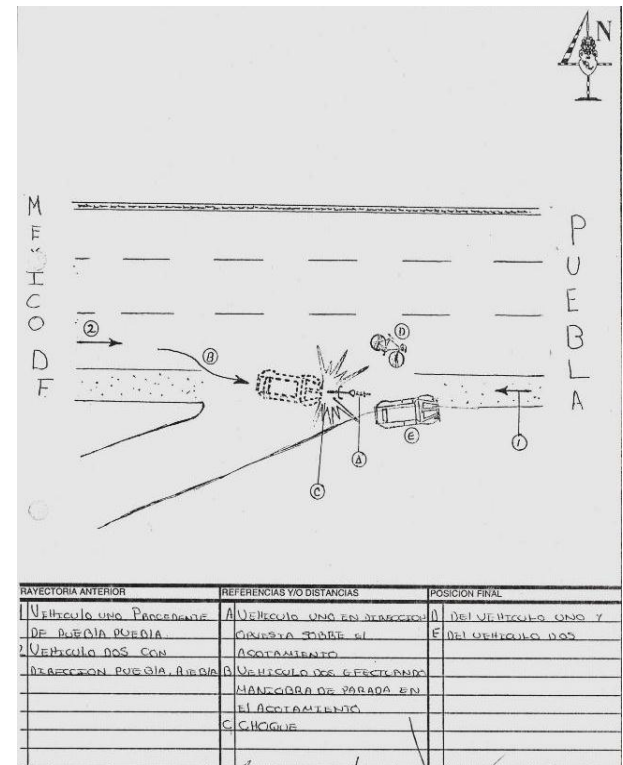
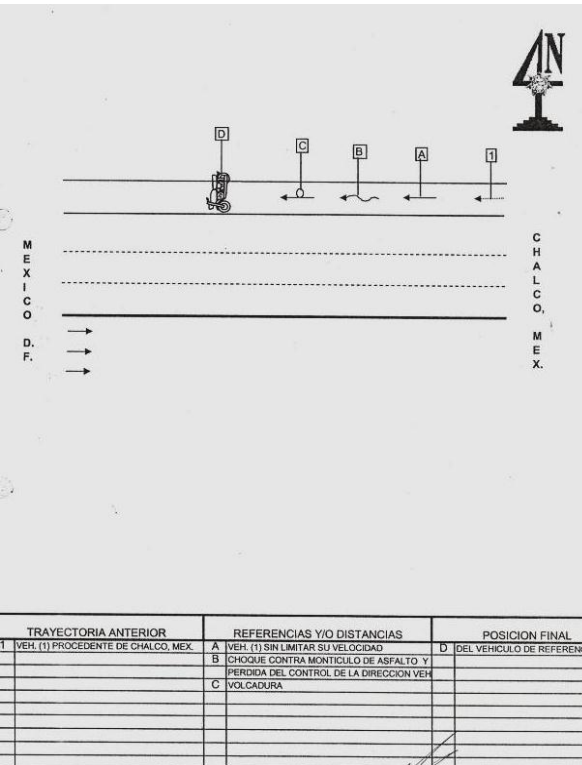
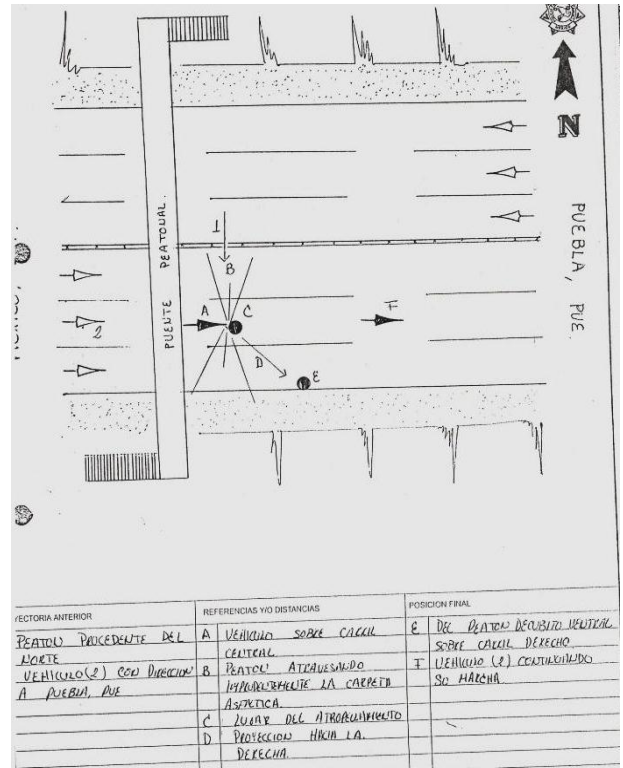
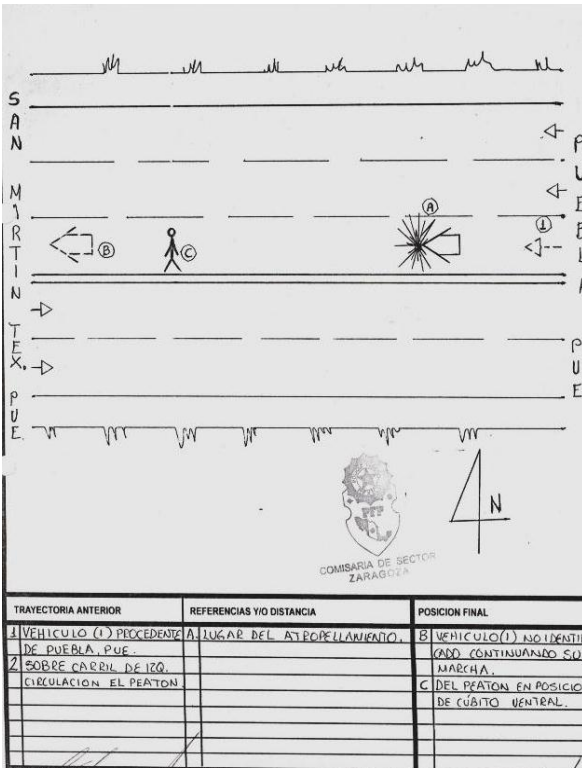
Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del SAADA y de la PF

Tabla 2.8 Evolución de la distribución de víctimas, por tipo de usuario vulnerable durante el periodo de análisis en la RCF

Tipo de usuario vulnerable	Muertos					Lesionados				
	2010	2011	2012	2013	Total	2010	2011	2012	2013	Total
Motocicleta	31.6 (233)	42.2 (216)	48.8 (273)	41.3 (285)	(1,007)	55.5 (1,058)	68.6 (1,092)	69.4 (1,204)	68.0 (1,431)	(4,785)
Peatón	53.5 (394)	37.8 (193)	29.8 (167)	43.8 (302)	(1,056)	34.9 (665)	22.0 (350)	18.7 (325)	23.0 (483)	(1,823)
Bicicleta	14.9 (110)	20.0 (102)	20.0 (112)	14.8 (102)	(426)	9.6 (184)	9.3 (148)	11.4 (197)	8.7 (184)	(713)
Jinete	0.0 (0)	0.0 (0)	1.4 (8)	0.1 (1)	(9)	0.0 (1)	0.1 (2)	0.5 (9)	0.3 (6)	(18)
Total	100.0 (737)	100.0 (511)	100.0 (560)	100.0 (690)	(2,498)	100.0 (1,908)	100.0 (1,592)	100.0 (1,735)	100.0 (2,104)	(7,339)

Fuente: Elaboración propia con información de las bases de datos del SAADA y de la PF

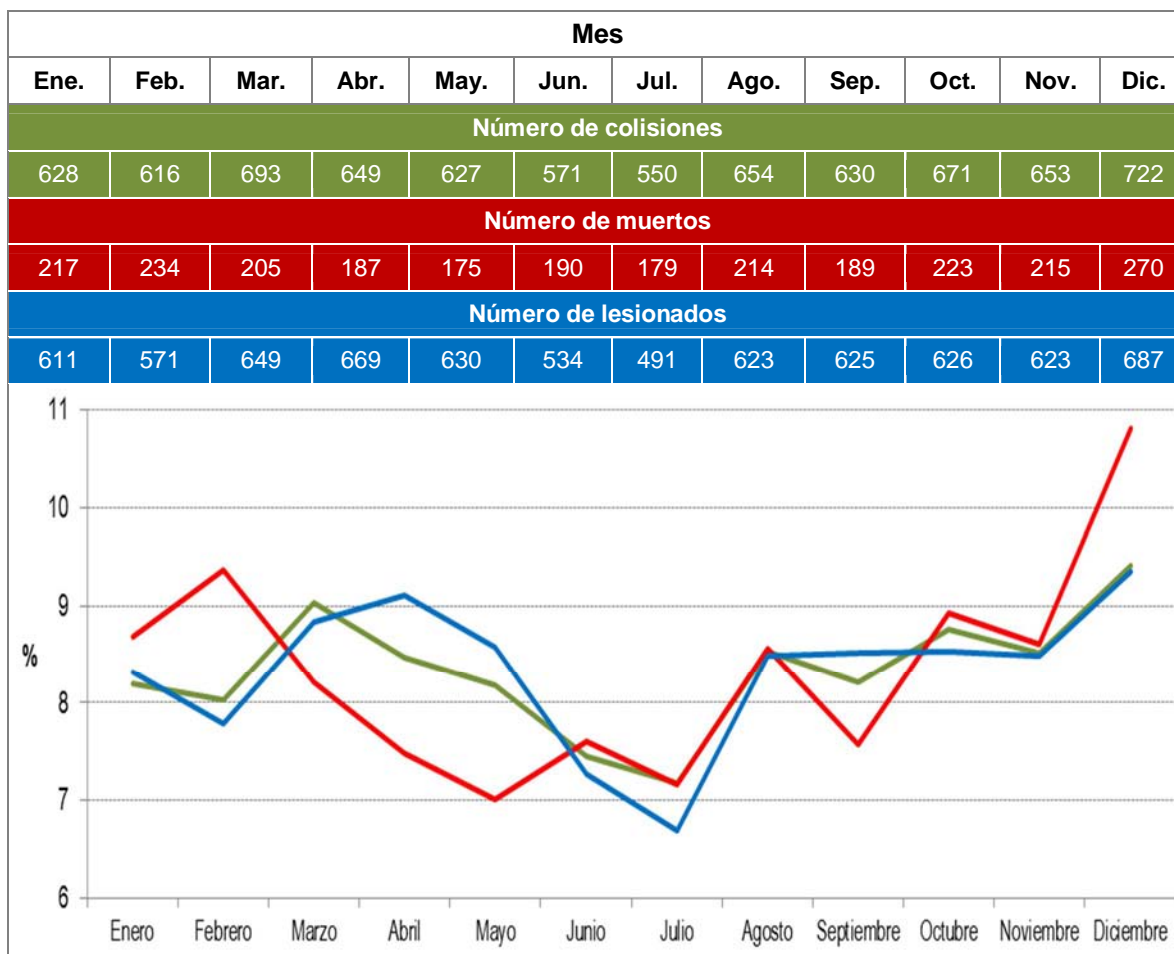
Las figuras 2.21 a 2.24 muestran ejemplos de croquis ilustrativos elaborados por elementos de la PF. Estos croquis representan la secuencia de los hechos de tránsito, desde las trayectorias anteriores de cada uno de los participantes, el lugar del impacto con referencias y/o distancias, y la posición final de los actores en la colisión.



Figuras 2.21 a 2.24 Ejemplos de croquis ilustrativos de colisiones con la participación del usuario vulnerable, elaborados por la Policía Federal

2.3.4 Temporalidad de las colisiones

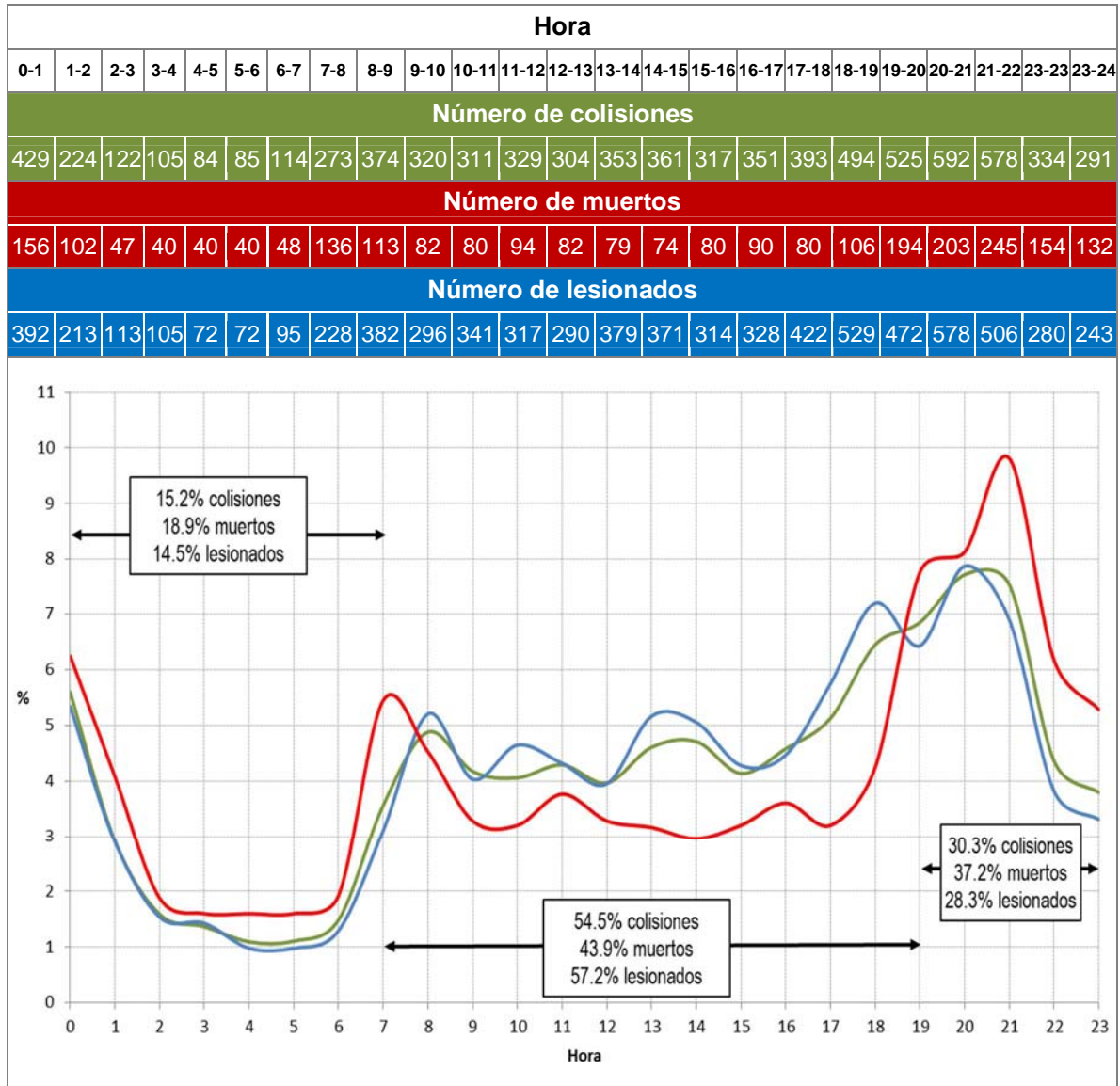
La figura 2.25 presenta la temporalidad de las colisiones con participación del usuario vulnerable, a lo largo de los meses, dentro del periodo de análisis del estudio. Se observa una media mensual de 639 siniestros, 612 lesionados y 208 muertos, siendo diciembre, el mes con los mayores saldos (722, 687 y 270, respectivamente) y julio el de menores saldos (550, 179 y 491, respectivamente).



Figuras 2.25 Temporalidad mensual de las colisiones con participación del usuario vulnerable dentro del periodo de análisis 2010-2013

La distribución horaria de las colisiones con participación del usuario vulnerable se muestra en la figura 2.26. Se observa que durante las primeras horas del día la siniestralidad es muy baja; de las siete a las ocho horas se presenta un primer aumento, posteriormente vuelve a descender y se mantiene estable hasta las últimas horas del día, de las 19 a las 23h, cuando se presenta la mayor concentración de siniestros y víctimas. Es evidente que las condiciones de iluminación representa un factor decisivo en la severidad de las colisiones; la distribución de muertos (línea roja) se encuentra por encima de la distribución de colisiones (línea verde) durante las horas del periodo nocturno (de 0 a 7h y de 19

a 24h); es decir la probabilidad de muerte de un usuario vulnerable es mayor durante la noche.



Figuras 2.26 Temporalidad horaria de las colisiones con participación del usuario vulnerable dentro del periodo de análisis 2010-2013

2.4 Perfil demográfico de las víctimas

La Secretaría de Salud a través del portal de la Dirección General de Información en Salud (DGIS) publica cada año la base de datos de mortalidad en el ámbito nacional. El archivo está disponible al público en general y a grandes rasgos contiene información de carácter geográfico sobre la entidad y el municipio de: I) registro de la defunción, II) residencia habitual del fallecido, III) ocurrencia del hecho vital y IV) ocurrencia de la lesión; en relación a los datos de la víctima, indica el sexo, la edad, fecha de nacimiento, ocupación, escolaridad, estado civil, entre otros.

Durante 2010, se registraron más de 590 mil defunciones, de éstas se extrajeron los datos de las 16,552 víctimas mortales que corresponden a la clave 49B Accidentes de tráfico de vehículos de motor+ de la lista mexicana de enfermedades. A su vez, la base de datos contiene la causa básica de la defunción de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades para identificar la enfermedad o lesión que inició la cadena de acontecimientos patológicos que condujeron directamente a la muerte, o las circunstancias del accidente o violencia que produjo la lesión fatal. Esta clasificación nos indica el tipo de víctima, es decir peatón, ciclista, motociclista y ocupante de vehículo de motor, ya sea automóvil, camioneta, autobús, etc. La tabla 2.9 muestra el desglose por tipo de víctima para 2010, se pueden contabilizar un total de 5,673 fallecimientos de usuarios vulnerables.

Tabla 2.9 Tipo de víctimas mortales de la clave 49B Accidentes de tráfico de vehículos de motor registradas en 2010

Tipo de víctima	N° de muertos
Peatón	4,786
Ciclista	178
Motociclista	704
Ocupante de automóvil	3,357
Jinete	5
Ocupante de camioneta	362
Ocupante de vehículo de transporte pesado	96
Ocupante de autobús	81
Ocupante de otros vehículos (agrícola/construcción)	14
Víctima de colisión entre vehículos	2,307
Víctima de colisión de vehículo no especificado	4,662
Total	16,552

Fuente: Elaboración propia con base en banco de datos de la DGIS

Por otra parte, del Censo Nacional de Población y Vivienda de 2010, se obtuvo información referente a la pirámide poblacional; en nuestro país la distribución de habitantes por sexo es de 48.83% hombres y el 51.17% mujeres, mientras que la

distribución de los muertos por colisiones de tránsito es de 78.14 y 21.86%, respectivamente; como se puede observar, los hombres tienen un riesgo mayor de sucumbir por esta causa y, analizando únicamente los datos de los usuarios vulnerables, el riesgo se incrementa ligeramente ya que la distribución sube al 80%.

En la figura 2.27, se plasmó la distribución de la pirámide de población (barras rojas para mujeres y azules para hombres) y se adicionaron dos gráficas que representan la pirámide de mortalidad por colisiones de tránsito (barras en gris oscuro) y la pirámide de mortalidad de usuarios vulnerables (barras en gris claro).

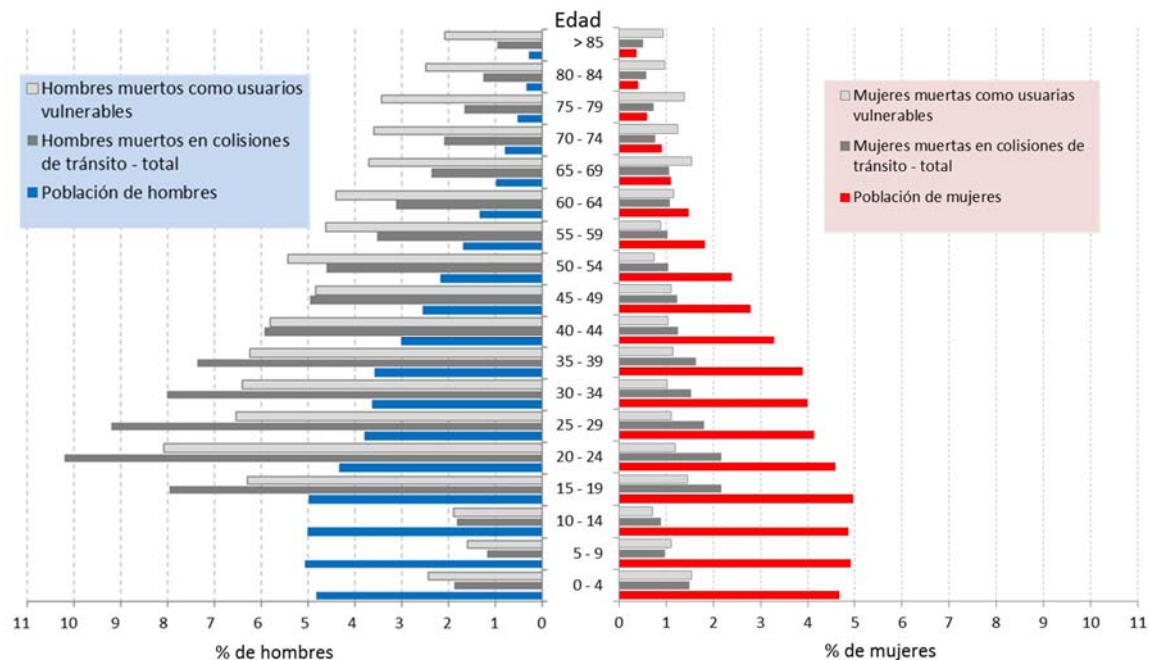


Figura 2.27 Pirámides de población, de mortalidad por colisiones de tránsito y de mortalidad de usuarios vulnerables, 2010

Situándose en el rango de 20 a 24 años de edad, los hombres representan el 4.34% del total de la población, el 10.2% del total de muertos por colisiones de tránsito y el 8.1% de los usuarios vulnerables fallecidos. Los hombres, a partir de los 50 años, empiezan a ser más propensos de morir en una colisión siendo usuarios vulnerables, tendencia que se agudiza con la edad; de hecho, 115 de los 154 hombres muertos por colisiones de tránsito en 2010 fueron usuarios vulnerables. Las mujeres mayores a 60 años representan el 4.8% de la población y de los muertos por colisiones de tránsito, sin embargo, este grupo constituye el 7.2% de los usuarios vulnerables.

Una vez que se ha identificado que los hombres son el grupo de mayor riesgo, no sólo como víctimas de colisiones sino también como usuarios vulnerables, la siguiente figura muestra, para este género y por rango de edad, la forma en la que

se distribuyó su participación como usuario vulnerable. Situándonos nuevamente en el rango de 20 a 24 años, observamos que dentro de este grupo el 64.2% de los muertos fueron peatones, el 2.2% ciclistas y el 33.6% motociclistas.

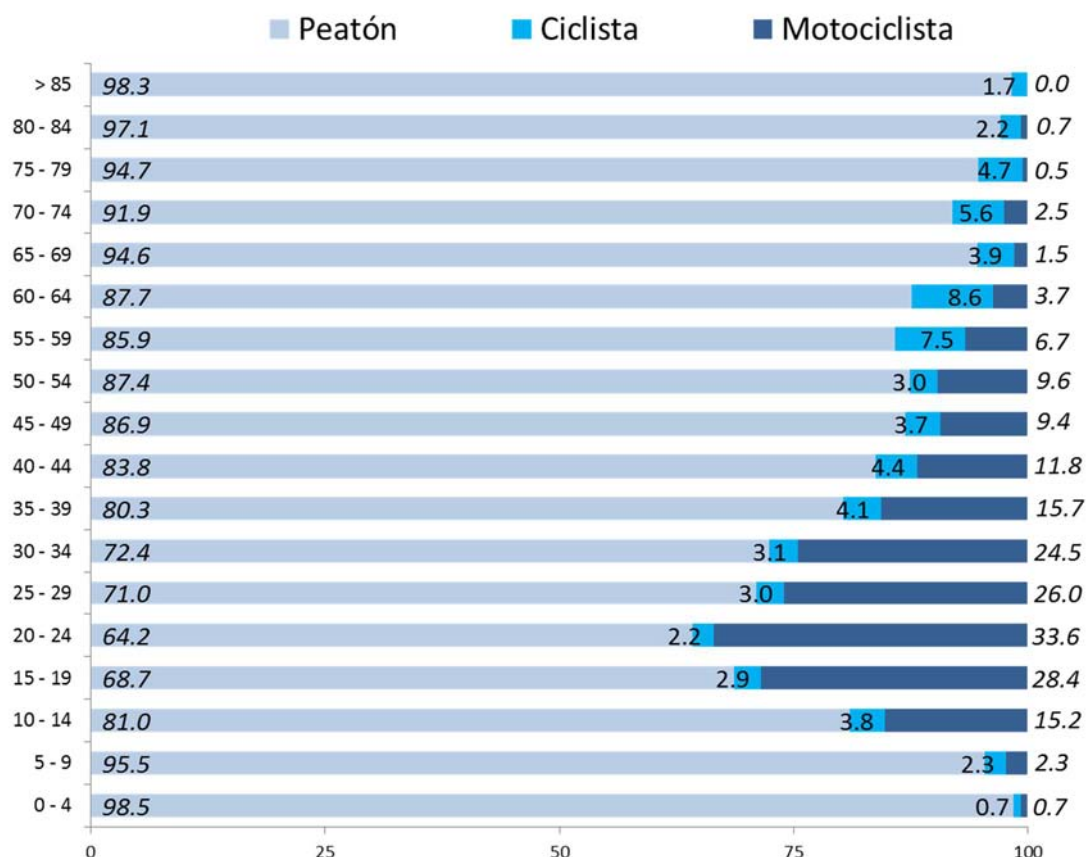


Figura 2.28 Usuarios vulnerables muertos del género masculino distribuidos por tipo de participación y rangos de edad, 2010

Un indicador que refleja el problema de los traumatismos, causados por el tránsito, son las defunciones por cada 100 mil habitantes. En el ámbito nacional durante 2010 el valor fue de 14.73.

Queda claro que el problema de la mortalidad está fuertemente ligado al género y la edad. La figura 2.29 muestra exclusivamente, para el género masculino y por rangos de edad, los índices de mortalidad por cada 100 mil habitantes; la gráfica para los usuarios vulnerables queda representada con la línea continua azul, en verde para los ocupantes de vehículos y en línea roja para el total de hombres muertos en colisiones de tránsito, es decir, la suma de los dos primeros valores. Por otra parte las líneas discontinuas muestran el valor medio el cual se obtiene tomando el total de las defunciones en cada uno de los rubros (usuarios vulnerables, ocupantes de vehículos y el total), relacionándolos con la población del género masculino.

Desde el punto de vista estricto, tenemos un indicador del género masculino de 23.56 muertos por cada 100 mil varones (total de hombres muertos), la tasa para usuarios vulnerables es de 8.26 y para ocupantes de vehículos de 15.30. El panorama para el género femenino es menos complejo, el índice es de 6.29 defunciones por cada 100 mil mujeres, 1.97 como usuarias vulnerables y 4.32 como ocupantes de vehículos.

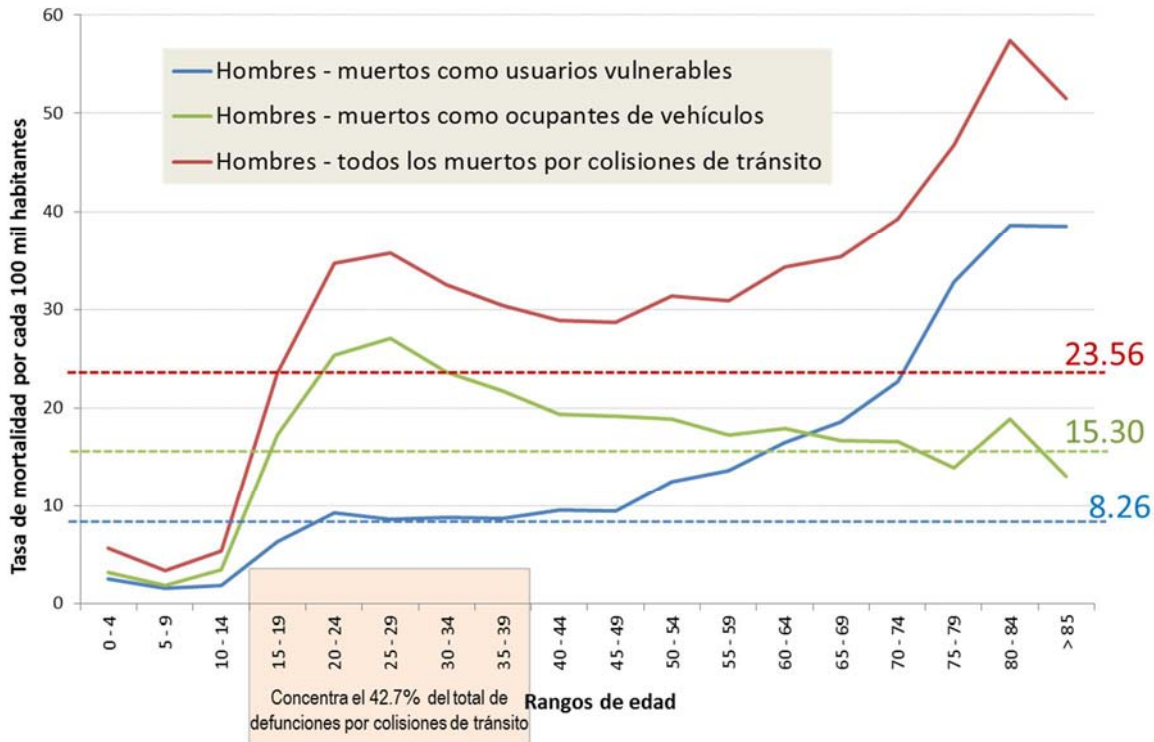


Figura 2.29 Tasas de defunción por cada 100 mil habitantes para el género masculino por tipo de víctima y rangos de edad, 2010

Se identificó que el 42.7% de todas las defunciones, por colisiones de tránsito, corresponden a hombres entre 15 y 39 años de edad, aunque en este rango la mayoría fueron ocupantes de vehículos; se observa también, que las tasas de mortalidad más altas se presentan por encima de los 70 años, siendo precisamente las defunciones de los usuarios vulnerables las que mayor peso tiene en esta tendencia.

