

Auditorías viales e intervenciones para prevenir atropellamientos, Cuernavaca, México, 2010

Road audits and interventions to prevent pedestrian injury,
Cuernavaca, Mexico 2010

Jorge M. Rodríguez H.¹; Martha Híjar M.²; Andrés Villaveces I.³

¹ MD. MSc. PhD. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. Correo electrónico: jrodriguez.h@javeriana.edu.co

² MD. MSP. PhD. Fundación Entornos, Cuernavaca. México. Correo electrónico: mhijar@fundacionentornos.org

³ MD. MSP. PhD. Universidad del Valle. Cali, Colombia. Correo electrónico: avillav@outlook.com

Recibido: 09 de julio de 2013. Aprobado: 10 de abril de 2014.

Rodríguez JM, Híjar M, Villaveces A. Auditorías viales e intervenciones para prevenir atropellamientos, Cuernavaca, México, 2010. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2014; 32(3): 275-281.

Resumen

Los atropellamientos son un problema de Salud Pública en México. Representan más del 40% de las muertes reportadas como lesiones causadas por el tránsito (LCT). En zonas urbanas representan hasta el 60% de las LCT. **Objetivo:** caracterizar y analizar algunas zonas donde se concentraban tanto las muertes como los lesionados por atropellamiento en Cuernavaca, México. **Metodología:** desde un estudio descriptivo