Este análisis nos permite corroborar que la movilidad de los adultos mayores como usuarios vulnerables conlleva un alto riesgo, por otra parte la pirámide poblacional empieza a invertirse y, dentro de 30 años, en México habrá alrededor de 30 millones de adultos mayores, por lo que será necesario tomar las medidas para garantizar su seguridad durante los desplazamientos, principalmente a pie.

3 Análisis particular por tipo de usuario vulnerable

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en términos de kilómetro recorrido, los usuarios vulnerables corren un riesgo mucho mayor de fallecer. Los kilómetros recorridos, junto con otros factores como la potencia del vehículo, la frecuencia de uso, el motivo de desplazamiento o el tipo de vialidad por la que circulan, son algunas de las variables más importantes para medir la exposición al riesgo de sufrir un atropellamiento [OMS, 2004].

Si se clasifican los factores de riesgo de peatones y conductores de motocicletas o ciclistas en factores humanos, vehiculares y del entorno, nos encontramos que los primeros guardan supremacías y se asocian a fallas o errores de los usuarios al momento de responder o reaccionar ante diferentes situaciones del tránsito.

En este capítulo se realiza un análisis particular de la siniestralidad por tipo de usuario vulnerable; es decir, se estudió por a cada uno de ellos (peatón, ciclista y motociclista), por separado. Para llevar a cabo este análisis, se utilizaron las copias de los Hechos de tránsito registrados en 2010 por la Policía Federal (PF) en la Red Carretera Federal (RCF); aunque cabe aclarar que sólo se tienen copias para 1,935 de las 2,013 colisiones registradas durante este año.

3.1 Peatón

Del análisis de la siniestralidad con participación del peatón en la RCF en 2010 se desprenden los siguientes datos: 733 colisiones que dejaron un saldo de 389 muertos y 656 lesionados, de los cuales 374 y 510 respectivamente, fueron peatones; el resto de las víctimas fueron ocupantes de vehículos. La relación de peatones por accidente es de 1.21 y de acuerdo a lo reportado por la PF, en 46 de cada 100 atropellamientos, el peatón está señalado como responsable.

En promedio, ocurren 61 atropellamientos mensuales, y los meses que acumulan mayor cantidad de eventos son marzo (76), abril (72), diciembre (72) y mayo (71), y con menores cifras están junio y julio (38 y 46, respectivamente). En términos de número de víctimas, el promedio es de 74 por mes, y diciembre es el que registra el mayor número con 103, de los cuales 52 corresponden a muertos y 51 a lesionados (véase figura 3.1).

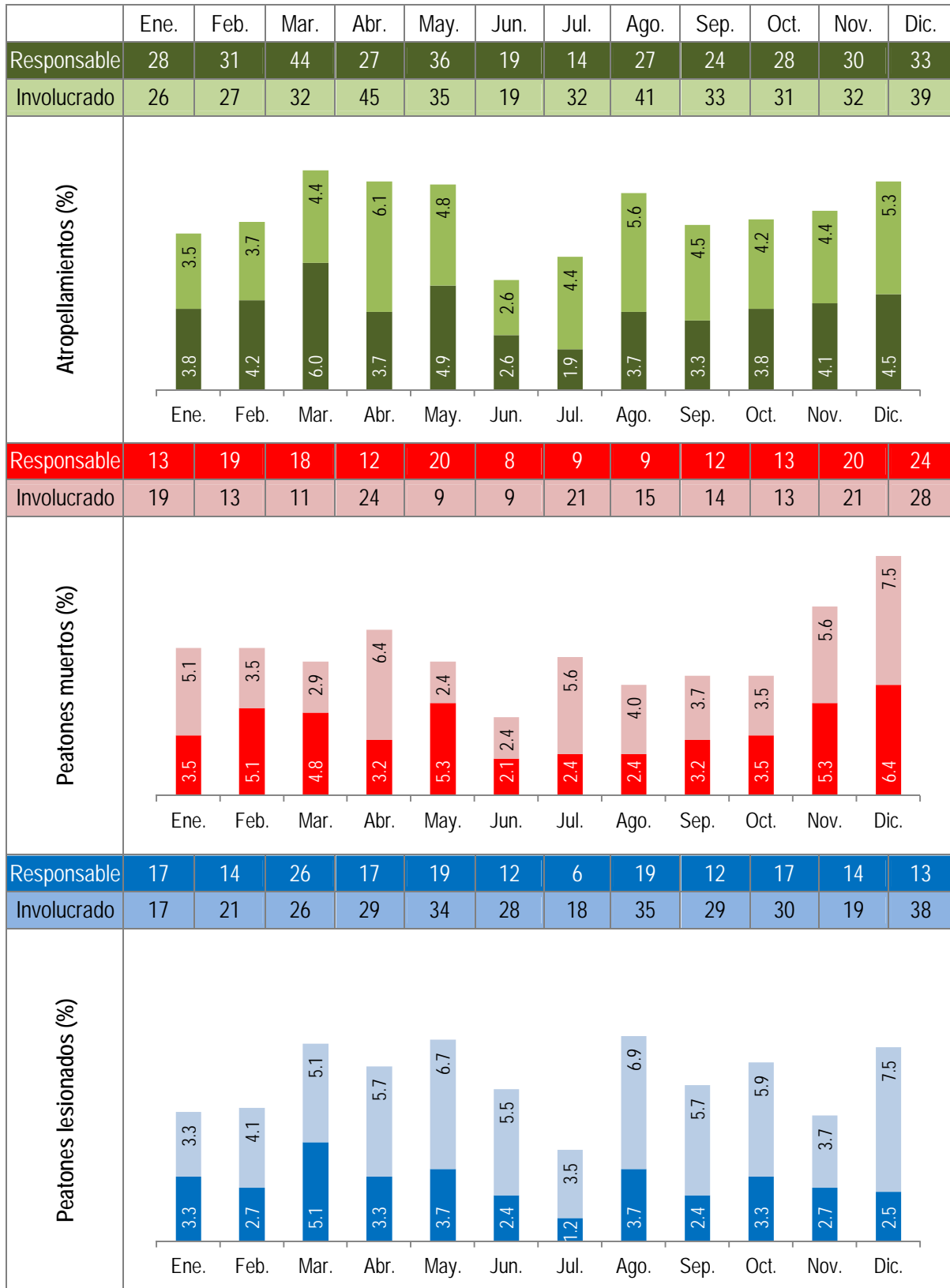


Figura 3.1 Distribución porcentual de saldos por mes, de acuerdo al tipo de participación del peatón

La figura 3.2 muestra la temporalidad de los atropellamientos por día de la semana; se observa que los fines de semana acumulan el 50% de los atropellamientos y de las víctimas.

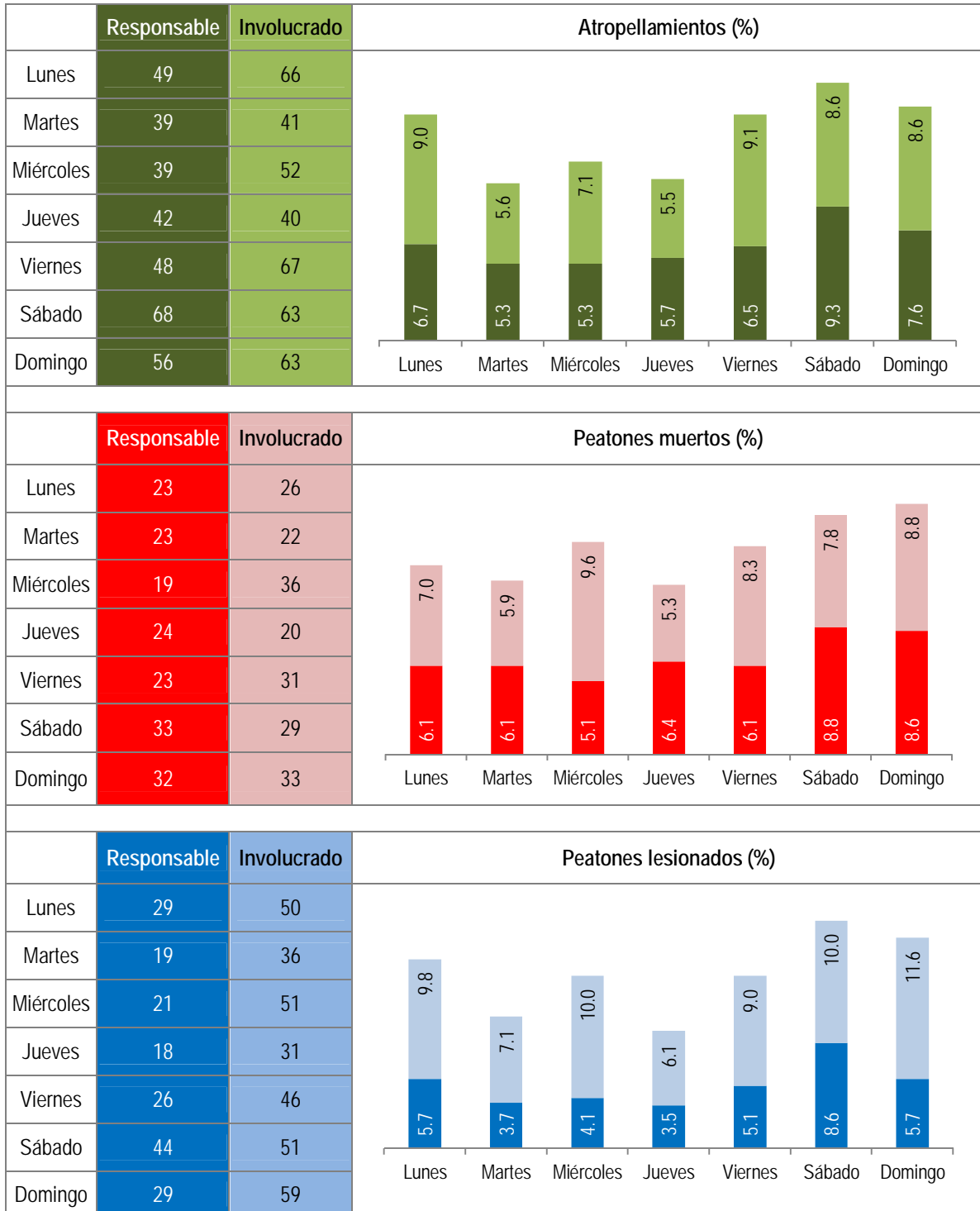


Figura 3.2 Distribución de saldos por día de la semana, de acuerdo al tipo de participación del peatón

La figura 3.3 muestra la distribución de saldos de peatones durante las horas del día: se destaca que el periodo de las 18 a las 23 h, agrupa más de un tercio de los atropellamientos y el 42% de los muertos; por la mañana, en el periodo de las 7 a las 9 h se registran 69 colisiones, 36 muertos y 46 lesionados.

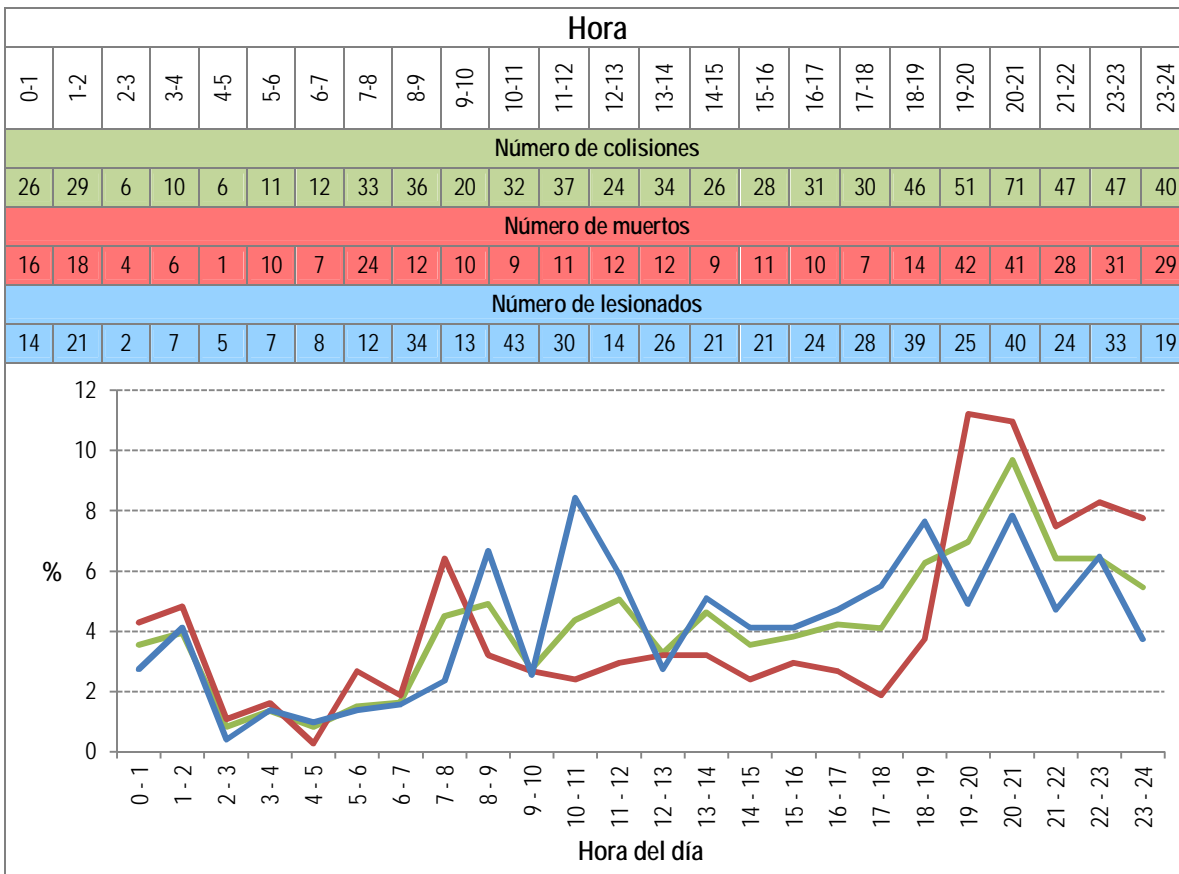


Figura 3.3 Distribución de saldos por hora del día de los atropellamientos

No obstante que aproximadamente el 50% de los atropellamientos ocurre en el periodo diurno, la severidad (en cuanto a mortalidad) de los impactos a peatones aumenta durante la noche. De día 141 muertos y 377 accidentes (0.37 muertos por accidente) y por la noche la relación aumenta a 0.65 (véase figura 3.4).

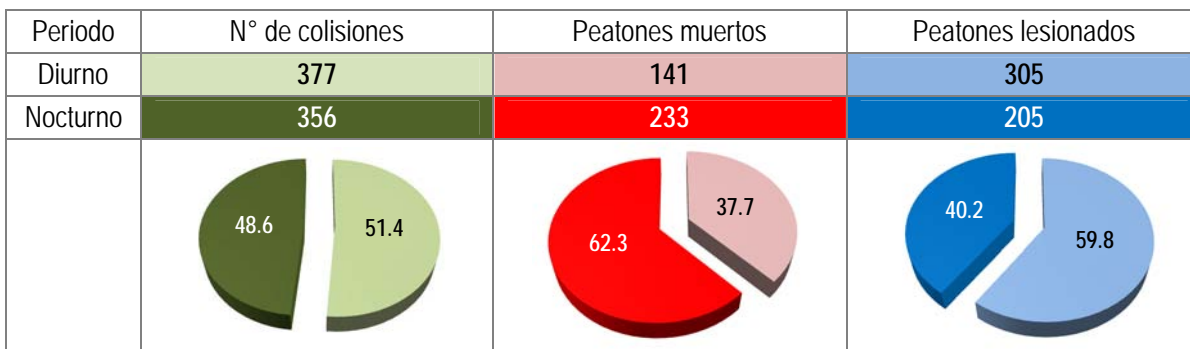


Figura 3.4 Distribución de saldos por periodo del día (diurno o nocturno) con participación del peatón

Los tipos de vehículos implicados en atropellamientos se muestran en la tabla 3.1. Los vehículos ligeros (sedán y pick-up) son los que mayoritariamente están involucrados en este tipo de colisiones (68.8%), el 12.4% contra vehículos de carga y sobre el 14.1% no se tiene información debido a que el vehículo se retiró del lugar del siniestro. La figura 3.5 muestra la misma información de forma gráfica.

Tabla 3.1 Distribución de los atropellamientos por tipo de vehículo y de acuerdo al tipo de participación del peatón

Tipo de vehículo	Peatón responsable			Peatón involucrado			Total		
	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
Automóvil	179	87	98	176	84	161	355	171	259
Pick up	66	29	44	83	30	93	149	59	137
Camión unitario	21	9	15	29	6	26	50	15	41
Ómnibus	18	11	8	14	8	10	32	19	18
Camión articulado	8	3	7	23	13	17	31	16	24
Camión doble articulado	4	1	3	6	4	5	10	5	8
Ferrocarril	1	0	1	0	0	0	1	0	1
Otros	1	1	0	1	0	1	2	1	1
No identificado	43	36	10	60	52	11	103	88	21
Total	341	177	186	392	197	324	733	374	510

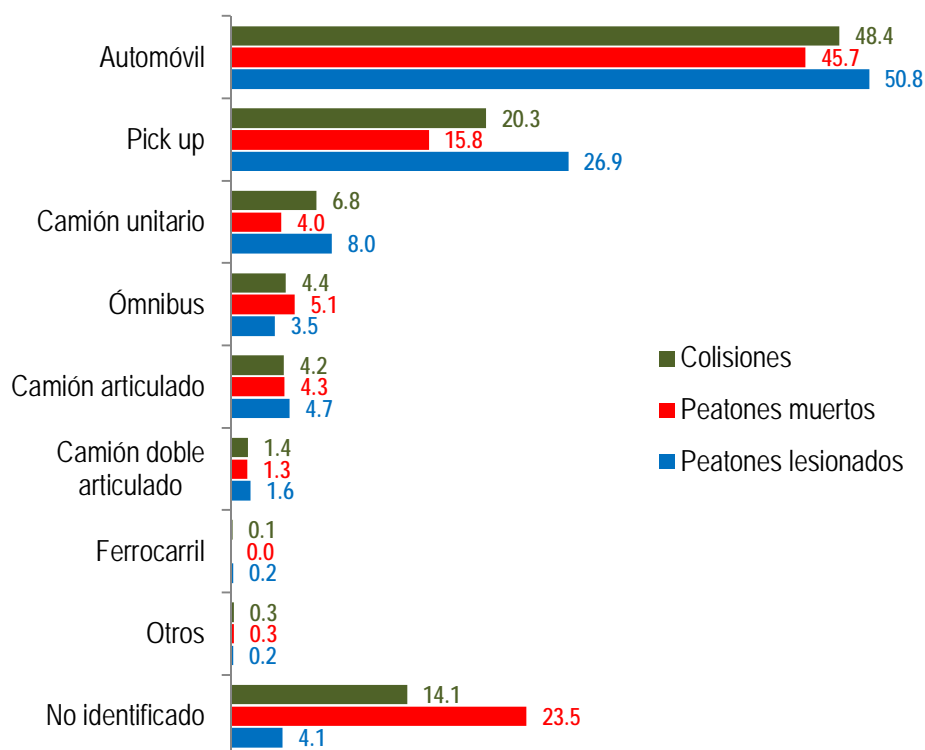


Figura 3.5 Distribución porcentual de los saldos de atropellamiento por tipo de vehículo

La figura 3.6 muestra por rangos de edad el número de peatones lesionados o muertos en atropellamientos. Se observa que los menores de 15 años agrupan el 9.6%, posteriormente los jóvenes y adultos registran cifras mayores, sin embargo, no se aprecia ninguna tendencia, y finalmente, los peatones de la 3ª edad agrupan el 12.4%. Se menciona que del total de víctimas, el 20.9% no cuenta con información de la edad y que el 70.2% corresponde a peatones del género masculino.

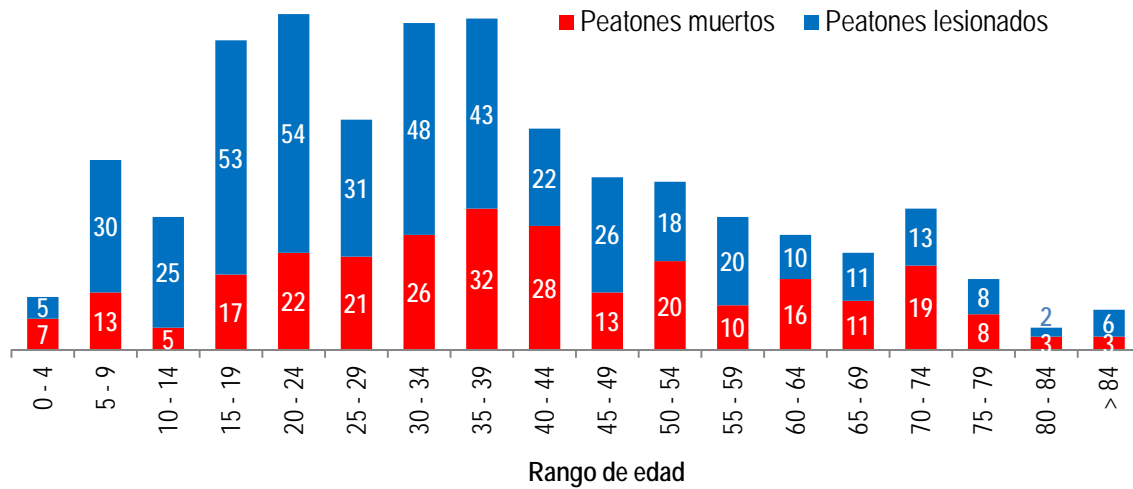


Figura 3.6 Distribución por rango de edad y condición de los peatones involucrados en un percance vial

Al combinar los alineamientos horizontal y vertical, se observa que una particularidad de los atropellamientos es que se localizan en tangente (82.8% de los casos) y a nivel (70.9%); en pendiente descendente ocurre el 19.8% que a su vez están muy vinculadas con tramos en tangente. En curvas e intersecciones se registran pocos atropellamientos. La distribución de las víctimas obedece a un comportamiento muy similar (véase figura 3.7).

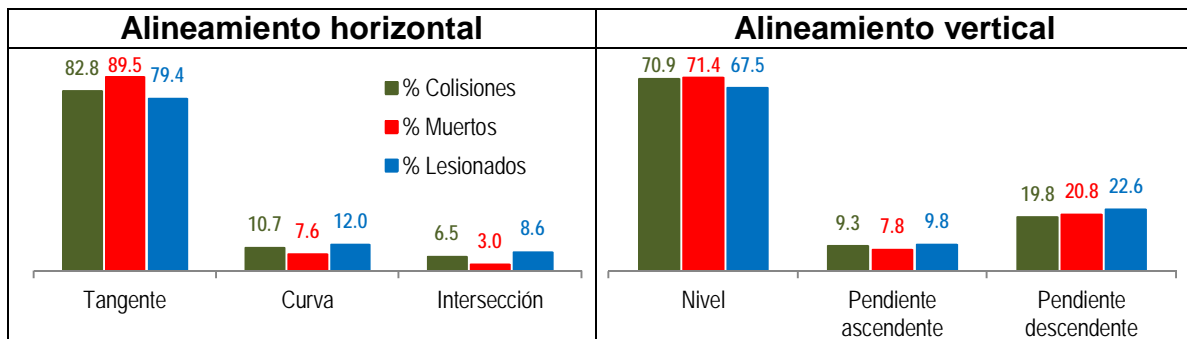


Figura 3.7 Distribución porcentual de los saldos de atropellamientos en función de los alineamientos de la carretera

Analizando los croquis de los hechos de tránsito, se definieron los principales escenarios en los cuales acontecen las colisiones con peatones. Durante las maniobras de cruce (véase tabla 3.2), se contabilizaron 490 atropellamientos que dejaron un saldo de 268 muertos y 267 lesionados, en total 535 peatones; cada uno de estos eventos fue categorizado en función de las siguientes variables:

- Momento del impacto. I) Al inicio del cruce o II) al final del cruce.
- Tipo de carretera. I) Carretera de dos carriles o II) carretera de cuatro carriles o más.
- Tipo de impacto. I) Lateral para el peatón golpeado con el costado del vehículo o II) frontal para el peatón golpeado con la parte frontal del vehículo.

Del análisis se desprenden los siguientes comentarios:

- El 35% de los atropellamientos ocurre en carreteras de dos carriles, agrupando el 29% de muertos y 40% lesionados, mientras que, en carreteras de cuatro carriles o más, se concentra el 65% de las colisiones y el 71 y 60% de los muertos y lesionados, respectivamente.
- Es evidente que el efecto de la velocidad en las carreteras de cuatro carriles incrementa la severidad de los atropellamientos, ya que el 54% de peatones atropellados mueren en el lugar del siniestro, mientras que, en carreteras de dos carriles, esta proporción es de 42%.
- Este análisis refleja que, durante la maniobra de cruce, no existe un momento crítico dado que el número de colisiones es prácticamente igual al inicio (244) que al final del cruce (246).
- Se logró determinar, para 333 peatones, la parte del vehículo con la que habían sido impactados: 215 fueron golpeados con la parte frontal, y el 48% murió en el lugar del siniestro; para 118, el punto de contacto fue un costado del vehículo, y de éstos falleció, en el lugar, el 29%. Lo anterior pone de manifiesto la severidad de los impactos frontales que generalmente suelen catapultar al peatón.
- Para 202 peatones, no fue posible determinar la parte del vehículo con la que tuvieron contacto, ya que se trata de vehículos que abandonaron el lugar, sin embargo, es muy probable que hayan sido golpeados con la parte frontal del vehículo dado que el 65% falleció en el lugar.

Tabla 3.2 Distribución de saldos de peatones atropellados durante la maniobra de cruce, por tipo de carretera y de impacto

Al inicio del cruce									
Tipo de impacto	Impacto lateral			Impacto frontal			Se desconoce		
N° de carriles	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
2	21	3	18	34	12	26	33	21	13
4 o más	29	9	20	60	34	33	67	51	24
Total	50	12	38	94	46	59	100	72	37
Al final del cruce									
Tipo de impacto	Impacto lateral			Impacto frontal			Se desconoce		
N° de carriles	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
2	19	5	14	38	17	24	27	20	12
4 o más	46	17	32	61	40	29	55	39	22
Total	65	22	46	99	57	53	82	59	34
Total	115	34	84	193	103	112	182	131	71

Por otra parte, se registraron 243 colisiones con peatones que no realizaban una maniobra de cruce durante el atropellamiento, y que dejaron un saldo de 106 muertos y 243 lesionados (349 peatones en total). Básicamente, para este análisis los escenarios quedan en función de la ubicación del peatón, según se muestra en la tabla 3.3, en la cual se observa que:

- Se registraron 71 siniestros por vehículos fuera de control que abandonaron la calzada de circulación, arrollando a 97 peatones (29 muertos y 68 lesionados).
- Se contabilizaron 96 peatones (24 muertos y 72 lesionados) que fueron atropellados mientras se encontraban parados o caminando sobre el acotamiento.
- Se identificaron 75 personas que, durante el impacto, se encontraban paradas o caminando sobre los carriles de circulación pero sin efectuar la maniobra de cruce.
- Un total de 30 personas fueron atropelladas en zonas de obra, se asume que se trataba de trabajadores.
- Por los comentarios adicionales del hecho de tránsito, al menos 40 peatones se encontraban auxiliando a un vehículo accidentado o descompuesto.
- Cabe señalar que, aunque estos eventos son menos frecuentes, el número de víctimas por colisión es mayor que en aquéllos que se desencadenan por una maniobra de cruce: 1.4 víctimas/accidente (349/243) contra 1.1 víctimas/accidente (535/490).

Tabla 3.3 Distribución de saldos de peatones atropellados que no realizaban una maniobra de cruce

Descripción de la colisión	N° de colisiones	N° de muertos	N° de lesionados
Atropellamiento de peatón parado/caminando fuera de la vía	71	29	68
Atropellamiento de peatón parado/caminando sobre acotamiento	69	24	72
Atropellamiento de peatón parado/caminando sobre calzada	48	26	49
Atropellamiento de peatón en zonas de obra	25	5	25
Atropellamiento de peatón parado/caminando sobre faja separadora	6	10	7
Atropellamiento de peatón en parada de autobús	5	2	6
Atropellamiento de peatón por maniobras de reversa del automóvil	5	2	4
Atropellamiento de peatón en casetas de cobro	4	5	4
Desprendimiento de neumático golpea peatón	4	1	3
Otros	6	2	5
<i>Total de colisiones no asociadas al cruce del peatón</i>	<i>243</i>	<i>106</i>	<i>243</i>

Entre los factores asociados a los atropellamientos que vale la pena destacar el desconocimiento por el peatón de las reglas que deben guiar su comportamiento al caminar por la carretera; subestimar, desde el punto de vista perceptual, la velocidad de los automóviles; el afán para llegar a un lugar; la incomprensión de las señales de seguridad para desplazarse por los caminos; el jugar en la vía; el consumo de drogas y alcohol; y más recientemente, se ha identificado como factor de riesgo el uso de las tecnologías móviles [Barrero, L. H., et al 2013].

3.2 Ciclista

Para el análisis de la siniestralidad con participación del ciclista en la RCF durante 2010 se obtuvo la siguiente información: 237 colisiones, 104 muertos (tres de ellos pertenecen a un vehículo automotor), 190 lesionados (52 pertenecen a un vehículo automotor) y 241 bicicletas involucradas, con una relación de víctimas por colisión de 1.24. De acuerdo con lo reportado por la PF, en dos de cada tres incidentes se señala como responsable al ciclista. En promedio, ocurren 20 siniestros por mes y los meses que acumulan mayores eventos son enero (26), marzo (24), junio (24) y octubre (23), y con menores cifras están julio (14) y noviembre (15). En el caso del número de víctimas, el promedio también es de 20 por mes y los meses de enero y marzo son los que registran un mayor número, con 26 víctimas cada uno (véase figura 3.8).

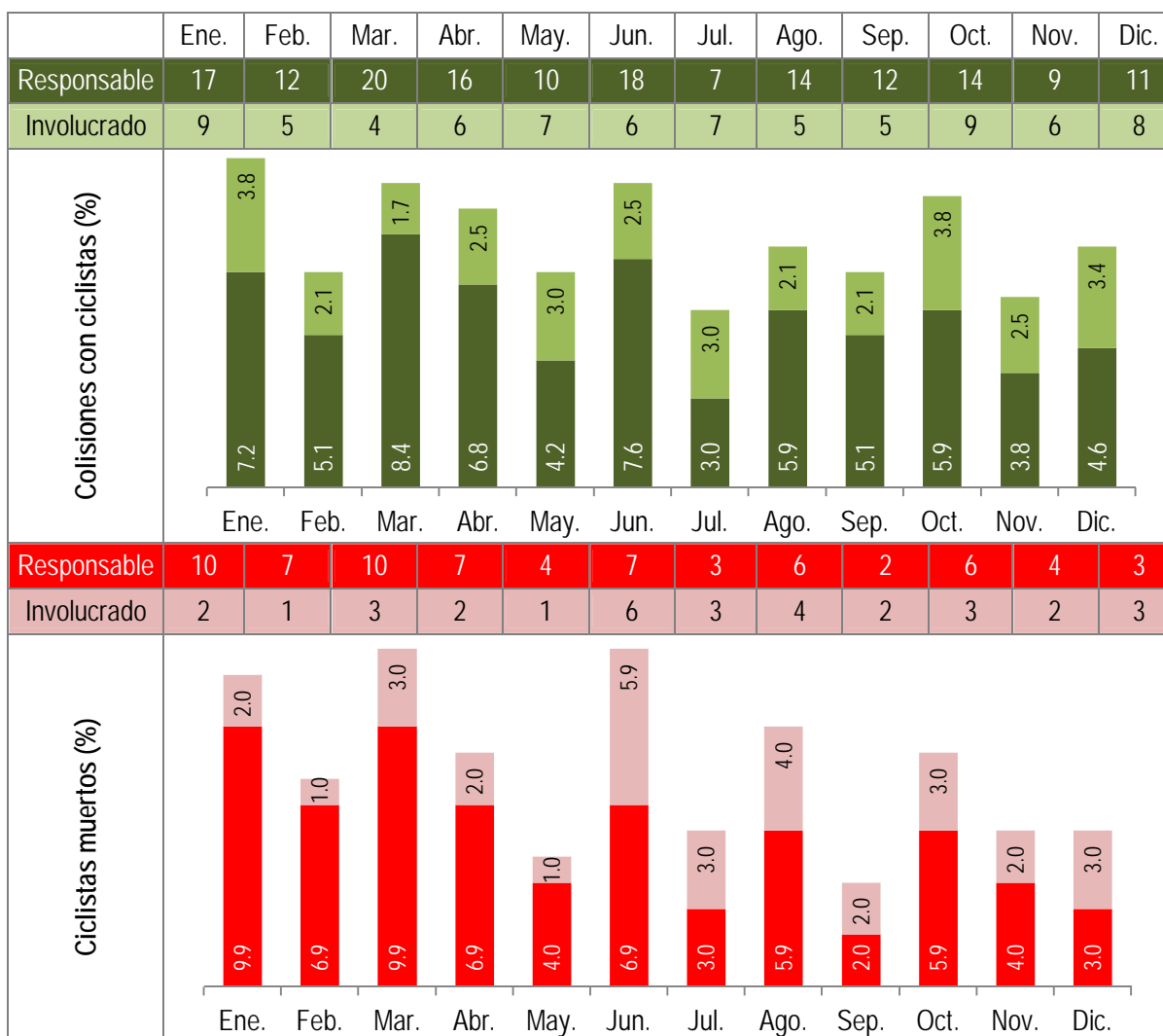


Figura 3.8 Distribución porcentual de saldos por mes de acuerdo al tipo de participación del ciclista

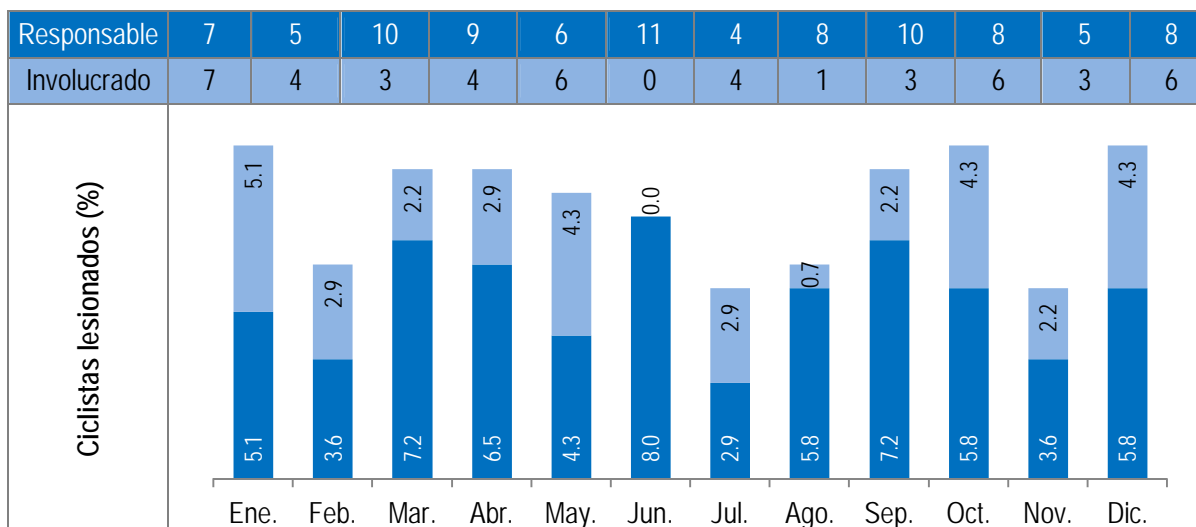


Figura 3.8 Distribución de saldos por mes de acuerdo al tipo de participación del ciclista (continuación)

En la figura 3.9 se muestra la temporalidad de la siniestralidad de los ciclistas por día de la semana. El sábado es el que presenta mayor número de siniestros y víctimas con 44 y 45, respectivamente, acumulando el 18% de la semana.

En cuanto a las horas del día, la figura 3.10 muestra la distribución de los saldos con participación de los ciclistas: sobresalen las ocho de la mañana que acumula más del 10% de los saldos (26 colisiones, 10 muertos y 16 lesionados), y por la noche el periodo de las 19 a las 22 h (46 siniestros, 20 muertos y 25 lesionados).

Aunque el 59% de las colisiones ocurre durante el periodo diurno cabe señalar que la severidad (en cuanto a la mortalidad) de los choques nocturnos suele ser mayor. Durante el día se registraron 53 muertos en 140 siniestros (0.38 muertos por accidente) y por la noche 48 fallecidos en 97 colisiones (0.49 muertos por siniestro). Los valores anteriores se muestran gráficamente en la figura 3.11.

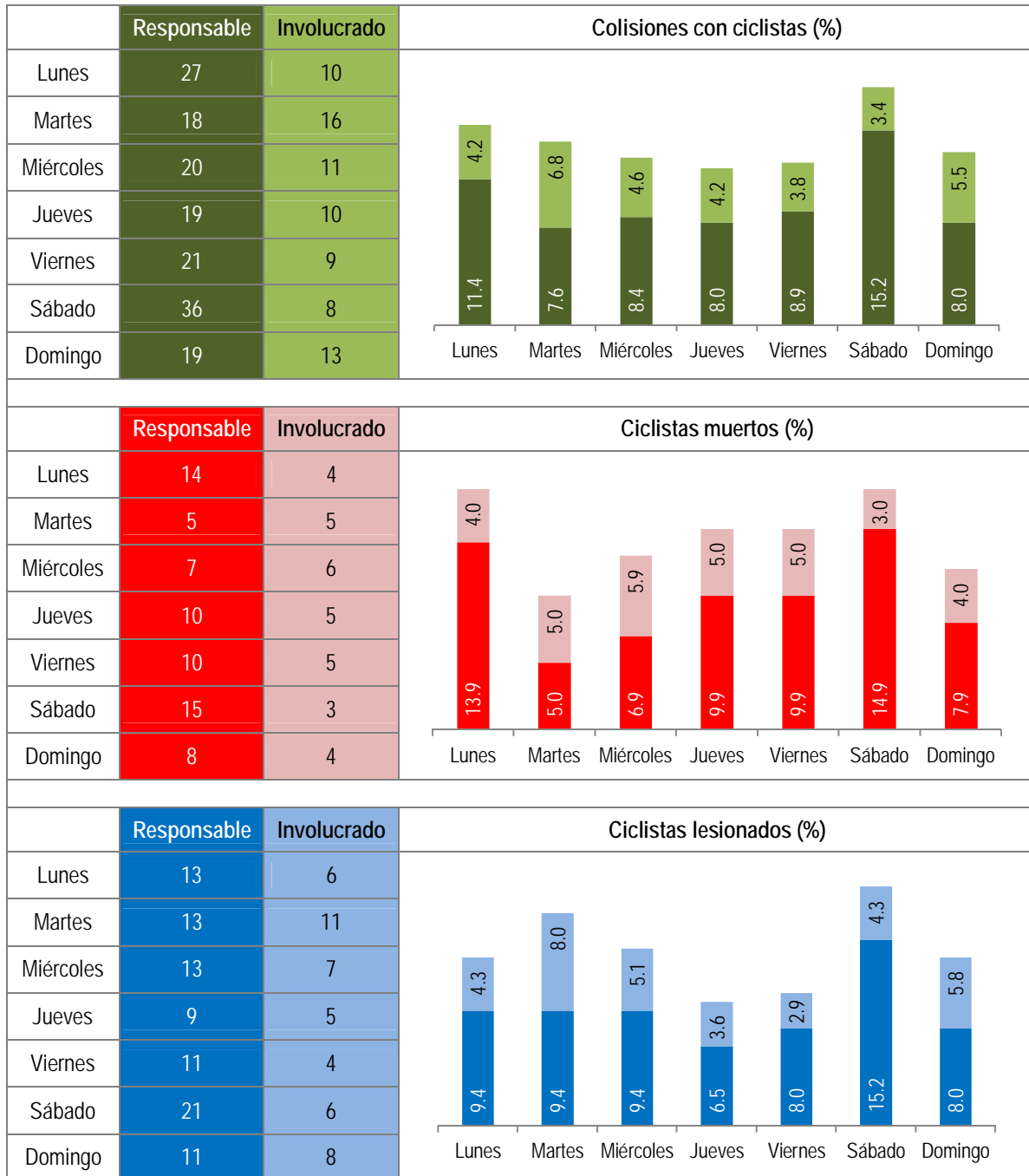


Figura 3.9 Distribución de saldos por día de la semana de acuerdo al tipo de participación del ciclista

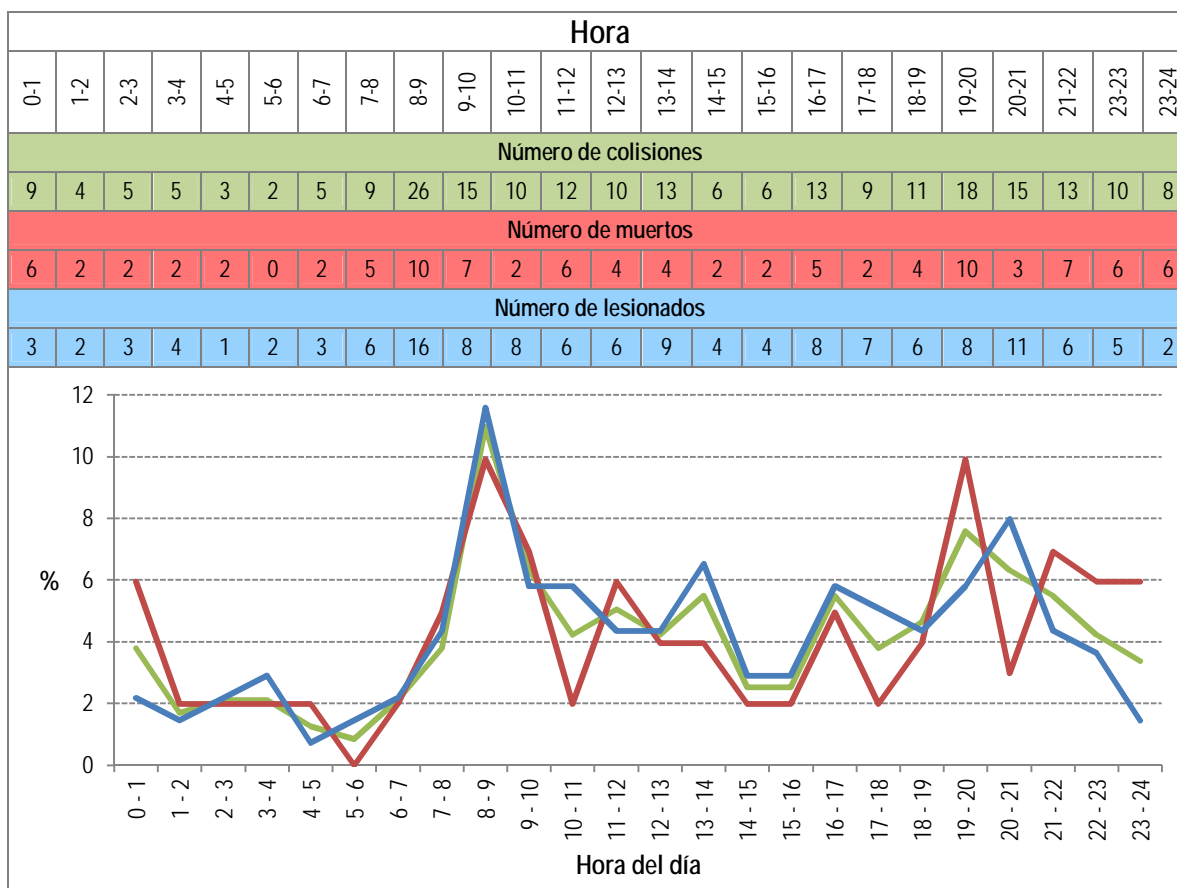


Figura 3.10 Distribución de saldos por hora del día de las colisiones con ciclistas

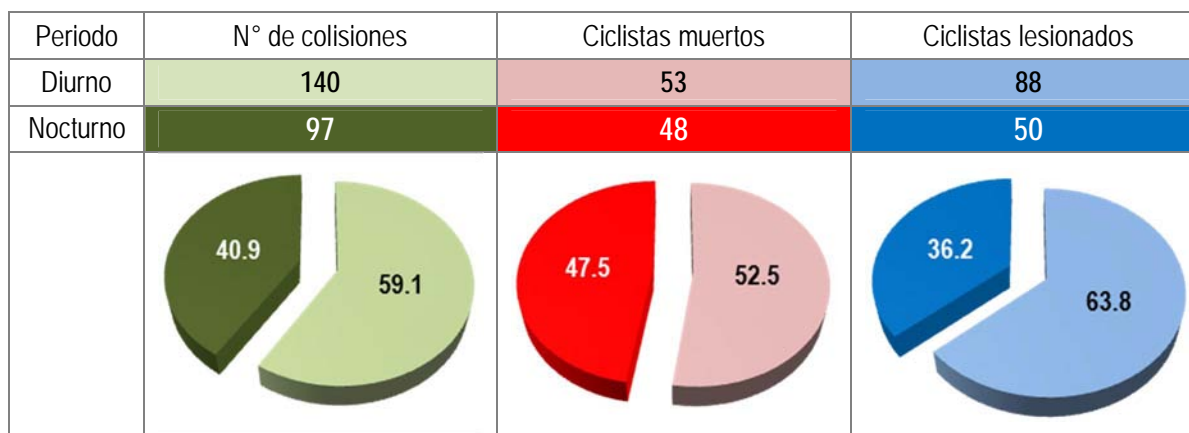


Figura 3.11 Distribución de saldos por periodo del día (diurno o nocturno) con participación del ciclista

Los tipos de vehículos implicados en colisiones con ciclistas se muestran en la tabla 3.4. Los vehículos ligeros (sedán y pick-up) son los que mayoritariamente están involucrados en este tipo de colisiones (57.4%), el 13.5% contra vehículos de carga y del 16.9% no se tiene información debido a que el vehículo se retiró del

lugar del siniestro. En la figura 3.12 se muestra la misma información de forma gráfica.

Tabla 3.4 Distribución de los saldos por tipo de vehículo y de acuerdo al tipo de participación del ciclista

Tipo de vehículo	Ciclista responsable			Ciclista involucrado			Total		
	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
Automóvil	76	30	46	25	11	15	101	41	61
Pick up	24	8	16	11	4	6	35	12	22
Camión unitario	8	1	7	8	4	6	16	5	13
Ómnibus	11	6	5	3	1	2	14	7	7
Motocicleta	8	2	6	6	0	5	14	2	11
Camión articulado	10	5	5	2	1	1	12	6	6
Camión doble articulado	0	0	0	4	0	4	4	0	4
Ferrocarril	1	1	0	0	0	0	1	1	0
No identificado	22	16	6	18	11	8	40	27	14
Total	160	69	91	77	32	47	237	101	138

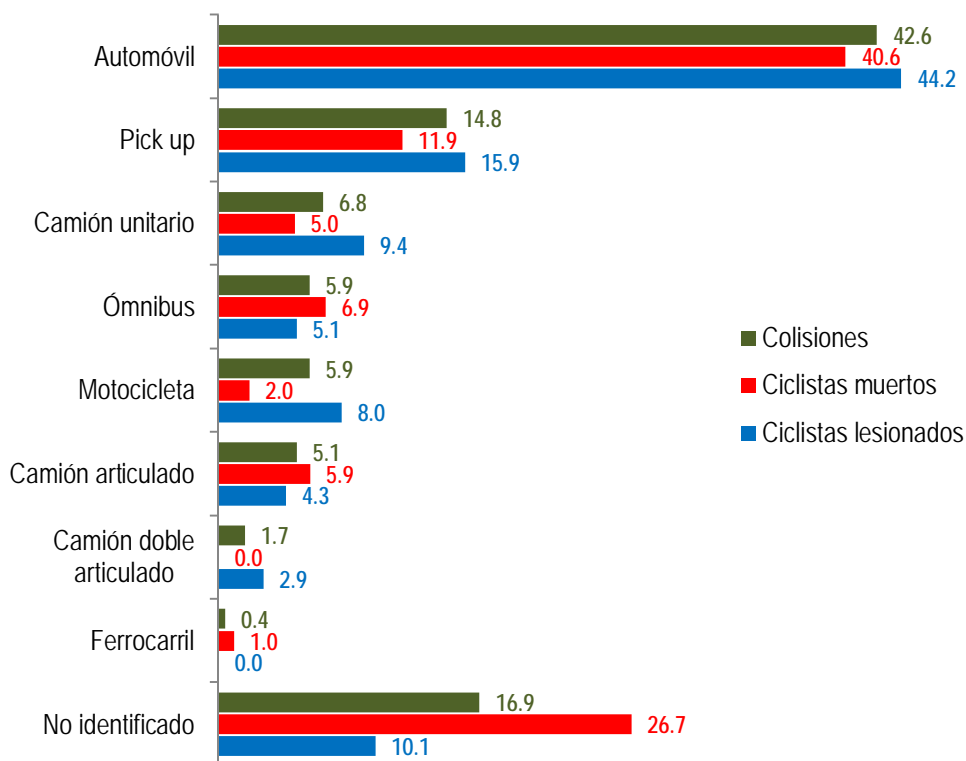


Figura 3.12 Distribución porcentual de los saldos de colisiones con ciclistas por tipo de vehículo

La figura 3.13 muestra, por rango de edad, el número de ciclistas lesionados o muertos, y se observa que de 20 a 24 años, se concentra el valor máximo con 23 víctimas (15 lesionados y 8 muertos), seguido por el rango de 65 a 69 años con 20

(14 lesionados y 6 muertos). La quinta parte de las víctimas fueron menores de 25 años, los rangos entre 30 y 69 años mantienen un promedio de 15 víctimas, para posteriormente ir descendiendo conforme aumenta la edad. Cabe mencionar que, el 13.8% del total de víctimas no cuenta con información de la edad y que el 97.5% de los ciclistas son del género masculino.

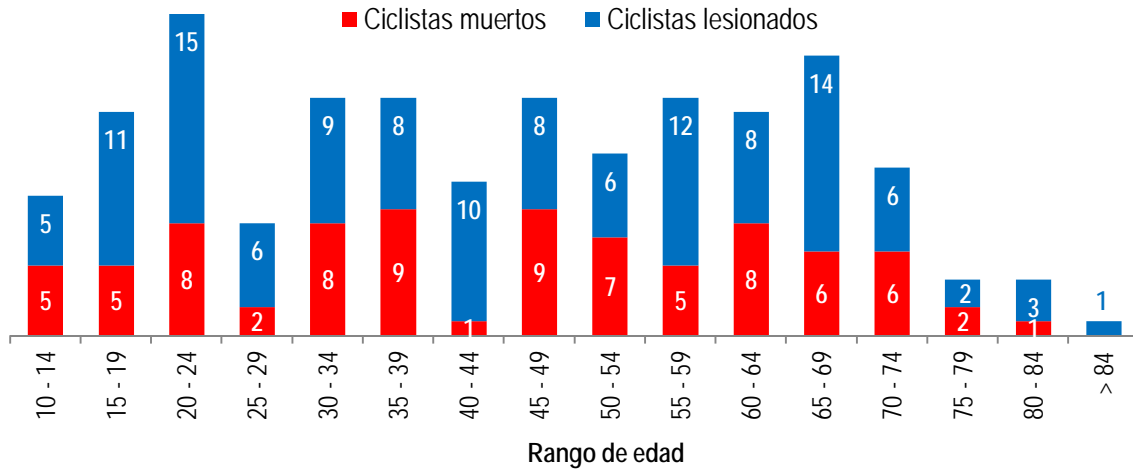


Figura 3.13 Distribución por rango de edad y condición de los ciclistas involucrados en un percance vial

Al combinar los siniestros y el alineamiento, se observa que mayoritariamente (en 81.4% de los casos), éstos se producen en una sección en tangente, 12.2% en una intersección y 6.3% en curva. La distribución de las víctimas obedece a un comportamiento muy similar (véase figura 3.14).

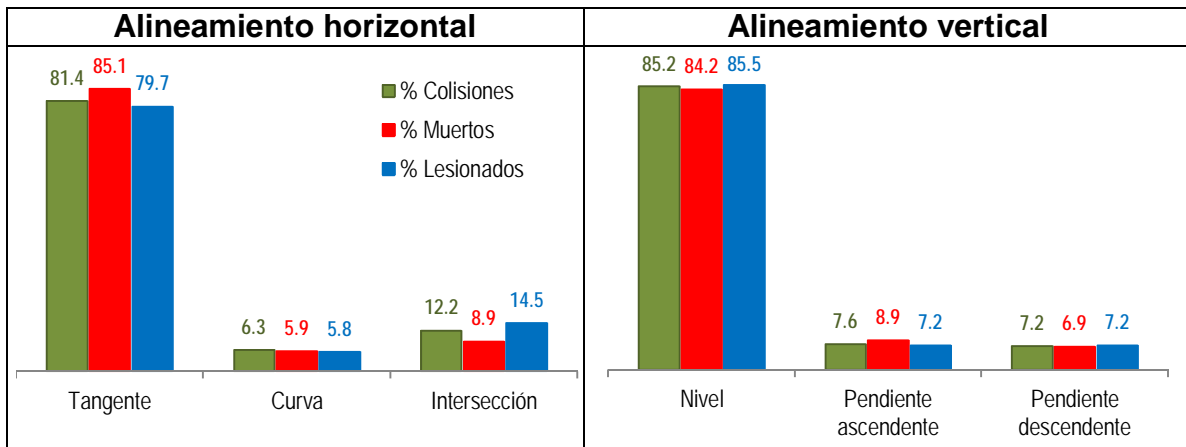


Figura 3.14 Distribución porcentual de los saldos de colisiones con ciclistas en función de los alineamientos de la carretera

Para las colisiones con ciclistas, también se analizaron los croquis de los hechos de tránsito, pero en esta ocasión se plantearon escenarios distintos a los de peatones, tomando en consideración las siguientes variables:

- “ Responsabilidad del ciclista en la colisión. I) Responsable o II) involucrado.
- “ Tipo de carretera. I) Carretera de dos carriles con acotamiento, II) carretera de dos carriles sin acotamiento y III) carretera de cuatro carriles o más.
- “ Tipo de impacto. I) Lateral para el ciclista golpeado en un costado independientemente si el contacto fue con la parte lateral o frontal del vehículo, II) frontal el punto de contacto es el frente de la bicicleta con la parte frontal del vehículo y III) por alcance el punto de contacto es la parte frontal del vehículo con la parte trasera de la bicicleta o viceversa.




En estos escenarios se concentraron 225 colisiones con ciclistas que dejaron un saldo de 95 personas muertas y 131 lesionadas. La tabla 3.5 muestra los resultados del análisis y del cual se desprenden los siguientes comentarios:

- El 19% de los siniestros con ciclistas ocurrieron en carreteras de dos carriles con acotamiento y agruparon el 22% de muertos y 15% de lesionados, mientras que, para este tipo de carreteras pero sin acotamiento, se tienen registradas el 24% de las colisiones que concentraron el 19 y 29% de los muertos y lesionados, respectivamente. No obstante que existe un porcentaje mayor de colisiones en carreteras sin acotamiento, la severidad de los siniestros no es tan alta ya que la relación es de 3 muertos por cada 10 colisiones, mientras que, en carreteras con acotamiento, esta relación es de 5.
- Las carreteras de cuatro carriles o más concentran el 57% de los siniestros y el 59 y 56% de los muertos y lesionados, respectivamente.
- En las colisiones donde el ciclista es el responsable del siniestro, independientemente del tipo de carretera, la colisión lateral es la más frecuente (el 81% de los casos); sin embargo, en las colisiones donde el ciclista es involucrado, sí influye el tipo de carretera, siendo el choque por alcance la colisión predominante en las carreteras de dos carriles con acotamiento (85%) y en las de cuatro carriles (65%), para las carreteras de dos carriles sin acotamiento el 41% fueron colisiones laterales.
- Para los ciclistas, las cifras revelan que los alcances son los siniestros de mayor severidad ya que en 52 colisiones se contabilizaron 28 muertos en el lugar del siniestro (0.54 muertos/accidente), seguido por los impactos frontales con una relación de 0.46 muertos/accidente.
- Una colisión lateral se puede suscitar por diferentes tipos de maniobra, tanto del ciclista como del vehículo automotor, y entre las principales se encuentran: las maniobras de giro, cambios de carril y cruces. De los 145 impactos laterales, 86 tuvieron como origen el cruce de la vía por parte del ciclista.
- Los impactos por alcance no tienen maniobras desencadenantes como los laterales, su variante radica en definir quién pega y en qué lugar de la vía. Evidentemente, los casos donde el vehículo golpea al ciclista son los más comunes y donde la severidad es mucho mayor, no obstante se

identificaron dos colisiones donde el ciclista golpea al vehículo. Por otra parte, los alcances registrados en carreteras de dos carriles con acotamiento, en ocho de 13 casos, el ciclista transitaba por el acotamiento, en carreteras de cuatro carriles, 12 de 27 utilizaban el acotamiento y 13 el carril de baja velocidad.

- Para los impactos frontales se determinó que, en 19 de los 28 casos, el ciclista circulaba en sentido contrario y, en las nueve colisiones restantes, el conductor del vehículo perdió el control invadiendo el sentido opuesto.

Tabla 3.5 Distribución de saldos de colisiones, por tipo de carretera y de impacto, de acuerdo al tipo de participación del ciclista

Ciclista responsable de la colisión									
Tipo de impacto	Impacto lateral			Impacto frontal			Impacto por alcance		
									
N° de carriles	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
2 c/a	22	9	13	4	2	2	3	3	0
2 s/a	26	6	20	5	3	2	2	1	1
4 o más	78	34	44	10	4	6	6	4	2
Total	126	49	77	19	9	10	11	8	3
Ciclista involucrado en la colisión									
2 c/a	2	1	1	0	0	0	11	6	4
2 s/a	9	3	6	5	2	5	8	3	4
4 o más	8	1	7	4	2	2	22	11	12
Total	19	5	14	9	4	7	41	20	20
Total	145	54	91	28	13	17	52	28	23

(c/a) con acotamiento (s/a) sin acotamiento

Las 12 colisiones restantes, que no correspondían a los escenarios planteados en la tabla 3.5, se trataban de: siete ciclistas que circulaban fuera de la superficie de rodamiento y que fueron impactados por un vehículo que perdió el control y salió del camino, cuatro ciclistas que cayeron de la bicicleta y posteriormente fueron atropellados y un ciclista que fue golpeado por un neumático que se desprendió de un vehículo.

La mayoría de los siniestros de ciclistas se producen por colisiones con un vehículo ligero. Las formas más frecuentes son las colisiones laterales, seguidas de los frontales y por alcances. La colisión más frecuente es aquella que se produce entre el ciclista y la parte delantera-lateral del vehículo. El impacto primario se da con la bicicleta y las extremidades inferiores del ciclista: a baja velocidad el cuerpo del ciclista salta sobre la parte frontal del vehículo y la cabeza golpea casi siempre contra el cofre o el parabrisas; en ocasiones, a mayores velocidades, el cuerpo del ciclista golpea contra el techo del automóvil o sale despedido contra el pavimento ocasionando que su cabeza golpee contra el suelo.

No parece que la causa de los siniestros se deba al estado psicofísico de los ciclistas. Los registros indican que la gran mayoría circulaba en condiciones normales; tampoco se presentan defectos en la bicicleta, y de forma aislada se mencionan defectos mecánicos (luces, reflejantes y frenos). No se tiene registro de infracciones cometidas por el ciclista, aunque los oficiales de la PF mencionan los siguientes factores: distracción, giros incorrectos, circular fuera del área, no respetar el señalamiento (señal de alto o ceda el paso) e invadir el sentido contrario. Entre las infracciones cometidas por los conductores que dieron lugar a un accidente con ciclistas sobresalen: velocidad inadecuada, rebases antirreglamentarios y giros incorrectos. No se menciona como un hecho relevante el estado físico de la carretera (baches, arena suelta, objetos sobre el camino).

Aunque en los siniestros que sufren los ciclistas suelen producirse lesiones en las extremidades, son las lesiones de la cabeza (cerebro) o cualquier otra parte del sistema nervioso central las de mayor importancia por ser potencialmente causa de muerte o lesiones permanentes. Expertos en la materia afirman que la probabilidad de que los ciclistas, que circulan sin casco, sufran lesiones graves en la cabeza en una caída, es tres veces mayor que los que sí lo usan; además, una lesión en la cabeza es veinte veces más mortal que otro tipo de lesión.



Figura 3.15 Ejemplo de colocación de bicicletas blancas en memoria a ciclistas fallecidos por colisión contra un vehículo automotor

3.3 Motocicleta

No obstante que este tipo de vehículo tiene un motor, se considera vulnerable en la vía debido a la escasa protección que ofrece al conductor y pasajero en caso de siniestro. Su presencia en el flujo vehicular ha tenido un aumento exponencial en la última década. Expertos afirman que la gravedad de las lesiones que sufren los motociclistas ha conducido a una serie de estudios e investigaciones en seguridad vial a escala mundial con el propósito de mitigar esta problemática [DGT y UV, 2007].

Para ahondar un poco sobre la siniestralidad de este tipo de vehículos en la RCF, se analizaron las copias de los Hechos de Tránsito de la PF de 965 colisiones. De esta muestra se observa que el 75.5% de las colisiones con motocicleta son múltiples (dos o más participantes) y el 24.5% son unitarios. La tabla 3.6 muestra los saldos por tipo de participación de la motocicleta. En cuanto a los ocupantes de las motocicletas, el total de personas lesionadas es de 941 (690 conductores y 251 pasajeros), el total de fallecidos es de 219 (185 conductores y 34 pasajeros), 46 resultaron ilesos y de 44 no se tenía el dato. También se observa que en el 58.5% de los casos, el motociclista es responsable y en el 41.5% restante, sólo participa como involucrado. Asimismo, en nueve de cada diez siniestros, se registran lesionados, en más de dos por cada diez, se registra un fallecido y sólo en el 4.7% de los casos no hay víctimas.

Tabla 3.6 Saldos de colisiones por tipo de participación de la motocicleta en la RCF

Tipo de participación	No. de colisiones	Conductores								Víctimas (pasajeros)	
		Lesionados		Muertos		Ilesos		Sin datos		Lesionadas	Muertas
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	No.
Responsable	329	223	67.8	76	23.1	13	4.0	17	5.2	82	10
Involucrado	400	291	72.8	68	17.0	24	6.0	17	4.3	51	4
Unitario	236	176	74.6	41	17.4	9	3.8	10	4.2	118	20
Total	965	690		185		46		44		251	34

Evidentemente, las colisiones de motocicletas muestran una severidad mayor que los otros vehículos; de 965 siniestros en 890 se registraron 1,160 víctimas (1.3 víctimas/accidente). También se observó que en 122 hechos de tránsito, se reportó el uso del casco, de lo que se concluye que, en el 70.5% de los casos, el motociclista no portaba el dispositivo de protección.

En lo que respecta a su temporalidad, en las figuras 3.16 a 3.18 se grafica la distribución mensual, por día de la semana y por hora del día, respectivamente, de las 890 colisiones con víctimas en la cuales participó la motocicleta.

En la primera no se observa ninguna tendencia de los siniestros a lo largo del año; febrero es el mes con menos colisiones (64) y mayo el de mayor registro, con 89. En promedio, se registran 74 siniestros con víctimas al mes con participación de la motocicleta (véase figura 3.16). En cambio, la distribución por día de la semana refleja un incremento de colisiones el sábado y domingo, acumulando el 38.7% (véase figura 3.17). Este comportamiento es similar al que presentan los vehículos automotores en la RCF. En promedio, ocurren 127 accidentes con víctimas al día, siendo el martes el de menor registro con 88 y el domingo el de mayor número de siniestros, con 189.

Respecto a la gravedad de los siniestros viales en motocicleta, la muestra revela que el 92.3% registra al menos una víctima. La figura 3.18 contiene información gráfica de la distribución de los siniestros con víctimas y saldos por hora del día con participación de la motocicleta, observándose que dentro del rango de las 16 a las 22 h se presenta el mayor número de colisiones con víctimas (lesionados y muertos), acumulando 347 siniestros, 390 lesionados y 88 muertos, que representan el 39, 41.4 y 40.2% del total, respectivamente.

No obstante que los siniestros ocurren mayormente de día (57%), la severidad (en términos de mortalidad) de los impactos durante la noche aumenta. De día, se registran 101 muertos y 507 colisiones (0.20 muertos por accidente) y por la noche, esta relación aumenta a 0.31 (véase figura 3.19).

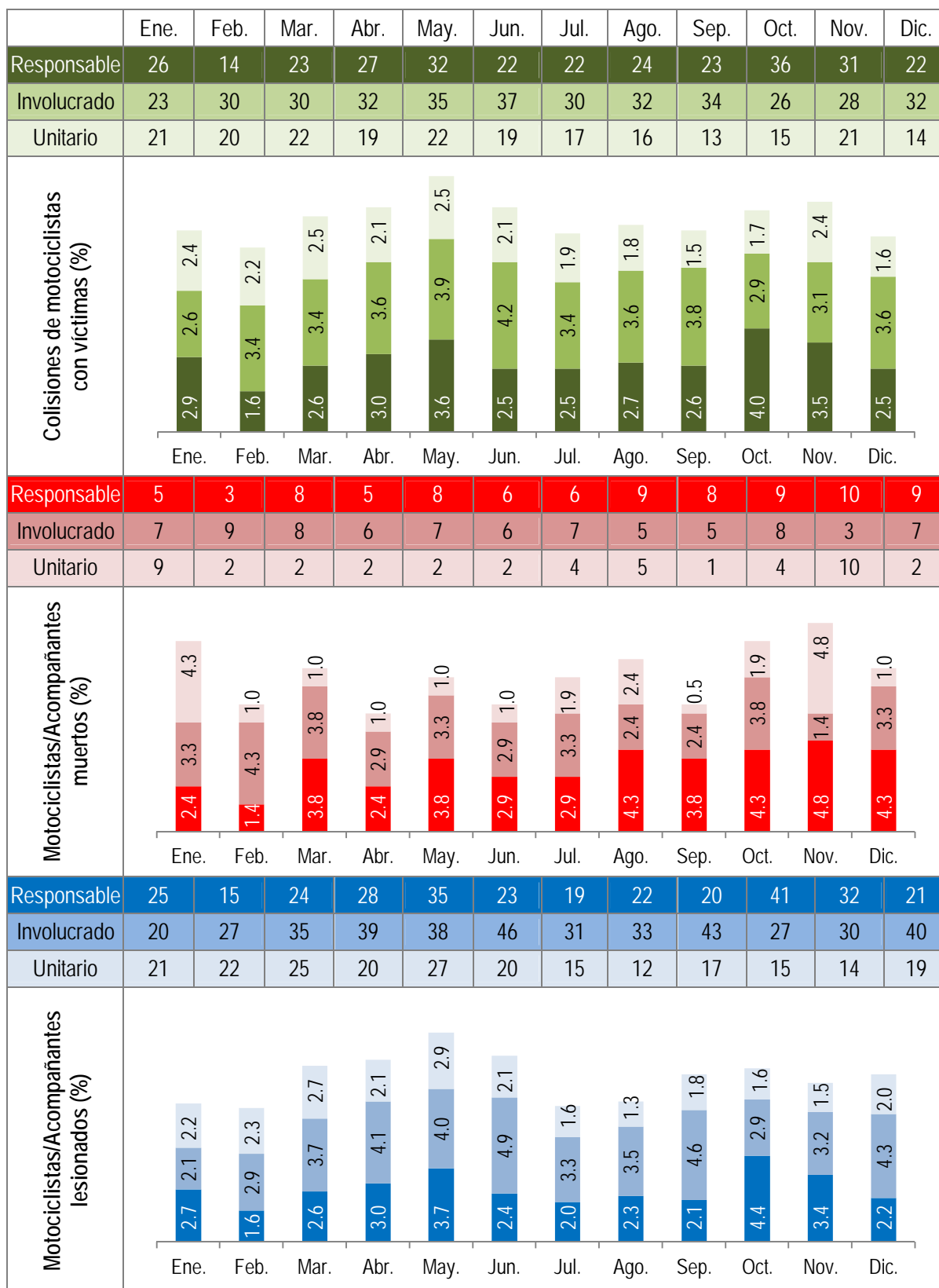


Figura 3.16 Distribución porcentual de saldos por mes de acuerdo al tipo de participación del motociclista

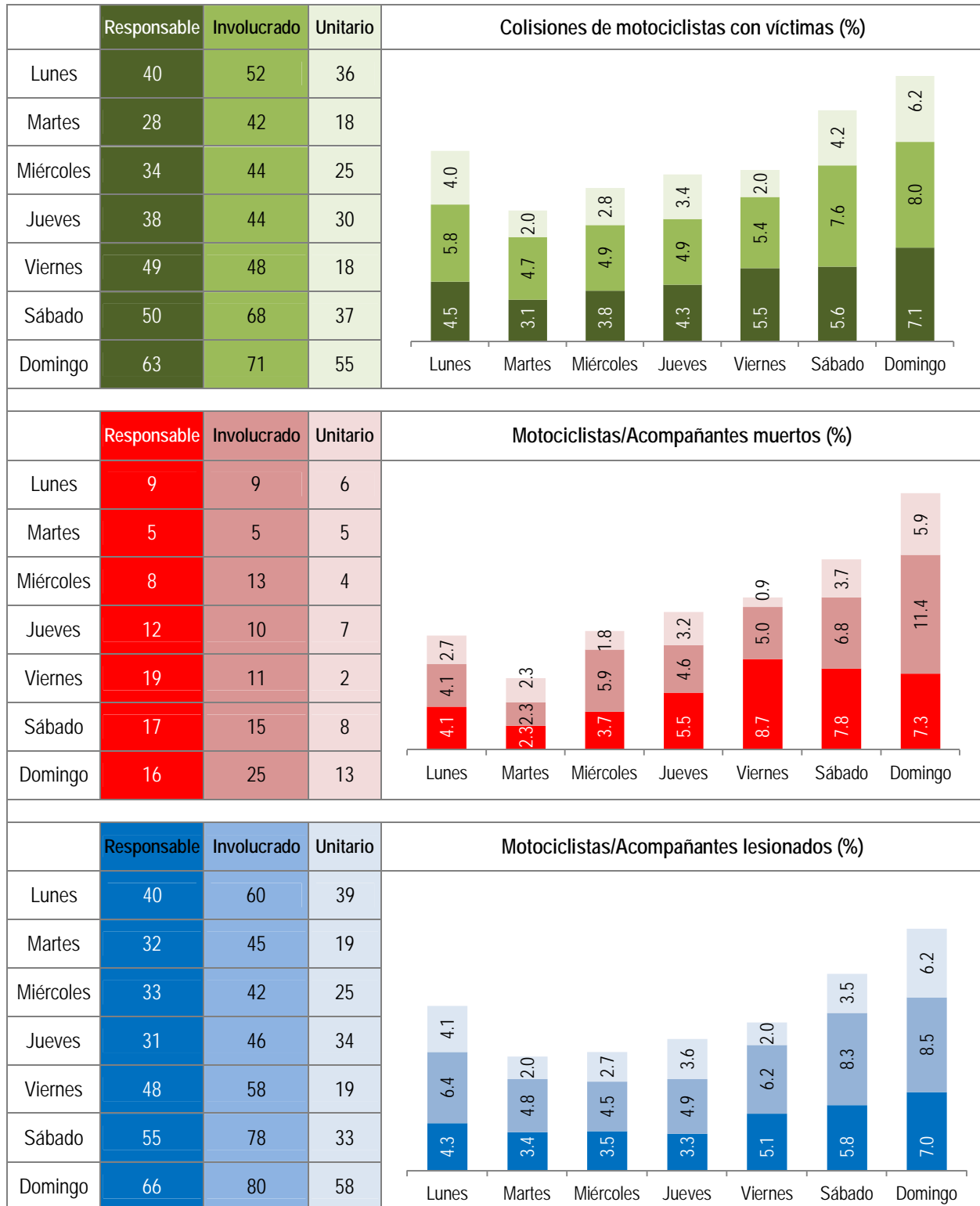


Figura 3.17 Distribución de saldos por día de la semana de acuerdo al tipo de participación del motociclista

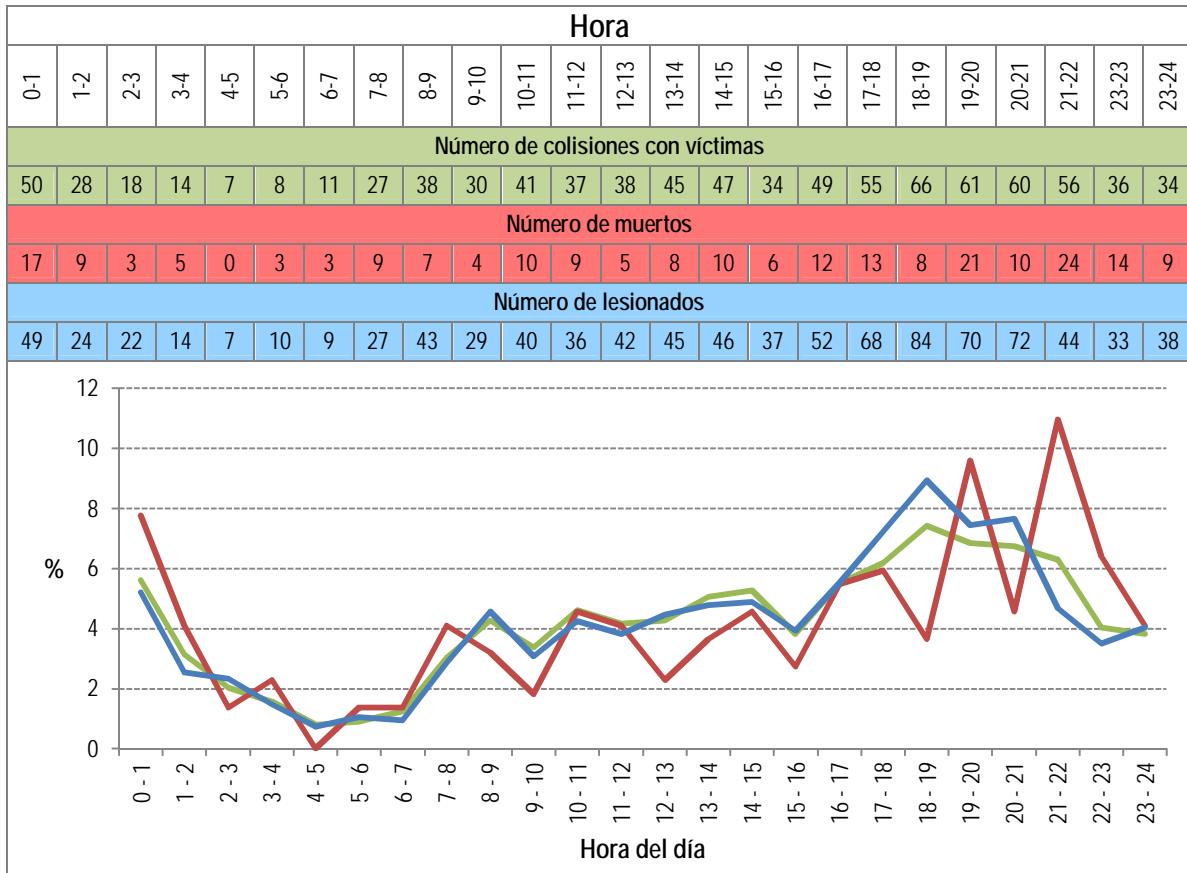


Figura 3.18 Distribución de saldos por hora del día de las colisiones con víctimas del motociclista

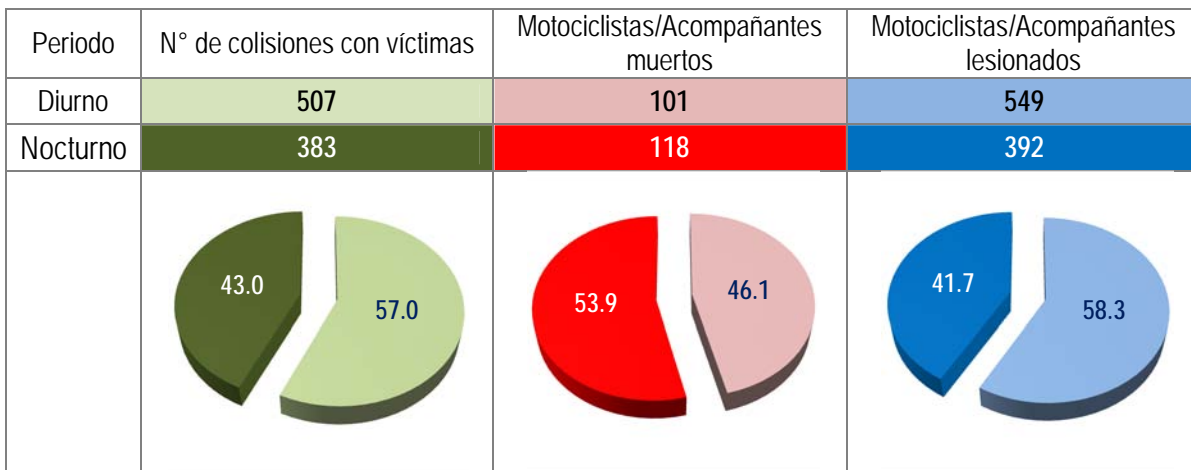


Figura 3.19 Distribución de saldos por periodo del día (diurno o nocturno) con participación del motociclista

Los resultados del análisis reflejan que hubo 219 colisiones unitarias con víctimas, es decir, que sólo implicó la participación de la motocicleta y, en 671 siniestros, participó otro vehículo; la tabla 3.7 y la figura 3.20 muestran los tipos de vehículos

implicados. Los automóviles sedán y las camionetas pick-up son los que mayoritariamente están involucrados en colisiones contra motocicletas (62.3%), el 14.8% fueron camiones de carga y del 17.4% no se tiene información debido a que el vehículo se retiró del lugar del siniestro.

Tabla 3.7 Distribución de los saldos de colisiones con víctimas por tipo de vehículo y de acuerdo al tipo de participación del motociclista

Tipo de vehículo	Motociclista responsable			Motociclista involucrado			Total		
	Colisiones con víctimas	Muertos	Lesionados	Colisiones con víctimas	Muertos	Lesionados	Colisiones con víctimas	Muertos	Lesionados
Automóvil	138	30	150	134	25	161	272	55	311
Pick up	59	15	68	87	19	101	146	34	169
Motocicleta	9	1	15	0	0	0	9	1	15
Camión unitario	33	12	25	34	9	34	67	21	59
Ómnibus	14	4	14	13	2	13	27	6	27
Camión articulado	12	7	6	10	2	9	22	9	15
Camión doble articulado	3	0	4	7	3	9	10	3	13
Otros	1	0	1	0	0	0	1	0	1
No identificado	33	17	22	84	28	82	117	45	104
Total	302	86	305	369	88	409	671	174	714

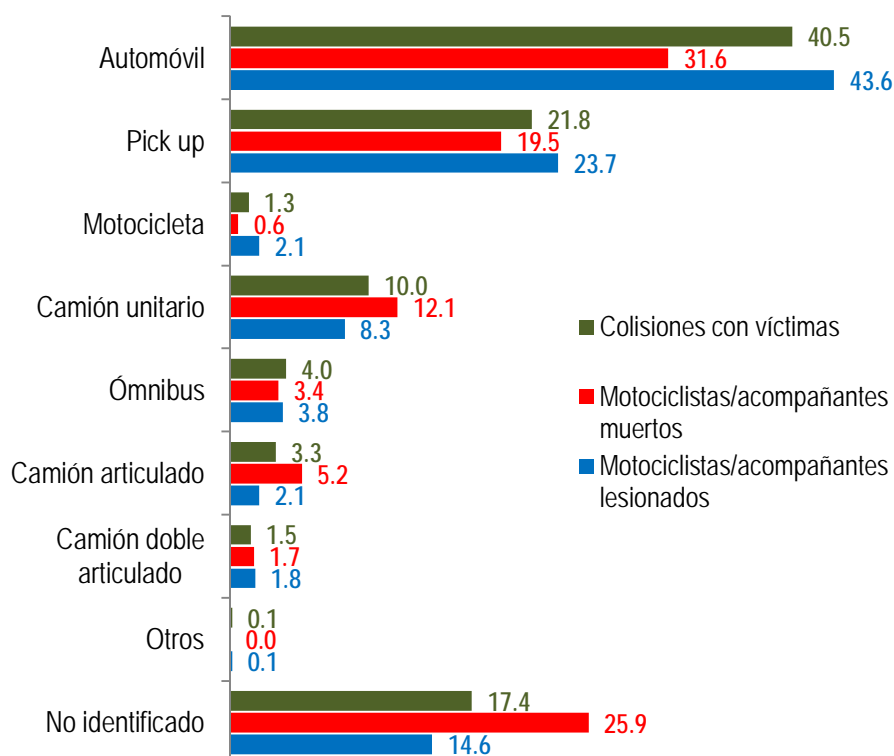


Figura 3.20 Distribución porcentual de los saldos de colisiones con participación del motociclista por tipo de vehículo

También se obtuvo la distribución de la edad de los conductores de motocicletas, y el resultado es un rango de edad de 20 a 24 años con la mayor concentración (18.3%), seguido por los rangos de 25-29 y 30-34 años con 14.8 y 12.7%, respectivamente. Cabe mencionar que del total de conductores de motocicletas para el 15.6% no se cuenta con información de la edad. La edad media de los motociclistas implicados en las colisiones es de treinta y dos años; sin embargo, los jóvenes son los que participan mayoritariamente en colisiones.

La figura 3.21 muestra la distribución de motociclistas por rango de edad. La muestra de datos indica que, en su mayoría, los conductores de estos vehículos que resultaron muertos o lesionados en colisiones son principalmente jóvenes entre 20 y 24 años, y conforme se va incrementando la edad, el porcentaje va disminuyendo; también se destaca que para algunos conductores no se tiene el dato de la edad y estos representan el 22.4% de los fallecidos en el lugar y el 10.0% de los lesionados. Respecto al sexo, el 94.5% son hombres, 2.5% son mujeres y del porcentaje restante (3%) no se cuenta con información.

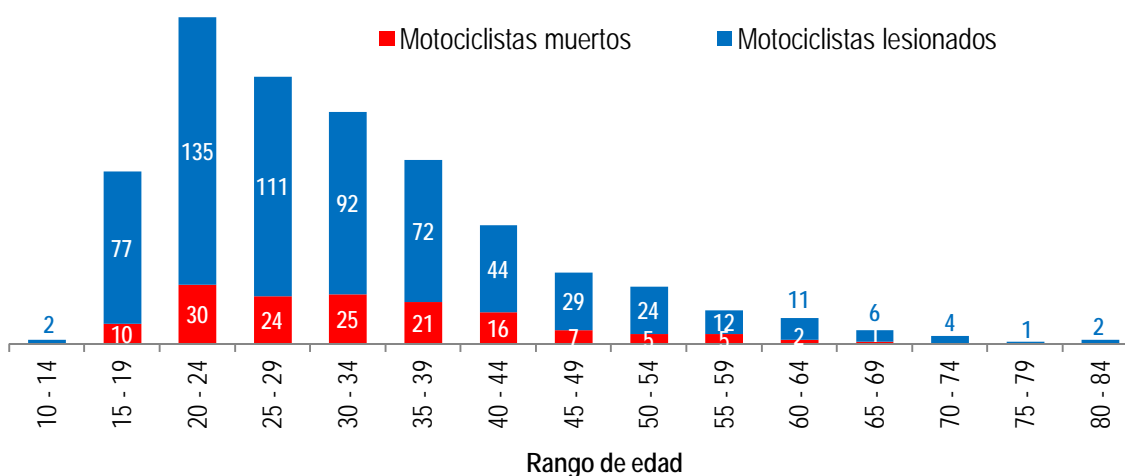


Figura 3.21 Distribución por rango de edad y condición de los conductores de motocicletas involucrados en un percance vial

Al combinar los siniestros y el alineamiento horizontal se observa que la mayoría de los percances (más del 82%) ocurre en una sección en tangente y el 18% en curvas, respecto al alineamiento vertical el 76% de las colisiones con víctimas son a nivel y el 11 y 13% en pendiente ascendente y descendente, respectivamente.

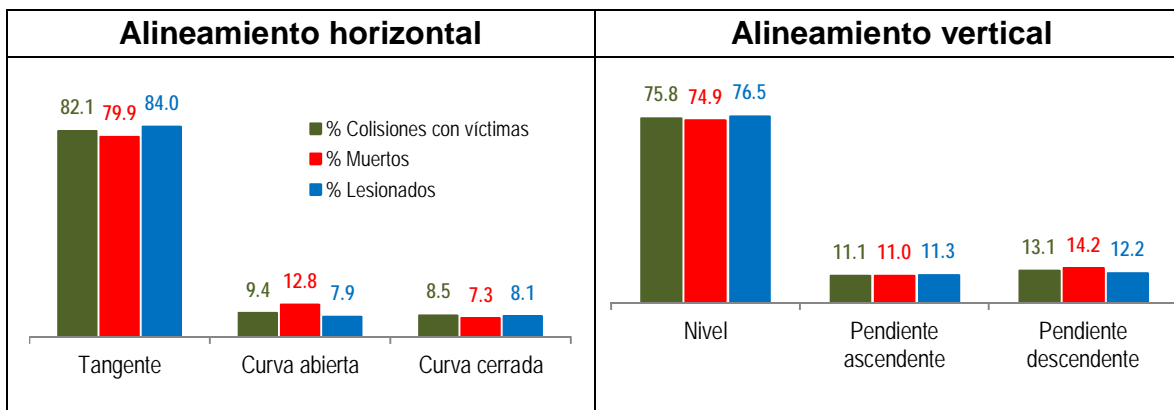


Figura 3.22 Distribución porcentual de los saldos de colisiones con motociclistas en función de los alineamientos de la carretera

Nuevamente, para las colisiones con motociclistas, se plantearon los escenarios más comunes resultando que son prácticamente iguales a los de ciclistas, con la única diferencia de que existe un número importante de colisiones unitarias y éstas se analizaron fuera de estos escenarios. Para las colisiones múltiples se tomaron en consideración las siguientes variables:

- “ Responsabilidad del motociclista en la colisión. I) Responsable o II) involucrado.
- “ Tipo de carretera. I) Carretera de dos carriles con acotamiento, II) carretera de dos carriles sin acotamiento y III) carretera de cuatro carriles o más.
- “ Tipo de impacto. I) Lateral para el motociclista que se impacta con el costado de un vehículo o el motociclista que es golpeado en un costado independientemente si el contacto fue con la parte lateral o frontal del vehículo, II) frontal el punto de contacto es el frente de la motocicleta con la parte frontal del vehículo y III) por alcance el punto de contacto es la parte frontal del vehículo con la parte trasera de la motocicleta o viceversa.

En estos escenarios se concentraron 728 colisiones que dejaron un saldo de 173 personas muertas y 714 lesionadas. La tabla 3.8 muestra los resultados del análisis y del cual se desprenden los siguientes comentarios:

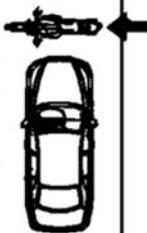


- La mayor cantidad de colisiones de motociclistas y vehículos se presentan en carreteras de dos carriles sin acotamiento, agrupando el 42% de los siniestros y el 43.4 y 42.7% de las víctimas mortales y los lesionados, respectivamente. El 39% de las colisiones acontecieron en carreteras de cuatro o más carriles y las víctimas representan el 36% de los fallecidos y 39% de los lesionados.
- De manera general, los impactos laterales son los más frecuentes, aunque analizando los siniestros por tipo de vía, resulta que en carreteras de dos carriles sin acotamientos, son las colisiones frontales provocadas por los motociclistas las más comunes.

- No obstante que las colisiones laterales sean las más frecuentes y por ende agrupen el mayor número de víctimas, es importante mencionar que las colisiones frontales, evidentemente por la naturaleza del impacto, son las más severas con 1.31 víctimas/accidente y de las cuales el 30% son víctimas mortales, en segundo orden están los alcances con una relación de 1.27 víctimas/accidente donde el 24% fallece en el lugar del siniestro.
- Las colisiones laterales se puede suscitar por diferentes tipos de maniobra; en el caso de las motocicletas, se identificó que el movimiento que desencadena con mayor frecuencia estos impactos son las vueltas izquierdas de los vehículos (32%), seguida con el 24% por los cruces de los motociclistas, 19% por cruces de vehículos y 9% por vuelta izquierda del motociclista.
- Indudablemente, los eventos que desencadenaron las colisiones frontales son la circulación en sentido contrario, en este sentido, el 58% de los casos fueron motociclistas los que cometieron esta infracción.
- Para las colisiones por alcance, resulta sorprendente que el número de eventos en los que la motocicleta golpea al vehículo represente el 44%, aunque es importante mencionar que los siniestros donde el vehículo impacta a la motocicleta suelen ser de mayor severidad, ya que el 28% de las víctimas mueren en el lugar en cambio en las colisiones de motocicleta contra vehículo este porcentaje es de 18%.

De las 237 colisiones unitarias, se identificó que el 95% corresponden a derrapes y una vez que la motocicleta se desliza: ésta se salió del camino en el 40% de los casos, 31% se quedó sobre la carretera y 24% colisionó contra un objeto fijo, siendo este último el más severo ya que el 24% de las víctimas mueren en el lugar del siniestro. El 5% restante de las colisiones unitarias fueron impactos contra semovientes (véase tabla 3.9).

Dentro de las infracciones más comunes a los motociclistas responsables de la colisión destacan: no cedió el paso (24%), velocidad inmoderada (19%), invasión del carril contrario (14%), no guardó distancia (9%), mala ejecución de vuelta izquierda (8%), otras (14%) y sin datos (12%). La infracción más común del percance unitario es la velocidad inmoderada (71%), otras (6%) y sin datos (23%). Adicionalmente se menciona que, de la muestra analizada, una tercera parte de los motociclistas carecía de documentos (31% sin licencia, 36% sin placas y 33% sin tarjeta de circulación).

Tabla 3.8 Distribución de saldos de colisiones, por tipo de carretera y de impacto, de acuerdo al tipo de participación del motociclista

Motociclista responsable de la colisión									
Tipo de impacto	Impacto lateral			Impacto frontal			Impacto por alcance		
									
N° de carriles	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados	Colisiones	Muertos	Lesionados
2 c/a	28	7	21	10	5	5	20	5	24
2 s/a	52	8	61	64	25	58	24	4	22
4 o más	84	16	75	8	4	7	38	11	32
Total	164	31	157	82	34	70	82	20	78
Motociclista involucrado en la colisión									
2 c/a	42	4	47	12	6	17	23	9	18
2 s/a	80	8	75	41	15	36	45	15	53
4 o más	89	8	103	6	3	4	62	20	56
Total	211	20	225	59	24	57	130	44	127
Total	375	51	382	141	58	127	212	64	205

(c/a) con acotamiento (s/a) sin acotamiento

Tabla 3.9 Escenarios de percances unitarios de motocicletas

Escenarios	Colisiones	Muertos	Lesionados
Derrape de motocicleta y salida del camino	95	14	96
Derrape de motocicleta quedando sobre calzada	74	15	71
Derrape de motocicleta y choque contra objeto fijo	56	15	47
Choque contra semoviente	11	1	13
Derrape de motocicleta y choque contra otro vehículo	1	1	0
<i>Total de caídas/ derrapes de motocicletas</i>	<i>237</i>	<i>46</i>	<i>227</i>



Figuras 3.23 y 3.24 Ejemplos de colisiones con participación de motociclistas

Un estudio realizado en España sobre la base de datos de colisiones de tránsito con víctimas, establece que en zonas urbanas la colisión de la motocicleta con otro vehículo es la más frecuente y enfatiza que en carreteras los impactos contra objetos fijos son de alta severidad principalmente por la velocidad que desarrolla este tipo de vehículo [DGT y UV, 2007].

Las extremidades inferiores, seguidas por las extremidades superiores, son las zonas del cuerpo más proclives a sufrir lesiones. Las barreras de seguridad suponen un peligro, pues en caso de colisión, pueden ocasionar serios daños en la columna vertebral y extremidades inferiores, así como en la cabeza. Por las características de la información contenida en los registros no es posible determinar las partes del cuerpo que resultaron lesionadas (cabeza, extremidades superiores o inferiores, etc.).

4 Acciones para la protección de usuarios vulnerables

Es común observar que la planeación de la circulación vial este enfocada en facilitar el tránsito automotor sin incluir al usuario vulnerable, lo que aumenta el riesgo vial para este tipo de usuarios. No obstante, en la mayoría de las entidades federativas de México, se han emprendido acciones, en mayor o menor medida, que fomentan la protección de los usuarios vulnerables.

En un artículo técnico, el presidente de la Asociación Mundial de Carreteras comentó que los criterios de comunicación de las carreteras están siendo sustituidos por preocupaciones de índole social, económica y ambiental, por la necesidad que prevalece en cuanto a adoptar una perspectiva integral que permita atender la evolución y el progreso del sistema carretero. Anteriormente, las administraciones daban prioridad a aspectos cuantitativos vinculados con el desarrollo de la red carretera (p. ej. kilómetros construidos, personas beneficiadas, etc.), así como a las características técnicas de los puentes, túneles y otros elementos. Hoy en día, sin menospreciar los elementos anteriores, las preocupaciones tienden hacia la administración y gestión de la infraestructura vial disponible y la eficacia de los servicios de tal manera que redunden en una mejor calidad de vida a los usuarios; es decir, ahora la atención se centra en las personas y no en los vehículos. En épocas anteriores, la atención de los responsables de la gestión de carreteras centraban su atención en indicadores relacionados con los vehículos (p. ej. tránsitos, composición vehicular, velocidad de proyecto, pesos y dimensiones, costos de operación vehicular, etc.); en cambio, hoy es fundamental ocuparse de las necesidades de los usuarios a las que sirve el sector carretero, en lo que concierne a calidad del servicio, seguridad vial, accesibilidad y apoyo a la movilidad, entre otros, especialmente en áreas urbanas y rurales [De Buen, 2014].

En un estudio realizado por la Secretaría de Salud en 2013, se afirma que en nuestro país la medida de prevención primaria para los peatones se enfocó en la construcción de puentes peatonales, pese a los cuestionamientos en torno a su utilidad: aunque se ha demostrado que son útiles, en ocasiones están mal ubicados, son inseguros o ciertos sectores de la población no los utilizan. Se confirma también, que los atropellamientos ocurren en grandes avenidas, en la proximidad a los puentes, y lugares de residencia o trabajo; en cuanto a su temporalidad es durante los fines de semana, en la noche, afectando principalmente al género masculino en edad productiva [Hijar, 2003].

Para regular y coordinar el comportamiento en el tránsito de los diversos usuarios de la vía pública, se cuenta con una serie de leyes, reglamentos y normas, aunque prevalecen omisiones en su aplicación y observancia efectiva, sobre todo de las que atañen al usuario vulnerable. Lo anterior se ve reflejado, primero en el poco o nulo conocimiento por la gran mayoría de los usuarios vulnerables de la reglamentación aplicable a su movimiento dentro de la vialidad, y segundo en las infracciones cometidas por todos los usuarios del camino (conductores, ciclistas, peatones, etc.) a la reglamentación en materia de movilidad, en general.

Las estadísticas de accidentes ofrecen un panorama general de una situación ocurrida y bajo ciertas condiciones de seguridad en un determinado lugar. A partir de ahí, se puede establecer que, si no se realiza ninguna acción sobre ella, es muy probable que futuros accidentes de la misma clase o tipo ocurran bajo circunstancias similares; por lo tanto, las medidas de seguridad deben estar diseñadas para prevenir la ocurrencia de esos accidentes esperados, o al menos reducir los daños que estos causarían. Para el diseño de medidas de seguridad más efectivas, es esencial identificar aquellos procesos que pueden llegar a generar futuros accidentes y los factores que podrían tomar una participación relevante en la ocurrencia de éstos, para su posterior eliminación o neutralización. Solo los estudios de los factores que tomaron parte en la ocurrencia de los accidentes que han sucedido en el pasado pueden proveer la información sobre aquellos que podrían generar futuros accidentes.

Los estudios sobre la ocurrencia de accidentes han demostrado que éstos son el resultado de un complejo proceso que involucra un número de factores relacionados con varios elementos del sistema de tránsito, el entorno, los vehículos, el camino y los usuarios, y con la forma en éstos interactúan entre sí. Los accidentes son indicadores del mal funcionamiento del sistema de movilidad que generalmente están asociados con varios de esos factores. El estudio de los factores que han contribuido a la generación de un accidente no es sencillo y requiere de métodos consolidados, de los cuales se hará referencia a continuación.

4.1 Reglamento de tránsito en carreteras federales

En el ámbito de las carreteras federales, se aplica el Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal, el cual tiene por objeto regular el tránsito de vehículos, conductores, pasajeros y peatones en las carreteras y puentes de jurisdicción federal, preservar la seguridad pública en ellos y la integridad física de sus usuarios [DOF, 2012]. El reglamento establece derechos y obligaciones para conductores de bicicleta, triciclo, motocicleta, trimotor o cuatrimotor, congruentes con la naturaleza de los vehículos que conduzcan, así como para peatones.

En cuanto a los peatones, este reglamento establece la obligatoriedad de obedecer la señalización en las carreteras federales y las órdenes de la Policía Federal. Siempre que se disponga de aceras, queda prohibido caminar por la superficie de rodamiento; en caso contrario, deberán circular por el acotamiento y, a falta de éste, por la orilla del camino, de frente al tránsito de vehículos, en ambos casos. También se especifica que, al cruzar una vía federal, los peatones están obligados a: I) transitar por la mitad derecha de las zonas de cruce de peatones, II) tomar todas las precauciones y no irrumpir intempestivamente sobre la superficie de rodamiento, III) realizar el cruce de manera continua y con paso seguro y rápido, IV) evitar el cruce diagonal de una intersección, y V) utilizar los pasos a desnivel o puentes peatonales que existan. Cuando no se disponga de una zona de cruce de peatones, los peatones deberán ceder el paso a todos los vehículos que constituyan un peligro en términos de velocidad o cercanía.

En cambio, la motocicleta, la bicicleta y el triciclo están clasificados en el reglamento dentro del grupo básico de vehículos; sin embargo, la primera es considerada como un vehículo motorizado para el transporte de personas y los otros dos como tránsito excepcional, por lo tanto su reglamentación difiere.

Las motocicletas deben estar provistas de lámparas y reflectantes: a) una luz blanca e intensidad variable, colocada en la parte delantera (a excepción de unidades con una cilindrada menor de 50 cm³ y velocidad máxima de 40 km/h) que puede ser de una sola intensidad y permitir ver a una distancia mínima de 30 m; b) una o dos lámparas que emitan luz roja y que estén colocadas en la parte trasera, y c) una indicadora de frenado que emita luz roja o ámbar al aplicar frenos de servicio, misma que puede ser independiente o formar parte de las lámparas a que se contrae el inciso que antecede. Además, debe contarse con un reflectante de color rojo que forme parte de las lámparas posteriores o sea independiente de las mismas, y lámparas direccionales en el frente y en la parte posterior que emitan luz ámbar y que indiquen la intención de dar vuelta o de realizar cualquier otro movimiento lateral, mediante la proyección de luces intermitentes visibles a una distancia no menor a 100 metros.

Las bicicletas y triciclos deben contar con un equipo de lámparas y reflectantes: a) un faro delantero que emita luz blanca de una sola intensidad para ver a personas y objetos a una distancia de 20 metros; b) una lámpara que emita luz roja visible desde una distancia de 100 metros, y c) un reflectante de color rojo en la parte posterior y visible por la noche desde una distancia de 100 metros.

El sistema de frenos de las motocicletas debe estar integrado por dos frenos: uno debe actuar sobre la rueda trasera y el otro sobre la delantera. Las bicicletas y los triciclos deben estar provistos de frenos que actúen en forma mecánica y autónoma sobre cada una de las llantas, que permitan reducir su velocidad de un modo seguro y rápido. El sistema de frenado debe conservarse en buen estado de

funcionamiento. Para las motocicletas y bicicletas no es obligatorio llevar una llanta de refacción en buen estado.

La circulación por vías de acceso controlado está prohibida para bicicletas, triciclos, trimotores y cuatrimotores; sólo se permite su tránsito por el acotamiento en las vías que no sean de acceso controlado.

Los conductores de motocicletas deben respetar lo siguiente: I) ser mayor de 18 años de edad; II) estar acompañados solamente por el número de personas para el que existan asientos; III) circular en todo tiempo con las luces encendidas; IV) tanto el conductor como sus acompañantes deberán usar casco protector y, en su caso, anteojos; V) transportar únicamente carga cuando no se afecte la estabilidad del vehículo ni la visibilidad del conductor; VI) no transitar sobre carriles de circulación contrario, y VII) no entablar competencias de velocidad, arrancones o efectuar maniobras que pongan en riesgo la seguridad del tránsito o de terceros.

Para el caso de conductores de bicicletas: I) ser mayor de doce años de edad; II) estar acompañados solamente por el número de personas para el que existan asientos; III) circular por el acotamiento de las vías federales (en caso de que no exista, deberá circular por el carril de la extrema derecha y no hacerlo en contra del flujo vehicular); IV) rebasar con cuidado a otros ciclistas, siempre y cuando éstos lo permitan orillándose sobre el acotamiento o saliendo momentáneamente de la superficie de rodamiento; V) transitar en forma autónoma sin sujetarse a otros vehículos; VI) transportar únicamente carga cuando no se afecte la estabilidad del vehículo ni la visibilidad del conductor; VII) utilizar aditamentos reflectantes; VIII) tanto el conductor como sus acompañantes deberán usar casco protector y, en su caso, anteojos, y IX) circular por el carril o la vía especial para bicicletas adyacente al camino federal, en caso de que esta última exista.

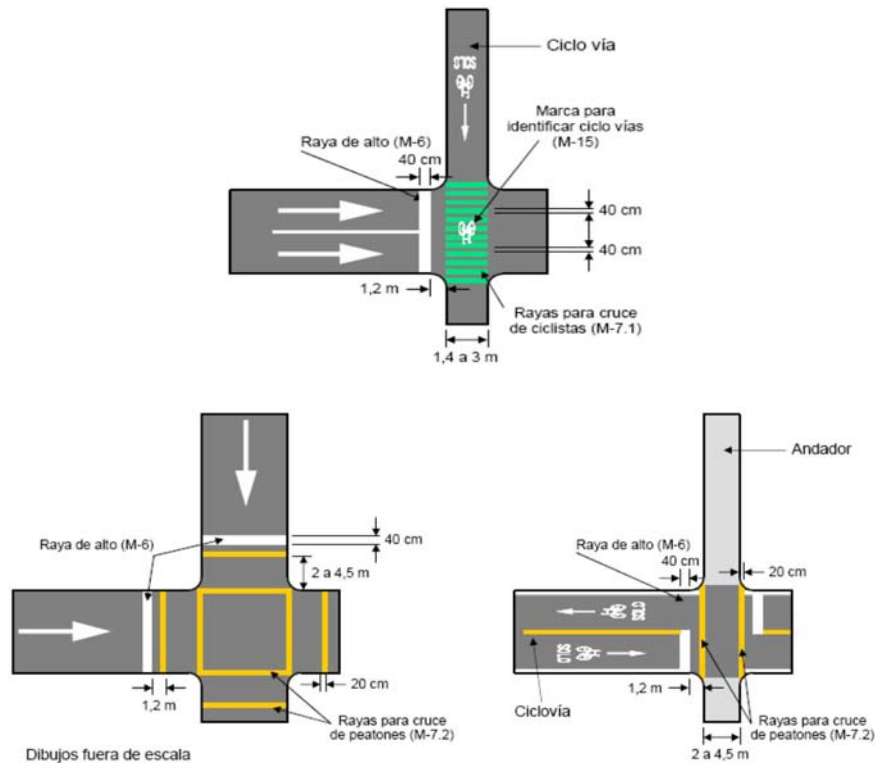
Las motocicletas y las bicicletas no pueden circular entre los carriles de tránsito o entre hileras adyacentes de vehículos. Las bicicletas que utilicen motor para su propulsión son consideradas dentro de la categoría de motocicletas. El conductor de una motocicleta está autorizado a hacer uso total de un carril de circulación, aunque el mismo puede ser compartido con otro vehículo de igual naturaleza, pero no debe rebasar por el mismo carril a otro vehículo de cuatro o más llantas.

Los conductores de cualquier tipo de vehículo deben ceder el paso a los peatones en cruces con carreteras federales o intersecciones que no cuenten con dispositivos para el control del tránsito, en zonas de cruce de peatones que no cuenten con dispositivos para el control del tránsito o cruces de doble circulación, sin refugio central para peatones. En intersecciones o zonas marcadas de cruce de peatones, desprovistos de semáforos y agentes que controlen la circulación, los conductores deben ceder el paso a los peatones que se encuentren sobre la parte de la superficie de rodamiento correspondiente al sentido de circulación del vehículo. En carreteras federales de doble circulación en las que no exista refugio

central para peatones, también debe cederse el paso a peatones que provenientes de la parte de la superficie de rodamiento del sentido opuesto.

Asimismo, el reglamento establece la construcción de aceras destinadas especialmente para el tránsito de los peatones, así como la zona de cruce de peatones, el área de la superficie de rodamiento de una vía destinada al paso o cruce de peatones. Cuando ésta carezca de las señalizaciones correspondientes, se considerará como tal la prolongación de la acera o la del acotamiento, y la zona de seguridad que es un área demarcada sobre la superficie de rodamiento de una vía federal que está destinada para el uso exclusivo de peatones. En el artículo quinto se señala que, cuando las carreteras federales atraviesen calles o calzadas que formen parte de zonas urbanas, serán consideradas como carreteras urbanas por lo que respecta al tránsito de vehículos y peatones.

El reglamento comprende las disposiciones de control del tránsito para la circulación de usuarios vulnerables, a través del correspondiente señalamiento horizontal y vertical, y otros dispositivos como isletas y semáforos. Los conductores deben tener el debido cuidado para evitar atropellamientos y advertirán a los peatones de cualquier peligro, haciendo sonar la bocina para evitar contingencias. Las figuras 4.1 a 4.3 muestran ejemplos del señalamiento horizontal en intersecciones a nivel entre una carretera, una ciclovía y cruces de peatones, de acuerdo con lo recomendado por la normativa de la SCT [DOF, 2011].



Figuras 4.1 a 4.3 Ejemplos del señalamiento horizontal en intersecciones a nivel entre una carretera, una ciclovía y cruce de peatones [DOF, 2011]

Por último, se menciona que la inobservancia de las conductas ordenadas a los peatones y ciclistas se sanciona mediante una amonestación verbal por el Policía Federal; en el caso de los motociclistas, se sanciona económicamente.

Los avances en las acciones de mejoramiento que se muestran en los subíndices siguientes están apoyados, en su mayoría, en la matriz de Haddon [Haddon, 1968]. A finales de los años sesenta, William Haddon Jr. describió el transporte por carretera como un sistema «hombre-máquina» mal concebido que debía ser objeto de un tratamiento sistémico integral. La matriz ilustra la interacción de tres factores ser humano, vehículo e infraestructura durante las tres fases de un accidente: la previa, la del choque mismo y la posterior. La matriz de Haddon resultante simula el sistema dinámico, y cada una de sus nueve celdas ofrece posibilidades de intervención para reducir las lesiones causadas por el tránsito. Con base en las ideas de Haddon, el enfoque sistémico procura identificar y corregir las principales fuentes de error o deficiencias de diseño que contribuyen a que ocurran choques mortales o causantes de lesiones graves. La tabla 4.1 muestra la matriz para la prevención de accidentes.

Tabla 4.1 Matriz de Haddon para la prevención de accidentes [Haddon, 1968]

FASES DEL ACCIDENTE		FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS ACCIDENTES		
		Ser humano	Vehículo	Infraestructura y entorno
Antes del accidente	Prevención de Accidentes	<ul style="list-style-type: none"> - Información - Actitudes - Discapacidad - Aplicación de la reglamentación por la policía 	<ul style="list-style-type: none"> - Buen estado técnico - Luces - Frenos - Neumáticos - Suspensión - Control de velocidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Diseño y trazo de vialidades - Restricción de la velocidad - Vías para usuarios vulnerables
En el accidente	Prevención de lesiones durante el accidente	<ul style="list-style-type: none"> - Utilización de sistemas de seguridad pasiva - Discapacidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo de retención de los ocupantes - Otros dispositivos de seguridad - Elementos de Seguridad Pasiva 	<ul style="list-style-type: none"> - Objetos protectores contra colisiones
Después del accidente	Conservación de la vida Investigación del accidente	<ul style="list-style-type: none"> - Primeros auxilios - Acceso a atención médica 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilidad de liberación - Riesgo de incendio 	<ul style="list-style-type: none"> - Servicios de socorro - Congestionamiento

En la elaboración de una política de seguridad vial interviene una amplia variedad de participantes que constituyen un grupo con intereses diversos (véase figura 4.4). La experiencia de varios países indica que hay más posibilidades de que se apliquen estrategias eficaces encaminadas a reducir las lesiones causadas por el tránsito si existe un organismo público con autoridad y presupuesto para planificar y aplicar su propio programa [Trinca G. et al, 1988]. También mencionan que, cuando no es posible crear un organismo independiente, una alternativa es fortalecer la unidad de seguridad vial ya existente otorgándole más competencias, responsabilidad y autoridad dentro del ministerio de transportes. La forma más eficaz de lograr la seguridad vial es que todos los grupos clave mencionados en la figura 3.4 compartan una «cultura de la seguridad vial».



Figura 4.4 Actores clave en la formulación de una política de prevención

La labor imparcial de investigación y desarrollo es un elemento fundamental de todo programa eficaz de seguridad vial. En la RCF, el IMT contribuye con la SCT en la recomendación de utilizar tecnología ya probada para adecuarla a situaciones actuales del tránsito carretero, con las adaptaciones pertinentes.

La estructura mostrada es ejemplificativa de las variaciones que pueden presentarse. El elemento de mayor preponderancia estriba en la creación de una cultura de la prevención; es decir, la adopción de ciertas medidas de seguridad vial en forma habitual por la población, sabiendo que, más allá de las sanciones que se podrían aplicar en caso de su incumplimiento, éstas actúan en favor de su integridad y la de su familia. Una de las formas que existen para fomentar una cultura de prevención de accidentes viales son las campañas. Las temáticas de estas iniciativas son información sobre accidentes, programas de atención a

accidentes, difusión de medidas de seguridad, medios de denuncia ciudadana, control de la velocidad y consumo del alcohol, entre otros.

Las medidas para mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables se dividen en medidas físicas y conductuales. Las primeras se basan en la ingeniería del camino y tránsito, o en la planeación del entorno, es decir, se aplican a la infraestructura. Las segundas se refieren a aquellas que influyen en la conducta de los usuarios, sin ninguna acción intermedia sobre el entorno físico.

4.2 Infraestructura

Expertos afirman que dentro de las políticas de planeación regional y urbana erróneas, los interminables asentamientos lineales sin banquetas al lado de los caminos tal vez constituyan el factor de mayor importancia para la seguridad vial en países en desarrollo. Se ha observado que éstos están ocasionado un número considerable de accidentes con víctimas, las cuales en su mayoría son usuarios vulnerables (véanse figuras I.9 y I.10) [Vollpracht, H., 2011].



Figuras 4.5 y 4.6 Ejemplos de los asentamientos lineales en zonas rurales y de alto riesgo para los usuarios vulnerables el transitar por la carretera

El enfoque de sistema para carreteras más seguras tiene que abordar los siguiente elementos: I) evitar las falsas políticas de diseño que no se ajustan a las necesidades de los usuarios vulnerables, II) impedir el acceso incontrolado a las propiedades a lo largo de carreteras, el cual inicia con el establecimiento de comercios irregulares, III) controlar la velocidad de operación de los vehículos automotores en la red, y IV) desplegar mayores esfuerzos para reducir la velocidad mediante la instalación de reductores con su debido señalamiento preventivo y restrictivo, principalmente en la aproximación a zonas urbanas [ONU, 2010]. En el caso del control de la velocidad, se ha comprobado que el señalamiento vertical no es suficiente; se requieren indicaciones visuales adicionales y canalizaciones para alertar a los conductores sobre cambios en el entorno de la carretera de manera que puedan reducir la velocidad.

Una de las mayores amenazas para la movilidad del usuario vulnerable es la circulación de vehículos automotores a altas velocidades; por lo tanto, la implementación de zonas de pacificación del tránsito constituye una medida efectiva para aumentar la seguridad vial. Los objetivos de la política orientada a moderar el tránsito son: I) otorgar un mayor protagonismo al usuario vulnerable (al pacificar el tránsito, renace el encuentro social, en donde el usuario vulnerable recupera las vialidades como lugar de convivencia), II) se evita el tránsito de paso, al reducir la velocidad y crear circuitos de circulación cerrados, se evita que los conductores utilicen la zona como paso en sus trayectos largos, y III) se incrementa la seguridad vial, se disminuye considerablemente la probabilidad de sufrir un accidente vial, y en caso de un accidente, las lesiones a peatones y ciclistas suponen contusiones leves, en la gran mayoría de los casos, y el conductor de un vehículo automotor tiene más tiempo para reaccionar y frenar ante una situación inesperada, como el cruce repentino de un peatón o ciclista. En las figuras 4.7 y 4.8 se muestran unos ejemplos para calmar el tránsito vehicular.

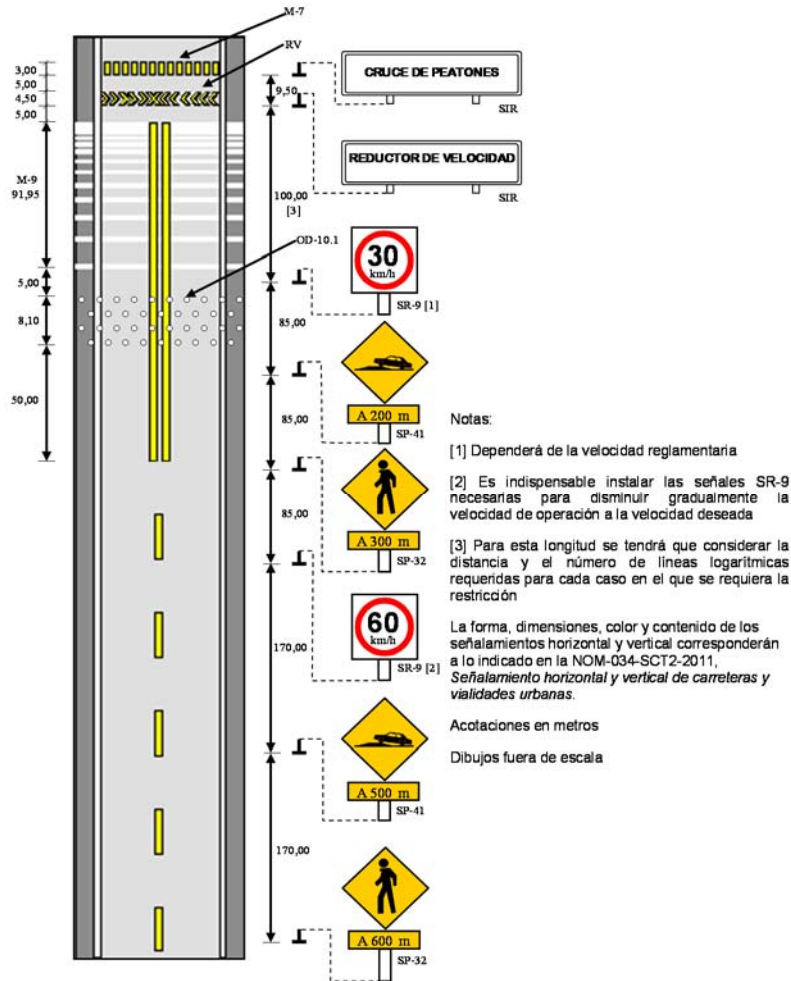


Figura 4.7 Sistema de control de la velocidad en la aproximación a un cruce peatonal [DOF, 2011]

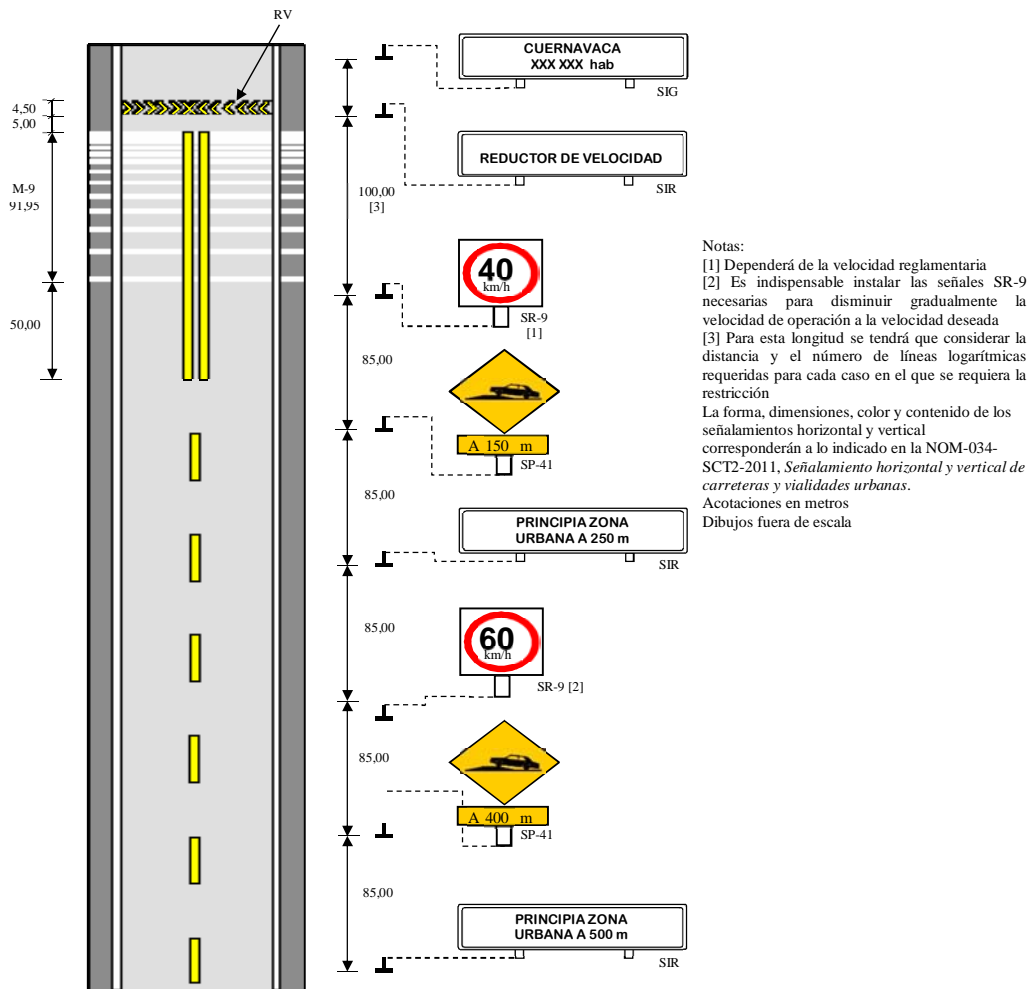


Figura 4.8 Sistema de control de la velocidad en la aproximación a una zona urbana [DOF, 2011]

En las carreteras mexicanas no existe un carril o vía expresamente para los ciclistas; por lo tanto, ellos deben ajustarse a las características físicas y operativas de la vía por la que circulan, es decir lo más cerca posible del borde derecho de la calzada. En ocasiones lo pueden hacer por el acotamiento externo si es transitable y ofrece un espacio suficiente.

Se recomienda que, si el ciclista circula por una vialidad transitada por peatones en la que no puede guardar una distancia mínima de un metro con respecto a los mismos, éste deba bajarse de su bicicleta y continuar a pie. Según estadísticas de la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, el peatón es el más vulnerable cuando los ciclistas invaden las banquetas.

Una de las prácticas sostenibles a adoptar en carreteras consiste en separar a los diferentes usuarios, mediante la construcción de vías paralelas exclusivas para ciclistas y peatones. Esta solución ofrece una movilidad segura, principalmente a los usuarios vulnerables (véase figura 4.9).

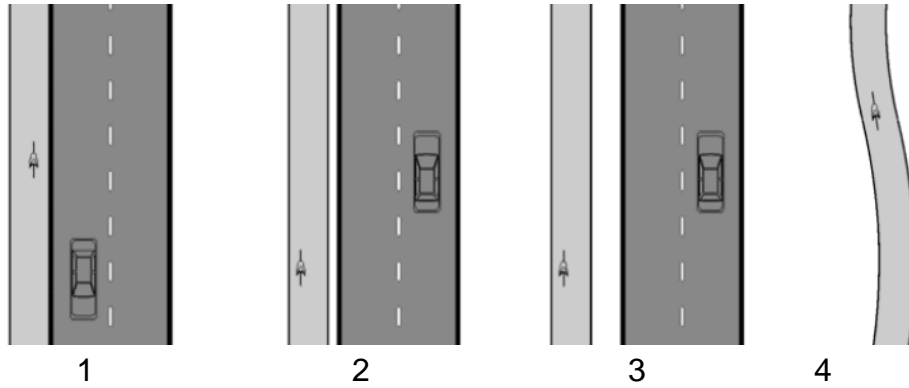


Figura 4.9 Diferentes esquemas para que un usuario vulnerable circule por la carretera separado de los vehículos automotores

En la figura anterior se observa, de izquierda a derecha, al usuario vulnerable circulando por el acotamiento de la carretera (1), el usuario separado por una franja estrecha (2) y completamente separado de los carriles de circulación (3) y, finalmente el usuario cuenta con un trazo de vía completamente independiente a la carretera (4).

En numerosos países, es práctica común destinar carriles exclusivos a la circulación de bicicletas. En áreas urbanas, éstas pueden circular separadas de los automóviles únicamente por marcas en el pavimento (véanse figuras 4.10. y 4.11), o bien valiéndose de algún tipo de con, namiento físico que evite que los automóviles los invadan (véanse figuras 4.12 y 4.13). Es indudable que la seguridad debe destacar entre los criterios primordiales a la hora de diseñar una red para bicicletas. La figura 4.14 muestra un ejemplo de ello. La seguridad de los usuarios de la bicicleta depende fundamentalmente del flujo y la velocidad del tránsito vehicular, y del grado de integración o segregación de los ciclistas con el tránsito motorizado en cada tramo en particular.



Figuras 4.10 y 4.11 Ejemplos de marcas en el pavimento para el uso exclusivo del tránsito de bicicletas en áreas urbanas



Figuras 4.12 y 4.13 Ejemplos de vías exclusivas para el tránsito de bicicletas separadas de la circulación de vehículos automotores



Figura 4.14 Ejemplo de una vía protegida para el tránsito exclusivo de bicicletas en una carretera

La figura 4.15 muestra ejemplos de marcas para delimitar las ciclovías en carreteras federales, de acuerdo a lo especificado en la normativa SCT [DOF, 2011].

El diseño de la infraestructura vial en nuestro país está basado en el *Manual de proyecto geométrico de carreteras* de la SCT. Aunque el manual no contempla las necesidades de diseño para los usuarios vulnerables, no deja de ser una herramienta de suma utilidad para gobiernos estatales y municipales, ya que ofrece elementos que facilitan en los diseños viales la reducción de velocidades de operación y una mayor seguridad vial.

En relación con la circulación de bicicletas en ciertos tramos carreteros es necesario, sin lugar a dudas, integrar especificaciones y dimensiones de ciclovías, carriles compartidos, zonas para calmar el tránsito y otros tipos de infraestructura vial. Es conveniente subrayar que las condiciones físicas en zonas rurales difieren de las urbanas, ya que el ciclista no necesita cambiar constantemente de velocidad porque los conflictos con otros usuarios se concentran en las velocidades que desarrollan los vehículos automotores y en el cruce con intersecciones a nivel. De la experiencia internacional se desprende que la

velocidad de diseño en tramos planos es de 40 km/h (velocidad de operación entre 25-30 km/h). A menor pendiente longitudinal, mayor longitud; por ejemplo, para una pendiente del 3%, la longitud es de hasta 500 m y viceversa, para una pendiente del 10% la longitud se reduce a 30 m [Vélo, 2003]. Para mantener una velocidad confortable de 15 km/h en pavimentos en buen estado, no se deben incluir tramos de más de 4 km con pendiente superior al 2% ni tramos de más de 2 km con pendiente superior al 4%.

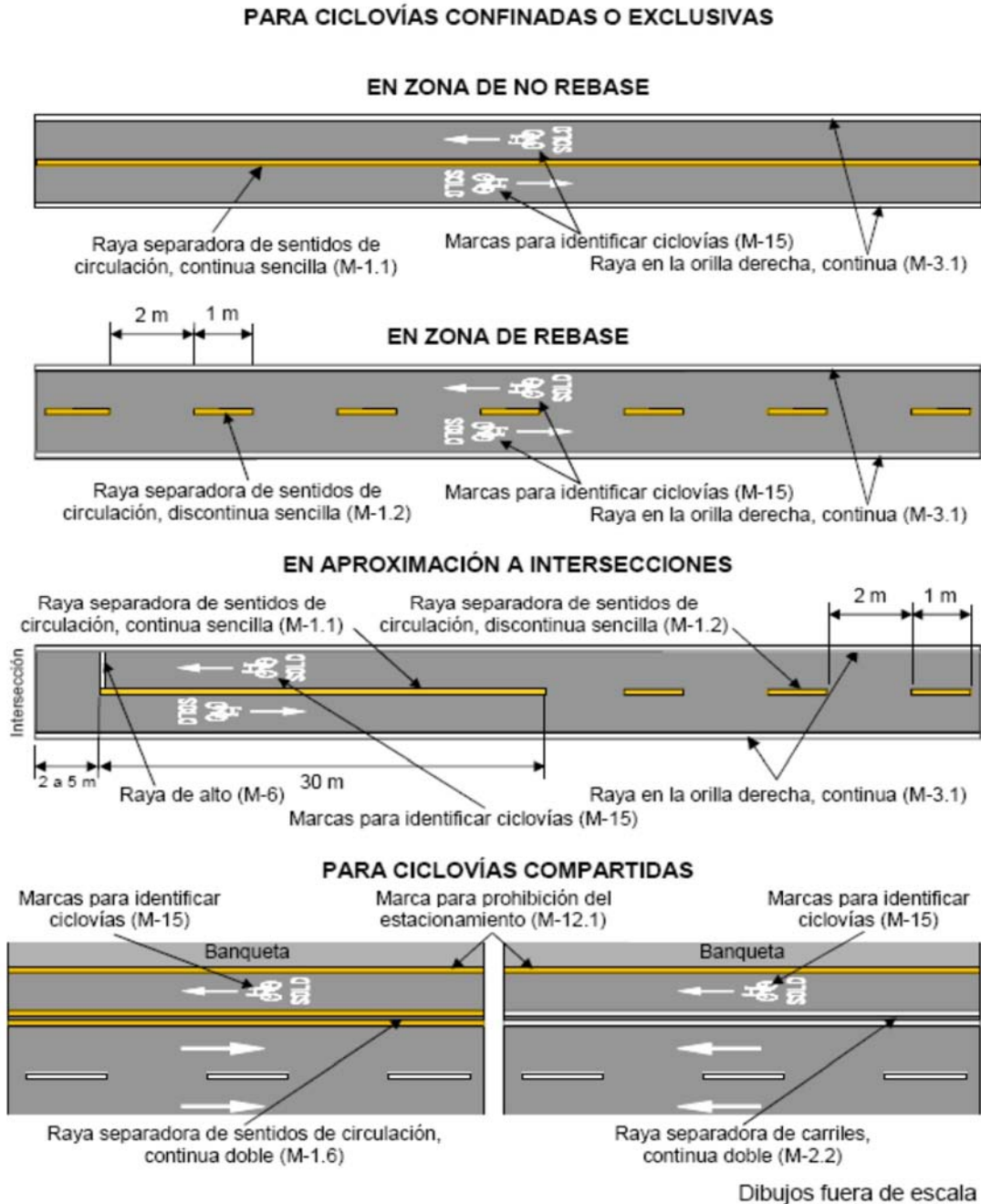


Figura 4.15 Ejemplos de marcas para delimitar las ciclovías [DOF, 2011]

La literatura recomienda algunas dimensiones para ciclovías, aunque estas pueden variar por circunstancias específicas en cada tramo. Para el caso de vías unidireccionales, considerando el efecto del movimiento ondulante de la bicicleta y el resguardo recomendado hacia ambos lados por seguridad (25 cm), la recomendación es de 1.5 m de ancho mínimo y de 2 a 2.5 m de gálibo vertical; para ciclovías bidireccionales es de 2.5 m. Sin olvidar que el área requerida para que los ciclistas se sientan seguros y cómodos se relaciona directamente con la velocidad propia y la de otros vehículos, se debe dar espacio a los objetos fijos y al tránsito en general.

La particularidad más importante de esta tecnología es la capacidad de detectar a ciclistas circulando en situaciones complicadas y advertir previamente a los conductores de vehículos automotores de la presencia de ciclistas.

En la provisión de infraestructura para ciclistas, se deberían tener en cuenta algunos criterios comunes, y establecer una red de ciclovías. Esta red debe ser segura, coherente, conectada a las poblaciones y considerar los diferentes usos de la bicicleta, entre los que destacan: I) de conexión, que implica el acceso diario al lugar de trabajo o de estudio; en este caso, se necesita un trazado de conexión directa, rápida y segura, II) de ocio o familiar, con circulación abundante de niños; aquí se requiere un trazado suave y la conexión segura de las poblaciones con puntos de interés cercanos, III) turístico-deportivo, con grupos e individuos en circulación rápida; se necesita, en particular, un pavimento liso, IV) turístico de larga distancia; se necesitan conexiones con núcleos urbanos y transporte público.

En la planeación de una red de ciclovías, es necesario considerar lo siguiente:

A. Mejorar el diseño y mantenimiento de la infraestructura vial existente, y eliminar los puntos de alto riesgo y obstáculos para los ciclistas, como son: I) tramos con pavimento deficiente: cuando un ciclista evade un bache, se pone en peligro; II) entradas y salidas a la vialidad de alto riesgo para los ciclistas: se debe estudiar cada caso en particular, evitando que la incorporación sea una maniobra arriesgada; cuando resulte un caso difícil de solucionar, se deben habilitar y señalizar vías alternativas para el ciclista; III) modificación de las barreras metálicas: estas protecciones pueden causar heridas graves a los ciclistas en caso de colisión con los postes; se requiere revestir las barreras con materiales blandos en la parte inferior; IV) limpieza y mantenimiento de las aceras: en los caminos donde existe un margen lo suficientemente ancha para circular, el hecho de que haya desperfectos en la superficie u objetos obliga al ciclista a hacer una maniobra que puede resultar peligrosa.

B. Crear infraestructura vial que permita reducir los riesgos como son: I) redes de ciclovías bien diseñadas: una ciclovía no es segura por su naturaleza, es necesario aplicar criterios técnicos que garanticen su

seguridad; II) aceras del camino más anchas, limpias y señalizadas: permiten la circulación de ciclistas disminuyendo el riesgo de un siniestro vial; III) rutas señalizadas con preferencia para ciclistas: canalizar el tránsito de ciclistas deportivos y turísticos por una red de carreteras preferentes los fines de semana puede aumentar sus condiciones de seguridad.

En áreas urbanas, las medidas de infraestructura más comunes destinadas a peatones son los estrechamientos de calzada, semáforos, isletas de refugio, vallas de seguridad, áreas peatonales y cruces peatonales a desnivel (elevado o deprimido). Estas medidas pueden mejorar la seguridad de los peatones (véanse figuras 4.16 y 4.17). La justificación de pasos peatonales elevados o deprimidos está basada en el volumen vehicular y peatonal, así como en el tiempo de cruce peatonal. Se dispone del marco normativo en el que se establecen los requisitos técnicos a cumplir en la instalación de pasos de peatones a desnivel.



Figuras 4.16 y 4.17 Ejemplo de una banqueta en una carretera federal y vista general de un cruce peatonal elevado

En áreas urbanas, donde existen tramos de calzada de anchura considerable y un flujo vehicular relativamente bajo, una medida efectiva es estrechar la calzada en la zona en que se encuentra el cruce, obligando a que los vehículos reduzcan la velocidad conforme se aproximan e incrementando la seguridad del peatón, ya que se reduce su distancia de cruce; además, se incrementa la visibilidad para los peatones y conductores.

Los cruces peatonales regulados por semáforo incrementan la seguridad, especialmente en aquellas vialidades, en las que el límite de velocidad está por encima de 30 km/h. Existen los semáforos accionados mediante un botón por los peatones (uso en zonas escolares). La activación no significa que inmediatamente se ponga en verde para el peatón, sino que el ciclo entrará en su fase correspondiente. Además, se puede incrementar el tiempo que tienen los peatones para cruzar la calzada. Hoy en día, se utilizan tecnologías que detectan automáticamente a los peatones y permiten incrementar o reducir el periodo de fase roja del semáforo para vehículos; p. ej. el uso de contadores automáticos que informan a los peatones del tiempo que les queda, en segundos, para cruzar la

calle. Esta medida es efectiva sobre todo en calzadas de gran anchura, ya que se ofrece mayor información al peatón y reduce la probabilidad de realizar cruces cuando el semáforo de peatones está en rojo y el de vehículos se pone en verde. El funcionamiento es sencillo: el cronómetro se activa cuando se enciende la luz verde para peatones (véase figura 4.18).



Figura 4.18 Ejemplo de un semáforo en rojo con cronómetro

En ciertas áreas pavimentadas se pueden formar isletas de refugio, las cuales se pueden delimitar por medio de pintura o guarniciones. Las dimensiones son ancho no menor a 1.2 m y largo no menor a 3.0 m. Las áreas peatonales ofrecen mayor seguridad, facilitan la circulación peatonal, incrementan la calidad de vida en la zona, mejoran su estética y reducen ruidos y contaminación.

En la tabla 4.2 se muestran los riesgos de un peatón o un ciclista a 15 metros adelante del vehículo automotor (campo de visión). En la tabla se observa que la diferencia entre 30 y 50 km/h puede mantenerlo con vida o sufrir una lesión grave o fallecer. A 50 km/h el conductor está obligado a concentrarse en lo que pasa delante de él por lo reducido de su campo de visión; en cambio, si circula a 30 km/h se abre el campo de visión y podrá prever el riesgo. En otras palabras, sí un peatón es impactado a 30 km/h, su esperanza de sobrevivir es nueve veces mayor que si recibe un impacto a 50 km/h y 17 veces mayor que a 65 km/h.

Tabla 4.2 Riesgo del usuario vulnerable a distintas velocidades de vehículo automotor [IDOM, 2010]

Velocidad inicial (km/h)	Distancia de frenado (m)	Velocidad de impacto (km/h)	Riesgo de fallecimiento (%)	Impacto equivalente a una caída libre (m)
30	13.5	-	-	-
40	20	31	10	3.6
50	28	50	80	10.0

Como ya se ha apuntado, en el caso de carril compartido (bicicleta y vehículo automotor) cuando su anchura es igual o superior a 4.3 m, la Academia Nacional de Ciencias (*National Academy of Sciences*, NAS) de Estados Unidos parte del supuesto de que las bicicletas circulan por la parte derecha del carril, utilizándolo de hecho como si fuera una banda para bicicletas, por lo que no se espera que éstas tengan influencia alguna en la circulación vehicular a la hora de los cálculos de capacidad vial. Cuando la intensidad de bicicletas es inferior a 50 bicicletas/hora, se cree que su influencia en el tránsito vial puede ser despreciada, excepto cuando la anchura de los carriles de circulación es menor que 3.3 m [TRB, 2012]. Diferentes estudios han señalado que las velocidades de aproximación de los vehículos a una intersección se reducen en torno a 5 km/h cuando existen bicicletas en una banda adyacente.

No se dispone de una gran cantidad de información sobre la capacidad de las ciclovías. La tabla 4.3 recopila algunos datos disponibles sobre la capacidad de vías ciclistas de una o dos direcciones. Según el Manual de Capacidad de Carreteras (*Highway Capacity Manual*), se puede aceptar como dato de la capacidad de referencia la cifra de 0.22 bicicletas por segundo y por cada 0.30 m de ancho de ciclovía. Este valor es equivalente a 2,376 bicicletas/hora para una banda de 0.9 m destinada a la utilización preferente o exclusiva de los ciclistas.

Tabla 4.3 Capacidad de carriles unidireccionales o bidireccionales, para bicicletas

Tipo de instalación	Nº de carriles ^a	Capacidades registradas (bicicletas/hora)
Banda unidireccional para bicicletas	1	1,700 - 2,350
Banda bidireccional para bicicletas	1	850 - 1,000
	2	1,500 - 2,000

^a anchura de 0.9 a 1.2 m/carril

Fuente: TRB (2010). *Highway Capacity Manual*

El Reino Unido lanzó al mercado un dispositivo (*iSight Cycle Safety Sign*) que se instala en los sitios potenciales de riesgo (en cresta, cruce, curva cerrada, túnel, etc.) [TTL, 2014]. Éste se coloca a un costado de la carretera, como señal lateral vertical, en un sitio donde pueda ser visto con facilidad para prevenir accidentes entre ciclistas y vehículos automotores en zonas urbanas y rurales (véase figura 4.19).



Figura 4.19 Dispositivo *iSight Cycle Safety Sign* para advertir a los conductores de la presencia de bicicletas en el flujo vehicular

Según los expertos, una opción que puede marcar la diferencia para mejorar la calidad de vida en las ciudades es mediante inversiones federales en transporte público y modos no motorizados para ello desalentar el uso del automóvil, el cual representa costos elevados para la ciudadanía. A pesar de que en México existe una buena cantidad de fondos y programas federales para que los gobiernos locales inviertan en movilidad sustentable, la mayor parte de estos recursos se ejerce sin una planeación integral de la ciudad y normalmente se destinan a proyectos que no logran vincularse entre sí [ITDP, 2013]. Un ejemplo es el 77% de las inversiones en el rubro de movilidad en diez zonas metropolitanas del país destinado a la construcción de infraestructura vial para mejorar el flujo de automóviles [SEDESOL, 2012]. Por lo anterior, se proponen varias acciones; entre ellas está la creación de una plataforma institucional y normativa de alcance federal que facilite la implementación de una política nacional para la movilidad urbana sustentable, así como de incentivos de financiamiento para promover que las autoridades locales ejerzan el gasto público en el mismo rubro.

4.3 Industria automotriz

Los sistemas correspondientes a la denominada *seguridad pasiva*, ajenos al vehículo, son todos aquéllos que tienden a reducir las consecuencias de un impacto vial entre un vehículo y un usuario vulnerable. Se excluyen los sistemas o elementos destinados a la protección de los pasajeros en su fase inicial o de rebote al impacto. Estos sistemas se activan, de forma inmediata en caso de un posible atropellamiento, con o sin la intervención del conductor que se ve involucrado en la colisión.

Sin lugar a dudas, un punto importante por resolver en el ámbito de la industria automotriz es la armonización de los requisitos técnicos con el propósito de homologar los vehículos de motor que se fabrican en América Latina, en términos

de protección a peatones y otros usuarios vulnerables. Este punto busca evitar que las armadoras adopten disposiciones que difieran entre sí. Tal es el caso de los vehículos económicos que se ofertan en América Latina con cero estrellas en materia de seguridad [*Latin NCAP, 2014*].

Hoy en día, el desarrollo de la industria automotriz cuenta con diseños más aerodinámicos con frentes redondeados sin elementos mecánicos expuestos y con alturas a nivel de piso más bajas. La instalación de estos aditamentos busca que, en caso de un atropellamiento, las lesiones de los peatones sean menos severas. A continuación se presentan algunos de los adelantos en esta materia.

La empresa Volvo es una marca que ha perdurado con el tiempo, ya que está asociada a la fabricación de autos seguros. En 1944, por ejemplo, Volvo utilizó vidrio laminado en la fabricación de sus vehículos; al inicio de los años sesenta convirtió el cinturón de seguridad de tres puntos en estándar, y la lista sigue con el asiento trasero de posición invertida para infantes, el cierre de seguridad adicional en las puertas, el aviso de cinturón de seguridad y el sistema de protección de impacto lateral.

Como parte de los sistemas de protección para el peatón, se están instalando en los vehículos Volvo un dispositivo de seguridad, las bolsas de aire para peatones (*Pedestrian Airbag Technology*) y un dispositivo de frenado automático (véase figura 4.20). Este sistema está equipado con los siguientes elementos: a) siete sensores de última generación que emiten alertas visuales y sonoras, y activación automática de los frenos en caso de que el conductor no responda, b) cofre que se mueve hacia arriba, y c) bolsa de aire integrada por un saco y un generador híbrido de gas, instalada en el parabrisas, con el fin de amortiguar el choque. Su funcionamiento es el siguiente: al detectar el impacto, la bolsa de aire se activa en milésimas de segundo saliendo de la parte posterior del cofre cubriendo poco más de un tercio del parabrisas con el propósito de amortiguar el impacto y evitar traumatismos de cráneo al peatón, entre otras lesiones, al momento de golpear contra el parabrisas delantero [*Volvo, 2012*]. También se considera que al impacto, la carrocería se deforme de la mejor forma posible con el objetivo de absorber la mayor cantidad de energía. Aunque no son sistemas infalibles, se ha demostrado que, a bajas velocidades, son bastante eficaces al reducir las lesiones del peatón.

Antes de presentarlo al mundo, el sistema fue sometido a varias pruebas con un alto nivel de esfuerzo, como los distintos tipos de choque y en diversos climas (lluvia, calor extremo, entre otros). El problema de estos sistemas es que únicamente los automóviles nuevos cuentan con ellos, mientras que en el resto del parque vehicular no están disponibles. Ello explica la lentitud de la adopción de esta tecnología, ya que el esfuerzo debería estar orientado a disponer de sistemas de protección a peatones en todas las gamas y modelos de vehículos.



Figura 4.20 Dispositivo vehicular *Pedestrian Airbag Technology* accionado para amortiguar los atropellamientos frontales

Por otra parte, cada vez es más frecuente escuchar de sistemas de seguridad a bordo del automóvil que utilizan video cámaras de alta resolución como medio de reconocimiento de obstáculos, también llamados *detección de peatones con frenado automático* (*pedestrian detection with full auto brake*). Estos sistemas han evolucionado tras la introducción de la visión estereoscópica (similar al ojo humano) para perfeccionar la detección; además de determinar la posición de cualquier objeto detectado (posicionamiento 3D), la cámara estereoscópica proporciona información complementaria que resulta particularmente esencial para la activación de los distintos sistemas de seguridad activa; es decir, permite detectar de forma precisa si un determinado objeto está en movimiento y en qué dirección lo está haciendo, de forma que puede calcular anticipadamente cuál es la trayectoria seguida por un determinado peatón y si éste va a interferir con la llevada por el vehículo (véase figura 4.21). El sistema toma decisiones de forma automática: inicia con un aviso al conductor acerca de la situación potencial de peligro, o bien puede incluso proceder al inicio de una maniobra de frenado automático, en el caso de que el conductor no reaccione ante el obstáculo [Volvo, 2012].



Figura 4.21 Visualización desde un automóvil para la detección de peatones previo al frenado automático

Otro estudio realizado demostró que la protección a los peatones puede mejorarse significativamente, lo cual exige una combinación de medidas pasivas y activas que ofrezcan mayores niveles de seguridad que las disposiciones en vigor. En particular, el estudio muestra que, combinado con los requisitos de seguridad pasiva, el sistema de seguridad activa consistente en la asistencia para frenar, aumentaría notablemente el nivel de protección de los peatones. El estudio recomienda la instalación obligatoria de sistemas de asistencia en la frenada en los vehículos de motor nuevos. No obstante, esta medida no debe sustituir a los sistemas de seguridad pasiva de alto nivel sino complementarlos [DOF-UE, 2009]. El estudio también pone énfasis en la conveniencia de que, cuando los vehículos pesados circulen por vialidades urbanas y suburbanas, se apliquen las disposiciones de protección a peatones mediante un corto periodo transitorio.

En Estados Unidos, con el fin de proteger la integridad de los pasajeros de los vehículos automotores, varias compañías armadoras han publicitado que sus vehículos contarán con más dispositivos de seguridad. Tal es el caso de General Motors, con sus vehículos Chevrolet, Buick, GMC y Cadillac, comercializados en ese país y que ofrecen diferentes tecnologías de seguridad activa [General Motors, 2012]. Estos sistemas van desde alertas audibles hasta los que intervienen de forma automática y ayudan al conductor en situaciones críticas; por ejemplo:

Front Pedestrian Braking. Si el sistema detecta una colisión inminente con un peatón y el conductor no ha aplicado los frenos, lo alerta y, si es necesario, se aplican automáticamente los frenos para ayudar a reducir la severidad de la colisión o evitarla.

Cámara trasera. En comparación con un espejo retrovisor tradicional, esta cámara ofrece un campo más amplio y ayuda a evitar atropellamientos.

Visión nocturna. Proporciona al conductor una imagen de visión nocturna más allá de la zona iluminada y alertas de peatones o animales.

Cámara delantera. Este sistema proporciona al conductor una vista delantera del vehículo para ayudar a evitar colisiones contra objetos fijos, como bordillos, postes o vehículos estacionados y atropellamientos.

Por otra parte, la Comisión Europea ha emprendido un proyecto denominado eVADER, cuyo objetivo es crear un sistema pionero de alerta auditiva para peatones, luego de las discusiones suscitadas a partir de las crecientes ventas de vehículos eléctricos sobre los pros y los contras de que éstos sean silenciosos. En colaboración con diez miembros de la Comisión, Nissan desarrolló una tecnología de alerta de nueva generación para peatones. Ésta produce señales auditivas efectivas y dirigidas para que los peatones y otros usuarios perciban la presencia de un vehículo eléctrico cercano, teniendo al mismo tiempo un impacto mínimo en los niveles de contaminación acústica. El sonido creado no sólo es direccionado a

peatones, sino que también mantiene niveles mínimos de molestia (véase figura 4.22). La versión final incluye una cámara insertada en el parabrisas, programada para reconocer a peatones, ciclistas y otros usuarios. Al detectar a un usuario, seis altavoces proyectan un sonido hacia el objetivo a fin de alertarle sobre la presencia del vehículo eléctrico. El sonido es cinco decibeles inferior al de un auto a gasolina o diésel.



Figura 4.22 Visualización del eVADER, señales auditivas para que los peatones perciban la presencia de un vehículo eléctrico

Un sistema similar es el que está elaborando Ford en su campo de pruebas localizado en Lommel, Bélgica. El vehículo está equipado con tecnología que utiliza la dirección y el frenado automático para evitar colisiones con vehículos que se detengan o frenen a poca distancia para evitar golpear a los peatones. La tecnología denominada *Obstacle Avoidance* emite advertencias al conductor si detecta objetos de movimiento lento, obstáculos o peatones inmóviles dentro del camino, por medio de tres radares, sensores ultrasónicos y una cámara para escanear el camino a una distancia de hasta 200 m. Y la nueva tecnología *Intelligent Protection System with Pre-Collision Assist* identifica a los peatones y activa el frenado automáticamente, en caso de que la colisión sea inminente (véase figura 4.23) [Ford, 2013].



Figura 4.23 Visualización desde un automóvil para la detección de peatones previo al frenado automático

Una decena de fabricantes de automóviles han acordado en estandarizar el sistema de frenado de emergencia automático en sus vehículos. En aras de adherirse al pacto, las marcas automotrices Audi, BMW, Ford, General Motors, Mazda, Mercedes-Benz, Tesla, Toyota, Volkswagen y Volvo trabajarán con la Administración Nacional de Seguridad del Tránsito en Carreteras (*National Highway Traffic Safety Administration*, NHTSA) y el Instituto de Seguros para la Seguridad en Carreteras (*Insurance Institute for Highway Safety*, IIHS) con miras a desarrollar una estrategia que permita incluir este sistema.

El secretario de Transporte de Estados Unidos comentó: *"Estamos entrando en una nueva era de seguridad de los vehículos, enfocados en la prevención de accidentes en lugar de proteger a los ocupantes cuando los accidentes suceden, pero sí las tecnologías tales como el frenado automático de emergencia sólo están disponibles como opciones o en los modelos más caros, son muy pocos los estadounidenses que ven los beneficios de esta nueva era"*.

El IIHS estima que con el frenado de emergencia automático se pueden reducir las lesiones hasta en un 35% en caso de un impacto, y es que cada año en Estados Unidos las colisiones por alcance causan más 1,700 muertes. La incógnita es si los fabricantes estarán también dispuestos a incorporar estos sistemas como equipamiento de serie fuera de Estados Unidos.

No obstante la investigación e instalación de un buen número de tecnologías en los vehículos automotores, según el estudio *Driver Interactive Vehicle Experience* (DrIVE) de JD Power, una gran cantidad de las tecnologías más recientes que equipan vehículos no son utilizadas por los propietarios. Los fabricantes de autos invierten cuantiosos recursos en tecnologías que los conductores no aprovechan, es decir que durante el manejo diario los avances más recientes en tecnología incorporados a los automóviles no se utilizan.

Esta investigación que mide la experiencia de 4,200 conductores con la tecnología de su vehículo en los primeros tres meses de propiedad revela que el 20% no ha utilizado 16 de las 33 características que abarca el estudio. Los componentes que nunca utilizan los automovilistas son: el servicio de conserje (43%), el routers móvil (38%), el sistema de estacionamiento automático (35%), la pantalla de visualización frontal (*head-up display*) (33%) y las aplicaciones integradas (32%). A su vez, el estudio demostró que existen 14 tecnologías que el 20% o más de los propietarios no quieren en su próximo vehículo. Algunos de estos elementos son el Apple CarPlay, Android Auto, servicios de conserje y los mensajes de voz.

En otra investigación realizada por la Universidad de Iowa se demostró que la gran mayoría de los conductores desconocen muchas de las tecnologías y sistemas de seguridad con que cuenta su vehículo. Tras encuestar a dos mil automovilistas de Estados Unidos, se encontró que la mayoría de los conductores ha oído hablar o ha utilizado alguno de los elementos de seguridad de su vehículo, sin embargo no

entienden su funcionamiento. Por ejemplo, el 65% de los conductores no saben en qué consiste el control adaptativo de crucero y un 35% se encuentran en la misma situación con la alerta de abandono del carril. Además, quedó demostrado que no sabían que el sistema de frenado antibloqueo (ABS) y el monitor de presión de neumáticos es obligatorio en los automóviles que se venden en Estados Unidos.

Éstas son las tecnologías de seguridad cubiertas en este estudio:

- *Cámara de visión trasera.* Proporciona imagen en tiempo real de la parte trasera del vehículo y sus alrededores cuando se selecciona la reversa.
- *Monitor del punto ciego.* Alerta a los conductores cuando un vehículo u otro objeto está ubicado en el punto ciego de los espejos laterales.
- *Alerta de colisión frontal.* Advierte a los conductores cuando se están acercando demasiado rápido o la distancia queda por debajo de un rango de seguridad con respecto del vehículo que circula por delante.
- *Sistema de freno antibloqueo (ABS).* Evita que las ruedas se bloqueen al momento de frenar, permitiendo maniobrar en todo momento.
- *Alerta de tráfico posterior.* Avisa al conductor de algún objeto acercándose al vehículo cuando está en reversa.
- *Control de crucero adaptativo.* Mantiene una velocidad o distancia con respecto del vehículo que circula por delante, mismas que pueden ser establecidas por el conductor.
- *Sistema de frenado automático.* Activa los frenos cuando detecta una posible colisión con el vehículo situado al frente, aun cuando el conductor no presione el pedal de freno.
- *Alerta de cambio de carril.* Este sistema notifica al conductor que se está cambiando de carril de manera involuntaria.
- *Control de tracción.* Evita que las ruedas patinen al conducir sobre superficies resbaladizas.

En el caso de México se observan comportamientos similares, ya que al parecer no resulta relevante a la hora de elegir un vehículo para compra. El estudio MVOSS menciona que, de entre los mexicanos que compran un vehículo nuevo, sólo el 4% están interesados en que éste tenga dispositivos de seguridad [Autocosmos, 2014].

La circulación vial tiende a ir en dirección hacia un tránsito cada vez más numeroso, compacto y conectado; sin embargo, prevalece la incertidumbre de si los conductores estarán listos para recibir y procesar la creciente información y si, en un futuro no tan lejano, podrán delegar el control de sus vehículos a la computadora a bordo.

Después de mostrar algunos ejemplos de la instalación de nuevas tecnologías en los vehículos, en el caso de México, en definitiva es necesario contar con una reglamentación de alcance federal que obligue a los fabricantes de vehículos a instalar este tipo de dispositivos como parte del equipamiento de serie en los vehículos que se comercialicen en el país. Será entonces cuando empezaremos a tener vehículos más seguros. De acuerdo con el tipo del vehículo, mediante esquemas de evaluación y validación, se comprobaría el correcto funcionamiento y la efectividad de su desempeño. Como se mencionaba anteriormente, es importante e indispensable concientizar a los posibles compradores de vehículos nuevos de la importancia de la seguridad que les puedan brindar tales vehículos con los dispositivos correspondientes.

Durante el año 2015, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) hizo un llamado de atención a los países latinoamericanos por su débil legislación, en el sentido de aumentar las exigencias de seguridad vehicular a los fabricantes de vehículos con el objetivo de reducir el número de víctimas. El organismo denuncia la venta en la región de los mismos modelos, pero con menos atributos, que los constructores de vehículos ofrecen en Estados Unidos y Europa [*El País*, 2015]. No obstante, se considera que el papel que desempeña la autoridad es aún más importante que aquel que se les pudiera asignar a los fabricantes. Con miras a concientizar a la ciudadanía, las autoridades pueden recurrir al uso de campañas publicitarias (prudencia de parte de peatones, conducción calmada y respetuosa de automovilistas), así como a la modificación a la legislación en materia de educación y la ejecución de investigaciones en torno a los atropellamientos con el fin de generar acciones para reducirlos en número y gravedad. Los análisis, también, se pueden utilizar para detectar deficiencias en la infraestructura (vialidades, cruces peatonales, sincronía y ciclos de los semáforos, etc.) y conocer si las inversiones en seguridad vial están dando los resultados esperados.

4.4 Usuarios vulnerables

Se considera que los elementos fundamentales para la seguridad vial relacionados con los usuarios vulnerables son el promulgar y hacer cumplir la normativa sobre los factores que influyen en: a) la exposición al riesgo; planificación y uso de las vialidades, según su función, y convivencia con usuarios vulnerables en vías rápidas, b) el desarrollo de una colisión; exceso de velocidad, visibilidad inadecuada en los elementos de la vía, vicios en el diseño y mantenimiento de la vialidad, etc., c) la gravedad de la colisión; falta de utilización de los sistemas de retención y, de casco, al igual que protección insuficiente al peatón por parte del vehículo, y d) la gravedad de la lesión; retraso en la identificación del siniestro, falta de atención prehospitalaria rápida y adecuada, así como hospitalaria urgente.

La experiencia internacional ha demostrado que la adopción de una legislación en materia de seguridad vial, clara e integral, que contemplen sanciones apropiadas y campañas de sensibilización a la ciudadanía constituye un factor importante para minimizar las lesiones y muertes ocasionadas por un siniestro vial [OMS, 2009]. Cabe precisar que no basta contar con una legislación si ésta no es integral ni se hace cumplir o carece de los mecanismos institucionales y recursos necesarios para la aplicación coordinada de acciones.

Como numerosos expertos en la materia han señalado, el desarrollo de la infraestructura vial y las políticas de movilidad en la mayoría de las ciudades mexicanas se ha centrado en la circulación vehicular, tanto de automóviles particulares como de sistemas de transporte público, en muchos casos dejando relegado a un rol secundario a peatones y ciclistas. Esto genera conductas agresivas hacia los modos no motorizados, lo cual desalienta el uso de la bicicleta como alternativa de transporte, la cual se percibe como peligrosa, no obstante las ventajas en cuanto a costo, sostenibilidad y beneficios a la salud. A pesar de lo anterior, se observan claras tendencias en varias ciudades que apuntan a impulsar el uso de la bicicleta como una alternativa de transporte integrable a los demás modos disponibles, así como a la creación de mayores espacios peatonales.

Debido al encuentro permanente entre el usuario vulnerable y los conductores de vehículos automotores dentro de un espacio común, es importante fomentar un cambio cultural que convierta las acciones imprudentes en responsables al momento de circular o caminar por las vialidades [Ullóa , 2015]. Para ello, se propone fomentar conductas responsables en todos los ámbitos y de respeto a los usuarios vulnerables con enfoques especiales en: I) niños y jóvenes, encauzando la educación vial hacia una movilidad sostenible y segura, incluidas prácticas en entornos reales, sin limitarse al parque vial infantil, II) conductores de automóviles, mediante campañas de respeto hacia el usuario vulnerable, los límites de velocidad, señalamiento, maniobras de giro y rebases y III) ciclistas, en la formación en la conducción segura por ciudad y carretera, respeto al señalamiento e información sobre cómo evitar puntos de alto riesgo.

4.4.1 Peatón

El peatón es el eslabón más débil en la cadena de la seguridad vial; por lo tanto, debe ser objeto de un elevado número de políticas enfocadas en disminuir tanto el número como las consecuencias de los atropellamientos. Especialistas en la materia afirman que son especialmente vulnerables: a) *Los niños*. Ya que carecen de experiencia y aún no han desarrollado correctamente las habilidades requeridas como el cálculo de la distancia a la que se encuentran los vehículos o la velocidad a la que circulan. Además, concentran su atención en breves periodos de tiempo pudiendo interferir, sin darse cuenta, en la circulación mientras juegan; b) *Los mayores de 60 años*. Su edad causa cambios físicos que afectan sus

tiempos de reacción, velocidad para caminar y capacidad para juzgar la distancia a la que se encuentran los vehículos o la velocidad a la que circulan; c) *Personas con movilidad reducida*. En este grupo se engloba a todos aquellos usuarios que de forma temporal o permanente y debido a una discapacidad física, sensorial o psíquica tienen mermadas su movilidad y capacidad para desplazarse, y d) *Personas que han consumido alcohol u otras sustancias*. El consumo de alcohol o drogas ralentiza los reflejos y altera el juicio, lo que puede llevar a conductas de riesgo, por ejemplo, a la hora de cruzar una vialidad [AEC, 2015].

Sin hacer distinción, el reglamento de tránsito en carreteras de jurisdicción federal menciona que los peatones deben circular por la izquierda para que puedan ver de frente a los vehículos que se aproximen (véase figura 4.24). Si circulan por la derecha, los vehículos se aproximarían por detrás, lo que les supondría una dificultad para percibir el riesgo a tiempo y tomar las medidas necesarias para evitarlo. En caso de que, por cualquier circunstancia de la carretera o del tránsito, la acera derecha sea más fácil o más segura se podrá circular por ahí. También es importante aclarar que si un peatón empuja o arrastra una bicicleta o ciclomotor de dos ruedas, carros de mano o similares y aquellos que se desplacen en silla de ruedas deben circular por la derecha.

En caso de existir acera, ésta se utilizará para que el peatón transite; en caso contrario, éste deberá circular por la calzada, lo más pegado posible al borde. Cabe aclarar que si son varias las personas que transitan juntas, éstas deben ir una detrás de otra (en fila india) (véase figura 4.25).



Figuras 4.24 y 4.25 Ejemplos de circulación peatonal en contra flujo y en fila india en carreteras

Para cruzar una carretera, se recomienda hacerlo por lugares seguros y con buena visibilidad, por ejemplo, en tramos rectos, sin árboles u otros obstáculos que obstruyan la visibilidad (ver y ser vistos). Si existiese un refugio o zona peatonal, ningún peatón debe permanecer en la calzada y, en caso de estar esperando un vehículo, sólo la invadirá cuando éste se haya detenido. Se recomienda que bajo condiciones climáticas adversas, nocturnas o entre la salida y puesta del sol, los peatones porten algún elemento luminoso o retrorreflectante y procure vestir ropas de color claro para facilitar la mayor visibilidad posible.

En Argentina, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), se puso en marcha la iniciativa Caminos Escolares, con la finalidad de que los niños aprendan normas de seguridad vial que se aplican en sus trayectos a la escuela y el entorno. Con el objetivo de combatir la inseguridad vial entre la población infantil, este programa se pone en marcha a través de la Agencia Nacional de Seguridad Vial de Argentina. La iniciativa plantea crear una red de recorridos seguros para llegar a la escuela a pie al menos durante la última parte del trayecto. Además de contribuir a mejorar la salud de los niños y desarrollar su autonomía, el proyecto favorece la sustentabilidad del medio ambiente y, como punto de suma relevancia, permite que los niños se familiaricen con las calles de una forma segura y pedagógica. El compromiso es de todos: familias, escuelas, comercios, autoridades y, sobretodo, de los niños [BID, 2015].

Con el objeto de separar los flujos peatonales de los vehiculares en las vialidades, es común recurrir a la construcción de puentes peatonales para brindar un cruce seguro a los peatones, aunque en algunos casos éstos deciden no utilizarlos. En varios casos de atropellamiento se ha constatado que buena parte ocurre en zonas donde existe un puente y que el oficial en funciones atribuye la causa del accidente a un acto de imprudencia o irresponsabilidad del peatón. Al respecto, habría que formularse las siguientes interrogantes: ¿Por qué no usó el puente? o ¿por qué no caminó hasta un cruce a nivel seguro? La respuesta podría apuntar a que ninguna de las opciones ofrecía una solución hecha a la medida del peatón. Aunque aparentemente está diseñada para facilitar el cruce seguro a peatones, esta infraestructura supone, en realidad, una solución que prioriza la circulación constante y permanente de vehículos motorizados, y que a la vez, dificulta o incluso imposibilita la movilidad del peatón.

Existe la idea de que el puente peatonal forma parte de la infraestructura vial para la libre circulación de vehículos sin peatones; inclusive se dice que es un disfraz de espacio peatonal, que muchos de ellos son innecesarios, que contribuyen a la sumisión peatonal y que el automovilista tiene más derecho a circular sin detenerse para cederle el paso a un peatón [Corres, 2014].

Desde el punto de vista peatonal, el no uso de los puentes peatonales se debe principalmente al aumento de la distancia a recorrer, comparada con un cruce a nivel y a los largos tramos de rampas o escaleras a subir y bajar.

En las siguientes imágenes se muestra un par de ejemplos de pasos peatonales diseñados para atender las necesidades del peatón, incluidos niños, adultos mayores y personas con movilidad limitada o que empujan carriolas (véanse figuras 4.26 y 4.27).



Figuras 4.26 y 4.27 Ejemplos de pasos peatonales atendiendo las necesidades de cruce del peatón

En cuanto al ganado suelto, éste no puede estar dentro del derecho de vía de la carretera: sólo podrá cruzar por ella cuando no exista un sendero o camino adecuado para tal fin. Estos animales deben ir custodiados por una persona capaz de dominarlos en todo momento (véanse figuras 4.28 a 4.30).



Figuras 4.28 a 4.30 Ejemplos de invasión y de cruce de ganado por la carretera

4.4.2 Ciclista

El escritor británico H. G. Wells decía: *“Cada vez que veo a un adulto sobre una bicicleta, no pierdo la esperanza para el futuro de la humanidad”*. Sin embargo, el tránsito vial congestionado y el nuevo diseño urbano están provocando un incremento en la utilización de los medios de transporte público. No obstante, cuando la estación o parada más cercana se encuentra a una distancia considerable o el sistema de transporte es deficiente, una opción a la que los ciudadanos recurren cada día más es la bicicleta [a-bike, 2015]. Por ser un vehículo de propulsión humana al girar con las piernas los pedales, la bicicleta constituye un medio de transporte sano, ecológico, sostenible y, de cierta forma, económico. Este vehículo ha sido objeto de popularidad en varias épocas, actualmente está teniendo nuevo auge en Europa y Asia (en China e India es el principal medio de transporte), debido al alto precio de la gasolina.

Hoy en día, existe en el mercado una variedad de tipos de bicicletas, por ejemplo: I) las de uso diario, como la urbana o doméstica para recorridos cortos, la trekking y la eléctrica para recorridos largos, la plegable para combinar con el transporte público, la de carga para transportar mercancías; II) las de ocio, como la ligera, la cruiser para ritmos tranquilos, la de montaña para terrenos mixtos, la tándem para pedalear en compañía, y III) las de uso deportivo, como la de carreras, la triatlón, la *down hill* para descensos escarpados, la *cross country* para los que buscan rapidez por el campo, la BMX para la práctica de acrobacias, etc. Asimismo, cada tipo ofrece ventajas y desventajas según el sitio donde se quiera utilizar, por ejemplo las muy pesadas pueden absorber los impactos contra baches o topes, pero no son recomendables para la ciudad, y con las muy ligeras se obtiene mayor velocidad, pero mantienen al ciclista en una postura baja la mayor parte del tiempo, además de que no soportan golpes fuertes y los rines reciben daños, el volante no permite maniobras entre obstáculos o caminos complicados.

También existe la combinación de bicicletas, por ejemplo la bicicleta eléctrica plegable, la cual es ligera y compacta, pesa poco menos de 12 kilos y mide en torno a los 20x40x70 cm, se puede doblar a un tamaño fácil de llevar y de guardar en una mochila o una vez llegado a destino. Aunque no se trata de un invento completamente nuevo, la bicicleta plegable ahora cobra nuevo interés con la adopción de un motor eléctrico que le permite alcanzar velocidades de hasta 20 km/h. Para encender o apagar el motor eléctrico se pulsa un botón y se puede elegir si se desea asistencia de energía o no. Obviamente, cuenta con pedales, lo cual permite que el ciclista se ejercite o extender la distancia del viaje a más de 25 km, en caso de agotarse la batería (recarga en un par de horas) (véase figura 4.31).

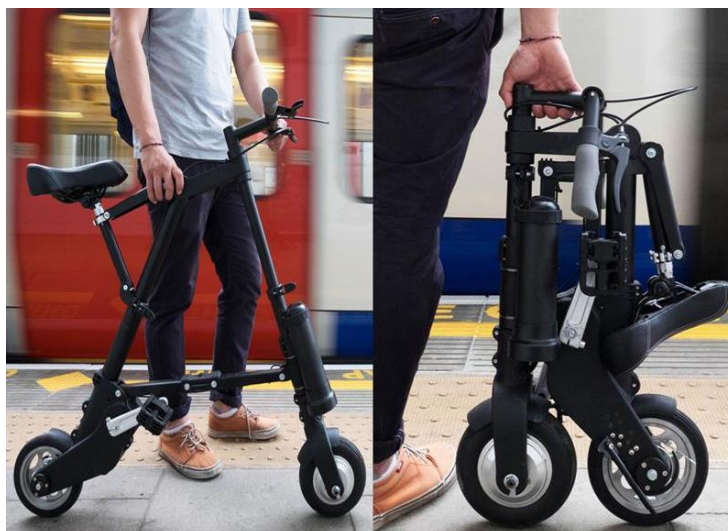


Figura 4.31 Ejemplo de la bicicleta eléctrica plegable

Un adelanto tecnológico es el presentado en Estados Unidos, en el marco de la Feria de Productos Electrónicos de Consumo 2015 (*Consumer Electronic Show, CES*), por el fabricante sueco Volvo. Se trata de un dispositivo que busca reducir las muertes de ciclistas. En colaboración con Ericsson y POCsport (empresa fabricante de equipo de seguridad para deportistas), Volvo trabaja en la creación de un casco que permitirá la comunicación entre el ciclista y automóviles [CES, 2015].

Mediante la sincronización vía Wi-Fi, esta tecnología utiliza el sistema de intercambio de archivos entre usuarios P2P+ (en inglés: *peer-to-peer*). Los peatones que traigan consigo teléfonos inteligentes (*smartphones*) con la aplicación Wi-Fi Direct+o infraestructuras que cuenten con una red inalámbrica, podrán ser detectados por el vehículo e informar al conductor (véase figura 4.32).

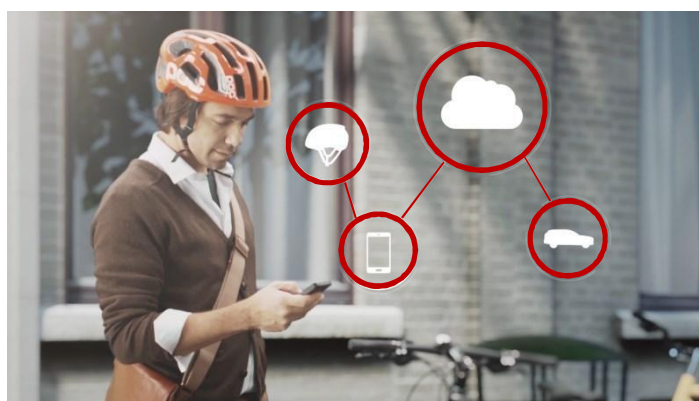


Figura 4.32 Ciclista sincronizando su smartphone con los conductores de la vía para ser detectado y alertado de una posible colisión

El casco tiene la capacidad de establecer comunicación con los vehículos que circulan en las calles con la intención de alertar a ambas partes, en caso de una posible colisión y así evitar accidentes. El ciclista utiliza una aplicación para teléfono inteligente que monitorea su posición y la envía a la nube, de manera que, cuando se corre el riesgo de un percance el casco emite una alerta vibratoria y luminosa, mientras que el conductor del automóvil es alertado en su tablero.

Un ejemplo del funcionamiento de este sistema es cuando detecta a un peatón que ingresa a la calle por detrás de un vehículo estacionado o cuando un ciclista circula a través del punto ciego de visión del conductor. Además, al tener la capacidad de sincronizarse también con la infraestructura, será posible captar alertas inmediatas con respecto al tránsito, cortes a la circulación, emergencias o información general.

El Foro Mundial de la Bicicleta es el evento ciudadano de alcance internacional más importante a favor de la bicicleta. Aunque existen otros eventos globales sobre bicicletas y movilidad sostenible, éste es el único que es absolutamente horizontal: diseñado, organizado y mantenido por ciudadanos de varios países. El objetivo del Foro es convertirse en la real voz global de los ciudadanos en favor de la movilidad sostenible. El próximo evento se realizará en Chile en 2016 [FMB, 2015].

Este año, la Ciudad de México, con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Universidad de los Andes de Colombia, participó en un taller multidisciplinario que busca generar conciencia sobre los retos y dificultades que enfrentan las ciudades desde diferentes perspectivas en los procesos de planeación e implementación de infraestructura y cultura ciclista.

La Ciudad de México goza de reconocimiento internacional gracias a las diferentes acciones adoptadas para posicionar a la bicicleta como medio de transporte sustentable. Ejemplos de ello son el Sistema Ecobici, actualmente el cuarto más grande del mundo, el Biciestacionamiento en el Cetram Pantitlán, inmueble único en su tipo en el país que permite el resguardo simultáneo y seguro de más de 400 bicicletas, o los programas dedicados a promover la cultura ciclista como *Muévete en Bici* y los cursos de ciclismo urbano y mecánica básica impartidos en el Bicientrenate y la Biciescuela de Verano [SMA-DF, 2011].

El nuevo Reglamento de tránsito de la Ley de Movilidad de la Ciudad de México contempla multas, que equivalen de tres a diez días de salario mínimo o seis a doce horas de arresto administrativo, para los ciclistas que circulen entre carriles; conduzcan bajo el influjo de alcohol o estupefacientes; utilicen audífonos, celulares o cualquier distractor; invadan áreas peatonales; transporten cargas que impidan mantener las manos sobre el manubrio; se sujeten de otros vehículos en movimiento, y circulen sobre las vías de acceso controlado o por carriles exclusivos del transporte público [Salas, Jorge, 2015].

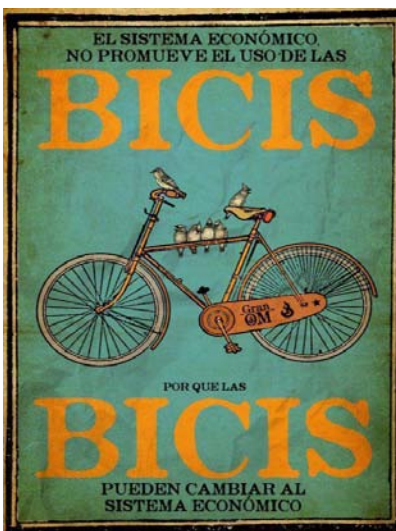


Figura 4.33 Letrero antiguo haciendo publicidad para el uso de la bicicleta

4.4.3 Motocicletas

Los conocedores de motocicletas afirman que no existen las motos perfectas, sin referirse al diseño o ingeniería de estos vehículos, ya que el mercado ofrece una amplia gama de motos con tecnología de vanguardia; se refieren, más bien a que no existe una motocicleta que cubra todas las necesidades en cuanto a diseño, potencia, terreno, adaptabilidad, etc. y, además, ser de bajo costo. Por lo tanto, es difícil, pero no imposible, conseguir una motocicleta buena, bonita y barata; los requerimientos dependerán de la flexibilidad del usuario y que previamente responda a las siguientes preguntas: ¿para qué quiero la moto? y ¿cuánto quiero o puedo gastar?

La primera pregunta se refiere al uso de la motocicleta, es decir si se utiliza para la ciudad, carretera, terracería o uso mixto. En el primer caso, cabe la posibilidad de que no se requiera una motocicleta potente ya que, según resultados del Programa Integral de Transporte y Movilidad de la Ciudad de México, la velocidad promedio de un automóvil se redujo de 17 a 7 km/h [Setravi, 2013]; por lo tanto, una motocicleta de cilindrada baja (de 50 a 250 cc) ayuda a reducir los tiempos de traslado y costos. Además de ser muy ligeras, prácticamente se ofrecen de todos los estilos y diseños: urbanas, motonetas (*scooters*), todo terreno (*cross*) y deportivas con doble propósito. Dependiendo de su procedencia (si son marcas nacionales o extranjeras), la inversión puede variar de 15 a 80 mil pesos.

Cuando está destinada para usarse en carretera, es necesario contar con una motocicleta de mayor potencia. Se recomienda una motocicleta a partir de 400 cc, ya que una de menor cilindrada aumenta el tiempo de los trayectos y el cansancio. Por ejemplo, una motocicleta de pista ofrece mayor velocidad; una *chopper*, mayor comodidad; una doble propósito, un poco de ambas cosas, y una *touring*, brinda el

máximo confort y potencia. En cuanto a costos, éstas varían de 80 a 300 mil pesos o más. Según se estableció en la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, a partir de 2012, las motocicletas pagan el 50% de lo que paguen los vehículos ligeros en las casetas de peaje de las autopistas federales y urbanas que permitan su circulación [Cámara de Diputados, 2014]. En ese sentido, queda prohibida la circulación de motocicletas en los segundos pisos y autopistas urbanas de acceso controlado, por cuestiones de seguridad de los usuarios, ya que las motocicletas suelen ir más rápido que los autos y pueden provocar accidentes. Se ha comentado, asimismo, que los sensores de masas metálicas (dispositivos o *tags*) ubicados antes de la pluma no detectan el peso de la motocicleta y por eso niega el acceso [El Financiero, 2014].

El uso de motocicletas de doble propósito es una buena estrategia, ya que éstas cuentan con cilindrada suficiente para utilizarse en carretera, altura y suspensión aceptables para terracería y agilidad necesaria para circular en ciudad. Los precios varían de 80 a más de 250 mil pesos.

Otros gastos que son imprescindibles al momento de tener una motocicleta son: I) equipo de protección con certificaciones de seguridad (casco, guantes, chamarra, pantalones con protección y botas); II) un seguro contra accidentes, que generalmente es más elevado que el de un automóvil porque se está expuesto a un mayor riesgo, y III) los gastos de mantenimiento que se tiene que realizar a la motocicleta periódicamente.

El casco de protección es el principal elemento de seguridad pasiva del que disponen los usuarios de motocicletas y ciclomotores. Cuando el vehículo se ve envuelto en un choque, el conductor suele sufrir una caída. Si su cabeza golpea contra un objeto, como puede ser el suelo, se produce una lesión por impacto directo. Pero además, la inercia que el cuerpo, la cabeza incluida, traía durante la marcha sobre la motocicleta o bicicleta, se detiene bruscamente, mientras que el cerebro continúa moviéndose dentro del cráneo en la misma dirección, para luego de chocar contra la pared interna del cráneo, sea impulsado en la dirección opuesta. Este tipo de impacto interno puede provocar desde una lesión cerebral pequeña hasta una lesión tan grande que provoque la muerte.

Las funciones del casco en caso de impacto son: I) proteger la cabeza para prevenir su colisión contra una superficie, II) evitar que objetos penetren en la cabeza, III) absorber parte de la energía del impacto con su estructura y amortiguar el golpe del cerebro contra el cráneo, IV) disipar la fuerza del impacto en una superficie más grande, gracias a lo cual la energía producida por el choque no se concentra tanto en una sola parte de la cabeza y, V) actuar como barrera, lo que evita el contacto entre el cráneo y el objeto del impacto (por ejemplo, el suelo) [DGT, 2014].

Los componentes básicos de un casco son: 1) el casco exterior rígido distribuye la fuerza del impacto en una superficie más grande, ofrece protección a la cabeza al evitar la penetración de objetos y cubre las partes internas del casco, 2) la capa interna de absorción de impacto se compone de un material que amortigua y distribuye la fuerza del mismo, 3) el relleno de confort es el material acolchado que se sitúa en el interior próximo a la cabeza; además, brinda confort y contribuye a que el casco se mantenga fijo sin movimiento, y 4) la correa de retención, asegura el casco a la cabeza y evita que se desprenda en caso de choque.

Existe una gran variedad de cascos en el mercado y cada uno de ellos cumple con objetivos determinados [Ruiz, R, 2015]. Algunos ejemplos son:

- El *classic* o retro es la mínima expresión de casco y no es recomendable. Por su diseño, la estética toma un papel fundamental y el ritmo de conducción suele ser a baja velocidad. Desde el punto de vista de la seguridad, el casco deja al descubierto y desprotegida la cara del motociclista y buena parte de la cabeza, sobre todo en las zonas laterales y trasera. El grosor del casco es escaso y su ajuste a la cabeza es muy cuestionable (véase figura 4.34).
- El casco *jet* ofrece un grado de protección algo mayor que el primero, pero su seguridad sigue siendo muy baja; se protege la mayor parte de la cabeza pero deja la cara completamente al descubierto. Son muy comunes como cascos ciudadanos debido a su ligereza y reducido tamaño, sobre todo para uso de motonetas (*scooter*) (véase figura 4.34).

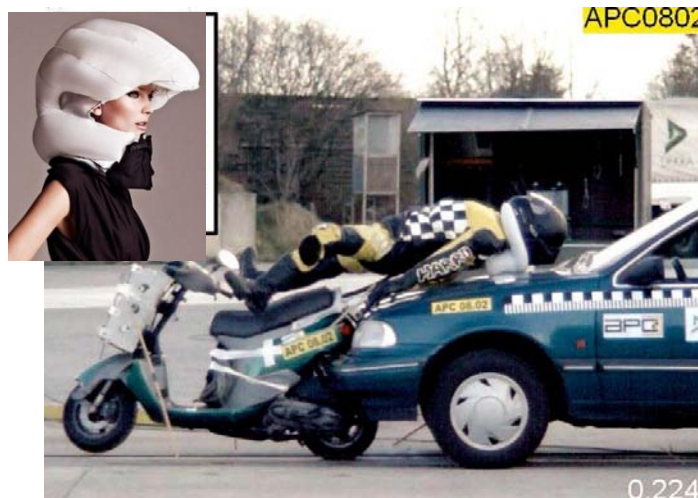


Figuras 4.34 Algunos ejemplos de los tipos de casco para motociclistas

- El *trail* presenta un buen nivel de protección al motociclista para esta práctica (recorrido en motocicleta de una distancia determinada sobre terreno accidentado y con obstáculos preparados para tal efecto), por eso su nivel de protección es considerado bueno, ya que cumplen su cometido con seguridad en la práctica de esta disciplina, pero no fuera de ella. Es importante mencionar que este tipo de casco, aunque está homologado para utilizarlo en carretera, no cuenta con pantalla, lo que lo convierte en un casco *jet* con la consiguiente merma en su nivel de seguridad (véase figura 4.34).
- El casco modular cuenta con buen nivel de protección. Es muy práctico y cómodo para viajes largos con motos de turismo, donde las paradas son frecuentes, y permite descubrirse la cara sin necesidad de quitarse el casco. El casco ganó popularidad por ser práctico. Tiene una protección abatible en el mentón (se acciona por un mecanismo sencillo) convirtiéndolo en uno similar al *jet*; por lo tanto, es más pesado que un casco integral. Algunos le incorporan una pequeña pantalla ahumada desmontable (véase figura 4.34).
- El casco *trail* con pantalla ofrece alta protección para el motociclista. El casco es un intermedio entre el todoterreno (*off-road*) y el integral. Son unidades de una sola pieza con una mentonera que deja la cara muy despejada y con visera para el sol, como el todoterreno, pero con pantalla, como el integral. Su uso está muy extendido en motocicletas *trail* y de espíritu *adventure*, así como entre los que gustan del enduro tranquilo. Es más ligero que el integral, pero más ruidoso (véase figura 4.34).
- Un casco integral es aquel que ofrece protección elevada. Está compuesto de una sola pieza, por lo que, en caso de impacto, ninguno de sus componentes puede desmontarse. Es el que mejor se adapta a la cabeza y protege firmemente toda la cara y barbilla. Es el casco más recomendable para todo tipo de motocicleta en carretera (de *scooter* a grandes motos turísticas). Existen diversas gamas, siendo los de gama más alta los más ligeros y más silenciosos (véase figura 4.32).

También existe el casco con bolsas de aire (*airbag*); se trata de un dispositivo diseñado para proteger o minimizar las lesiones que puedan sufrir los motociclistas, en caso de producirse un siniestro. Este sistema se conforma de una serie de sensores inalámbricos que, si detectan un movimiento brusco del vehículo o una separación repentina entre éste y el conductor, actúan como cualquier otra bolsa convencional, con la diferencia de que ésta es recargable. Es decir, en tan sólo 0.15 segundos activará un dispositivo pirotécnico que hará desplegar la bolsa de aire sobre la parte posterior y exterior del casco, cerca de la nuca para amortiguar el impacto contra el suelo o alguna parte del vehículo. Al momento de activarse, la bolsa de aire se despliega para absorber los movimientos del cuello y la cabeza, aminorar las lesiones al conductor y reducir el

riesgo daños en las vértebras cervicales y zona dorsal, en el caso de producirse una colisión o impacto (véase figura 4.35).



Figuras 4.35 Prueba de ensayo de un casco con airbag para protección de motociclistas

Es preciso destacar la importancia del vestuario para la seguridad del motociclista. De acuerdo con el tipo de viaje y de motocicleta que se trate, existen diferentes tipos de pantalones que amortiguan el impacto, en caso de no permanecer en el asiento durante todo el viaje.

Los pantalones cortos, bermudas o shorts no son un buen tipo de prenda de vestir para los conductores de motocicletas. Si bien es cierto que los mantienen frescos durante el recorrido, no les brindan ninguna protección en caso de ser proyectados hacia el asfalto.

No obstante su popularidad, los pantalones de mezclilla gruesos (vaqueros) ofrecen una razonable protección debido a la fuerza y durabilidad de su tejido para resistir a la abrasión. La mezclilla tampoco es muy resistente a la intemperie, tiende a absorber la humedad y a conservarla durante mucho tiempo. Por otra parte, las chaparreras o *chaps* protegen las piernas, pero cuando se produce una caída, los seres humanos tienden a caer de glúteos y es precisamente esta parte del cuerpo a la que los *chaps* no ofrecen mayor protección.

Algunos fabricantes han empezado a producir sus propios pantalones vaqueros o *jeans* para motociclistas. Aunque aparentemente son normales, estos pantalones están confeccionados con un relleno oculto para mayor protección. Además, estos modelos especiales tienen paneles de Kevlar reforzado en las áreas estratégicas de alto impacto y mantendrán las piernas a salvo después de un accidente.

Los pantalones de cuero brindan gran protección, debido a la alta resistencia a la abrasión y su cobertura en toda la parte inferior del cuerpo del motociclista. Muchos pantalones de cuero se diseñan para usarse sobrepuestos a los

pantalones a los que viste el motociclista. No obstante que este tipo de pantalones ofrece mayor protección, no es muy utilizado debido a su costo, a que es un material poco transpirable y, a que bajo la lluvia tiende a encogerse o despintarse y mancha la ropa que se lleve debajo de ellos.

Los pantalones textiles tienden a ofrecer más opciones para una mayor comodidad. Éstos están confeccionados con tejidos y fibras de diferentes densidades: a mayor grosor mayor será la protección contra temperaturas extremas y accidentes viales, mientras que más delgados solo proporcionan mayor comodidad y frescura. Hay pantalones de fibra de nylon pesado; vienen con cierres laterales y cremalleras, para quitar y ponerse fácilmente, y están confeccionados con una capa resistente al agua en el caso de lluvia.

Las particularidades entre uno y otro vestuario difieren significativamente para quienes circulan en carretera en comparación con aquellos que efectúan los recorridos a campo traviesa, entre polvo y lodo.

Otro de los avances tecnológicos en el equipamiento del motociclista consiste en la inclusión de sistemas de bolsas de aire en chalecos y chaquetas como un sistema de seguridad pasiva. Hasta el momento, el mercado ofrece dos alternativas de chalecos y chaquetas, que presentan dos formas diferentes de activar esta bolsa de aire en caso de accidente (véase figura 4.36).



Figuras 4.36 Ejemplos de chalecos con airbag para protección de motociclistas

- l) Mecanismo ~~no~~ ^{hombro al agua}, integrado por una bolsa al interior del chaleco que se infla a través de un cordón atado a la estructura de la moto y en caso de caerse o colisionar, el cuerpo del motorista sale violentamente despedido de su moto, tirando del cordón y accionando de forma inmediata (de 0.1 a 0.3 segundos) el mecanismo de inflado de dióxido de carbono integrado.

II) Sistema electrónico: es más caro, pero más preciso y efectivo; la bolsa de aire es inteligente e incorpora sensores y acelerómetros, cuyos datos se analizan de forma constante; cuando los datos describen una caída o colisión, el sistema infla rápidamente la bolsa y pasados 30 segundos, el sistema la desinfla. Si la chaqueta, la bolsa y el sistema no han sufrido daños durante su uso o en un posible accidente, se reutilizan simplemente reemplazando la botella de CO₂. La chaqueta con bolsa de aire amortigua en gran medida los impactos en columna, cuello, costillas y clavícula.

A continuación se mencionan cinco dispositivos que se recomiendan para un motociclista: I)) *intercomunicador Bluetooth para casco*. Su uso sigue extendiéndose conforme la necesidad de estar conectados o localizables va creciendo. Las funcionalidades que ofrecen son variadas y, a medida que la tecnología evoluciona, los costos de estos dispositivos se abaten; II) *dispositivo satelital*. La utilidad de este dispositivo es localizar la unidad en caso de falta de conexión de datos. Se puede instalar en el tanque de la motocicleta y conectar vía Bluetooth al teléfono con el objetivo de convertirlo en un teléfono satelital; III) *guantes con calefacción*. Se trata de guantes adaptados con paneles internos que proporcionan calor, cuya fuente de energía puede ser una batería recargable integrada o la corriente de la moto; IV) *GPS*. La funcionalidad principal es mostrar la ubicación de la unidad y la red carretera por la que se puede circular. Al elegir el mejor GPS, hay que revisar todas las funcionalidades y sobre todo la resistencia del dispositivo, y V) *control para teléfono inteligente*. Existen modelos inalámbricos que permiten tener un *smartphone* dentro de la chamarra o en tus maletas, sin necesidad de sacarlo mientras se conduce.

5 Conclusiones y recomendaciones

En función de que los usuarios vulnerables transitan por la Red Carretera Federal (RCF) se consideró importante identificar la totalidad de colisiones en las que intervienen como responsable o involucrado y de esta forma conocer la situación actual de la siniestralidad con la participación de éstos para ofrecer lineamientos generales que mejoren la seguridad vial permitiendo una mejor convivencia entre todos los usuarios de la vía.

De manera general, para todos los usuarios vulnerables se desprenden los siguientes comentarios:

- Dentro del periodo de análisis (2010-2013) se registraron 7,664 siniestros, 2,498 muertos y 7,339 lesionados con participación del usuario vulnerable, lo que representa el 7.8, 14.2 y 7.4%, respectivamente del total registrado en la RCF.
- La evolución de la proporción de los saldos de las colisiones con participación del usuario vulnerable por entidad federativa muestra variantes para cada estado, por ejemplo, Guanajuato se mantiene constante durante el periodo de análisis con una elevada proporción de muertos (en torno a 21%) y baja en cuanto a accidentes y lesionados (en torno al 9%); Nayarit y Sonora tienen una tendencia al alza en términos de colisiones y víctimas; en cambio Chihuahua muestra una tendencia a la baja.
- El usuario vulnerable es responsable, en promedio, de seis de cada diez siniestros. En el caso particular de las motocicletas, peatones y bicicletas, los porcentajes promedio equivalen a 61.3, 51.7 y 66.5, respectivamente; en el caso del jinete, se le atribuye 20 de los 22 eventos en los que participó.
- El vehículo ligero (sedán y pick-up) participa en promedio en dos de cada tres accidentes contra un usuario vulnerable.
- Se observa que en la distribución de muertos, el 80% corresponde a motociclistas y peatones, mientras que el 20% está representado por ciclistas. Respecto a los lesionados, al motociclista corresponden dos terceras partes, al peatón una cuarta parte y un 10% al ciclista.
- Respecto a la temporalidad de los siniestros con participación del usuario vulnerable, para el periodo de 2010 a 2013, se observa una media mensual de 639 siniestros, 612 lesionados y 208 muertos, siendo diciembre el mes con mayores saldos (722, 687 y 270, respectivamente) y julio el mes que registra saldos más bajos (550, 179 y 491, respectivamente). En términos horarios, es el periodo de las 20 a 23 h el que presenta la mayor concentración de saldos.

- El promedio mensual de atropellamientos durante 2010 fue de 61 y los meses que acumulan mayor cantidad de estos siniestros son marzo (76), abril (72), diciembre (72) y mayo (71), y con menores cifras están junio y julio (38 y 46, respectivamente). En el caso de las víctimas, el promedio también es de 74 por mes (32 muertos y 42 lesionados) y diciembre registra la cifra más elevada, con 103 víctimas. Durante los fines de semana se acumula el 50% de los atropellamientos y de las víctimas. El periodo de las 18 a las 23 h agrupa más de un tercio de los atropellamientos y el 42% de los muertos. Durante el periodo diurno y nocturno se registran prácticamente el mismo número de atropellamientos, sin embargo la severidad de los siniestros nocturnos es mucho mayor con 0.65 muertos por accidente mientras que durante el día esta relación es de 0.37.

Del análisis particular de peatones se observó lo siguiente:

- Los peatones, tanto lesionados como muertos, menores de 15 años representan el 12% de las víctimas mientras que los peatones de la 3ª edad agrupan el 16%. El 70.2% de los peatones son del género masculino.
- Es evidente que el efecto de la velocidad en las carreteras de cuatro carriles incrementa la severidad de los atropellamientos ya que el 54% de los peatones atropellados mueren en el lugar del accidente mientras que, en carreteras de dos carriles, esta proporción es de 42%.
- Independientemente del número de carriles de la carretera, el número de peatones atropellados al iniciar el cruce es prácticamente el mismo que al terminarlo; aunque las colisiones donde los peatones son golpeados con la parte frontal del vehículo son mucho más severas que aquellas donde es golpeado con un costado del mismo.
- Al combinar los alineamientos horizontal y vertical se observa que los atropellamientos se localizan en zonas que, en teoría, no tienen restricciones de visibilidad tangente (82.8% de los casos) y a nivel (70.9%).
- No necesariamente todos los atropellamientos ocurren durante la maniobra de cruce, una tercera parte de los incidentes sucedieron cuando el peatón está fuera de la superficie de rodamiento o caminando sobre el acotamiento.

Del análisis particular de ciclistas se destaca lo siguiente:

- Para el caso de las bicicletas durante 2010 se registraron 237 colisiones, con 101 ciclistas muertos y 138 lesionados. La responsabilidad del siniestro es del ciclista en el 68% de los casos.
- En promedio, se registran 20 percances por mes con igual número de víctimas. Respecto a la temporalidad por día de la semana, el sábado es el que presenta mayor número de siniestros y víctimas con 44 y 45, respectivamente. Durante el día existen dos periodos importantes, a las 8 h ocurre el 11% de las colisiones y, posteriormente, de las 19 a las 22 h se concentra el 22%.

- Analizando los datos de los ciclistas, se observa que la edad promedio es de 44 años, pero los ciclistas entre 20 y 24 años representan el 11% de las víctimas. Respecto a la distribución por sexo, el 97.5% son hombres.
- Para los ciclistas el impacto más común es el lateral; sin embargo, las estadísticas revelan que los alcances son los siniestros de mayor severidad, ya que en 52 colisiones se reportaron 28 muertos (0.54 muertos/accidente), seguido por los impactos frontales con una relación de 0.46 muertos/accidente.
- En carreteras de cuatro carriles se registran el mayor número de colisiones con ciclistas (57%); sin embargo, suelen ser más severos los percances en carreteras de dos carriles con acotamiento (0.5 muertos/accidente).

Del análisis particular de motociclistas se enfatiza lo siguiente:

- Se analizaron 965 percances que dejaron 219 y 941 motociclistas muertos y lesionados, respectivamente; el 75% de las colisiones de fueron contra otro vehículo y el conductor de la motocicleta es el responsable del 45% de los casos.
- Solamente en 122 de los 965 hechos de tránsito, se reportó el uso del casco por lo tanto, en el 70.5% de los casos, el motociclista no portaba el dispositivo de protección.
- En cuanto a la temporalidad mensual no se observa ninguna tendencia de los percances a lo largo del año. Respecto a los días de la semana, los sábados y domingos acumulan el 39%. Durante el día, de las 16 a las 22 h, se presenta el mayor número de colisiones con víctimas concentrando el 39 y 41% del total de percances y víctimas, respectivamente.
- En la distribución de la edad de los motociclistas el rango de 20 a 24 años agrupa el 22%, seguido por los rangos de 25-29 y 30-34 años con 18 y 15%, respectivamente. La edad media de los motociclistas es de 32 años y el 94.5% son hombres.
- Al vincular la información de siniestros con el tipo de carretera, se obtuvo que en carreteras de dos carriles sin acotamientos ocurre el 42%, en carreteras de cuatro carriles el 39% y el 19% en carreteras de dos carriles con acotamientos.
- No obstante que las colisiones laterales sean las más frecuentes y por ende agrupen el mayor número de víctimas, es importante mencionar que las colisiones frontales, evidentemente por la naturaleza del impacto, son las más severas con 1.31 víctimas/accidente y de las cuales el 30% son víctimas mortales, en segundo orden están los alcances con una relación de 1.27 víctimas/accidente donde el 24% fallece en el lugar del siniestro.

- De las 237 colisiones unitarias, se identificó que el 95% corresponde a derrapes de los cuales: en el 40% de los casos la motocicleta salió del camino una vez que deslizó, 31% se quedó sobre la carretera y 24% colisionó contra un objeto fijo, siendo este último el más severo ya que el 24% de las víctimas mueren en el lugar del siniestro.
- Las colisiones entre motocicleta y vehículo automotor están relacionadas principalmente con las siguientes infracciones: no respetar el ceda el paso (24.3%), la velocidad inmoderada (19.1%), la invasión del carril contrario (14.0%), no guardar la distancia (9.1%) y la mala ejecución de vuelta izquierda (7.9%); en segundo orden de importancia están los cambios intempestivos de carril, rebases indebidos y no respetar el señalamiento. En el caso de los accidentes unitarios es común encontrar en los Hechos de tránsito a la velocidad inmoderada como la causa principal atribuible al percance.

Desde el punto de vista de salud pública, se considera que el problema del atropellamiento ha sido poco estudiado; en general, las acciones emprendidas se han orientado hacia el conductor y los ocupantes del vehículo automotor y se ha puesto poca atención al resto de los actores en la circulación vial. De ahí la importancia de realizar investigaciones más rigurosas encaminadas a proteger al peatón en países de bajos y medianos ingresos [Ameratunga 2006 y Bunn 2003].

Aunque puede señalarse una falta de respeto al usuario vulnerable por parte de los automovilistas, éstos usuarios también cargan con cierta culpabilidad, principalmente al cruzar la carretera, transitar en sentido contrario, no utilizar la infraestructura provista para ellos, así como no respetar el señalamiento, principalmente el semáforo o señal de alto.

Si bien en muchas ciudades existe el fomento y la difusión del uso de la bicicleta, es necesario impulsar la realización de acciones integrales y permanentes con la participación de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal) basadas en evidencia científica para mejorar la seguridad vial de los usuarios vulnerables.

Se propone primeramente generar una estrategia para la formación del ciudadano dentro de la RCF; es decir, a partir del reglamento de tránsito vigente promover comportamientos rurales responsables con apoyo de elementos de diseño espacial, su difusión mediante señalamiento para que la movilidad peatonal, ciclista y motociclista sea una práctica segura y sostenible en el tiempo.

Los tipos de intervención deben estar orientados a la aplicación de la normativa vigente; el uso de tecnología orientada a la seguridad vial; la realización de campañas de difusión, educación, capacitación y comunicación permanentes entre diferentes tipos de usuarios sobre la necesidad del cambio de conducta y actitud hacia una cultura de la seguridad vial; la ejecución de investigaciones puntuales sobre factores de riesgo más comunes, así como la evaluación de la siniestralidad.

Bibliografía

- A-bike, 2015. *A-bike electric*. Un bicicleta eléctrica, inventor Sir Clive Sinclair, Inglaterra
- AEC, 2015. *Apuntes del Curso de formación de Inspectores y Auditores de Seguridad Vial*, Asociación Española de la Carreteras AEC, IVIA e IMT, Madrid, España
- Autocosmos, 2014. *J.D. Power anuncia a los ganadores del Estudio de Satisfacción 2014 en México*, Miriam Santillán, Autocosmos, Ciudad de México, México
- Babbie Ross Silcock, 2003. *Guidelines for estimating the cost of road crashes in developing countries*, proyecto R7780, Departamento para el Desarrollo Internacional, Transport Research Laboratory, Londres, Reino Unido.
- Barrero, L. H., Quintana, L. A., Sánchez, A., Forero, A., Quiroga, J. & Felknor, S., 2013. *Pedestriansq Beliefs about Road Crossing in Bogotá: Questionnaire Development*, Universitas Psychologica 12 (2): 433-444, Bogotá, Colombia.
- BID, 2015. *Mesa temática de Seguridad Vial Infantil - Caminos Escolares*, Banco Interamericano de Desarrollo, BID Argentina, Agencia Nacional de Seguridad Vial, Argentina.
- Cámara de Diputados, 2014. *Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal*, LCPAF, LXII Legislatura, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Ciudad de México, México
- CES, 2015. *Volvo unveils collision prediction technology for cyclists*, Consumer Electronics Show (CES), Tech World, Margi Murphy, Las Vegas, EE.UU.
- CONAPO, 2014. *Proyecciones de población del CONAPO 2010-2050*, Consejo Nacional de Población CONAPO, NOM 035 SSA3 2012, Secretaría de Gobernación, Ciudad de México, México
- Corres, Dana, 2014. *Rompiendo el mito de los puentes peatonales*, Veo verde, Cultura verde, Ciudad de México, México

- Cuevas C. et al., 2013a. *Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2010)*, Documento técnico núm. 51, IMT, Sanfandila, Querétaro
- Cuevas C. et al., 2013b. *Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2011)*, Documento técnico núm. 56, IMT, Sanfandila, Querétaro
- Cuevas C. et al., 2014. *Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2012)*, Documento técnico núm. 57, IMT, Sanfandila, Querétaro
- Cuevas C. et al., 2015. *Anuario estadístico de accidentes en carreteras federales (2013)*, Documento técnico núm. 61, IMT, Sanfandila, Querétaro
- De Buen R., Óscar, 2014. *Tendencias mundiales: evolución del sistema carretero y temas actualidad*, artículo revista Vías Terrestres, núm. 32, AMIVTAC, Ciudad de México, México
- DGT y UV, 2007. *EMOVE: Estudio estadístico de los accidentes de motocicleta y las colisiones con turismo y otros vehículos*, PU_024280, Dirección General de Tráfico y Universidad de Valencia (INSTRAS), España.
- DGT, 2014. *Otros elementos de seguridad pasiva: el airbag, el casco, el reposacabezas*, NIPO: 128-14-040-2 Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior, Madrid, España
- DOF, 2011. *NORMA Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*, Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Ciudad de México, México
- DOF, 2012. *Reglamento de Tránsito en Carreteras y Puentes de Jurisdicción Federal*, Poder Ejecutivo, Secretaría de Seguridad Pública, Ciudad de México, México
- DOF-UE, 2009. *Reglamento (CE) No. 78/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, 4.2.2009*, Diario Oficial de la Unión Europea
- El Financiero, 2014. *Las motos y el telepeaje*. El Financiero, Rodar y Rodar, Ciudad de México, México <http://www.elfinanciero.com.mx/blogs/rodar-y-rodar/las-motos-y-el-telepeaje.html>
- El País, 2015. *La ONU presiona a Latinoamérica para reducir la siniestralidad vial*, El País, Economía, J. Jiménez Gálvez, Landsberg, Alemania http://economia.elpais.com/economia/2015/10/13/actualidad/1444757360_399605.html
- El Universal, 2104. *Bici, auto y peatón, ¿enemigos+ en las calles*. artículo publicado en El Universal, Periodismo de investigación, Ciudad de México, México <http://www.eluniversal.com.mx/ciudad-metropoli/2014/bici-auto-y-peaton-34enemigos-34-en-las-calles-1030935.html>

-
- Ford, 2013. *Ford develops test car that automatically steers around stopped or slowing vehicles or pedestrians*, News, Ford Europa, Lommel, Bélgica
 - FMB, 2015. *5° Foro Mundial de la Bicicleta (FMB)*, Energía Humana, Poder Ciudadano, Plataforma urbana, Santiago de Chile, Chile
 - General Motors, 2012. *GM desarrolla tecnología inalámbrica de detección de peatones*, Chevrolet, Detroit, EE.UU.
 - Haddon William Jr., 1968. *The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based*, American Journal of Public Health, 58:1431. 1438, EE.UU.
 - Hija Martha C. *El camino peligroso del peatón: Los atropellamientos como problema de Salud Pública*, VCI-3, Instituto Nacional de Salud Pública, Secretaría de Salud, Cuernavaca, Mor. México
 - I-CE, 2015. *Cycling inclusive planning*, Interface for Cycling Expertise (ICE), Utrecht, Holanda <http://www.i-ce.nl/>
 - IDOM, 2010. *Plan Director de la Bicicleta de Zaragoza*, IDOM Zaragoza, Ayuntamiento Zaragoza, Zaragoza, España
 - INEGI, 2009. *Síntesis metodológica de la estadística de accidentes de tránsito terrestre en zonas urbanas y suburbanas*, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, Aguascalientes, Ags., México
 - INEGI, 2014. *Accidentes de tránsito en zonas urbanas y suburbanas 2013*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, Ags., México
 - ITDP, 2011. *Manual Ciclociudades*. 6 tomos, Institute for Transportation and Development Policy (Instituto de Políticas para el Transporte y Desarrollo México) ITDP México, Interface for Cycling Expertise (I-CE), Embajada de los Países Bajos, Ciudad de México, México
 - ITDP, 2013. *Invertir para movernos, prioridad inaplazable: Diagnóstico de fondos federales para transporte y accesibilidad urbana en México, 2012*, ITDP México, Embajada Británica en México, ISBN 978-607-8288-05-2, Ciudad de México, México
 - Latin NCAP, 2014. *Programa de Evaluación de Autos Nuevos para América Latina y el Caribe*, Secretaría Latin NCAP, Proyecto 2010-2013, Fase V Montevideo, Uruguay
 - Mayoral G., Emilio, 2014. *Análisis de la Siniestralidad de los Usuarios Vulnerables en Carreteras Federales*, Protocolo de investigación SI 02/15, IMT, Sanfandila, Querétaro, México
 - OMS, 2004. *Informe sobre la salud en el mundo. Cambiemos el rumbo de la historia*, ISBN 92 4 356265 7, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza
-

- OMS, 2009. *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Es hora de pasar a la acción*, ISBN 978 92 4 356384 8, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza
- ONU, 2010. *Decade of Action for Road Safety 2011-2020*, Declaratoria de la Asamblea de la Organización de las Naciones Unidas, Washington DC, EE.UU. www.who.int/roadsafety/decade_of_action/
- PF, 2013a. *Bases de datos de accidentes en carreteras federales 2011*, Policía Federal, SEGOB, Ciudad de México, México
- PF, 2013b. *Bases de datos de accidentes en carreteras federales 2012*, Policía Federal, SEGOB, Ciudad de México, México
- PF, 2013c. *Bases de datos de accidentes en carreteras federales 2013*, Policía Federal, SEGOB, Ciudad de México, México
- Ruiz Roberto, 2015. *Tipos de cascos de moto*, Motos, <http://motos.about.com/od/equipamiento-motorista/tp/Tipo-De-Cascos-De-Moto.htm>
- SAADA, 2012. *Bases de datos de accidentes 2010 generadas en el sistema SAADA*, IMT, Querétaro, México
- Salas, Jorge, 2015. *Ciclistas, en la mira para nuevas multas*, Enterate.mx, Noticias digeridas, relevantes y a la mano, Ciudad de México, México
- Sanz, Alfonso, 1999. *La bicicleta en la ciudad: manual de políticas y diseño para favorecer el uso de la bicicleta como medio de transporte*. Ministerio de Fomento, Madrid, España
- SCT, 2014. *Anuario Estadístico Sector Comunicaciones y Transportes-2013*, Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT, Dirección General de Planeación, Ciudad de México, México
- SEDESOL, 2012. *La Expansión de las Ciudades 1980-2010*, Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL, Ciudad de México, México
- Setravi, 2013. *Programa Integral de Movilidad 2013-2018*, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría de Transportes y Vialidad (Setravi), Ciudad de México, México
- SMA-DF, 2011. *Manual del Ciclista urbano de la Ciudad de México*, Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Ciudad de México, México
- STCONAPRA, 2014a. *Informe sobre la situación de la Seguridad Vial, México 2014*. Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes STCONAPRA, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México

-
- STCONAPRA, 2014b. *Accidentes de tránsito México 2013*. Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes STCONAPRA, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México
 - STCONAPRA, 2015a. *Guía para prevenir accidentes de tránsito. Niños peatones*, Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes STCONAPRA, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México
 - STCONAPRA, 2015b. *Guía para prevenir accidentes de tránsito. Ciclista urbano*, Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes STCONAPRA, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México
 - TRB, 2010. *Highway Capacity Manual 2010*, Transportation Research Board TRB, Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes AASHTO y Administración Federal de Carreteras FHWA, Washington D.C., EE.UU.
 - TRB, 2012. *Chapter 16 - Pedestrian and Bicycle Facilities*, Transit Cooperative Research Program TCRP Report 95, Transportation Research Board TRB, Washington D.C., EE.UU.
 - Trinca G et al., 1988. *Reducing traffic injury: the global challenge*. Royal Australasian College of Surgeons, Melbourne, Australia
 - TTL, 2014. *iSight Cycle Safety Sign*, Traffic Technology, Ltd (TTL), Buckingham, Reino Unido www.trafficttechnology.co.uk
 - Ullóa Fernando, 2015. *Poner un freno*, artículo de la revista Todo Riesgo, pp 106, Conducta vial, Buenos Aires, Argentina
 - Vélo Québec, 2003. *Technical Handbook of Bikeway Design*, 2a edición, Montreal, Québec, Canada <http://www.velo.qc.ca/english/home.lasso>
 - Vollpracht Hans-Joachim, 2011. *Linear settlements, vulnerable road users and the implications for urban land use and development in different countries*, XXIV° Congreso Mundial de Carreteras, Asociación Mundial de Carreteras, Ciudad de México, México
 - Volvo, 2012. *Volvo's Pedestrian Airbag Technology and Pedestrian Detection*, European Motor News Volvo Car Group's, Volvo V40, Suecia
 - Secretaría de Salud, Dirección General de Información de Salud, Base de datos de mortalidad 2010, México http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_defunciones.html
 - INEGI, Censo Nacional de Población y Vivienda 2010
-



Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

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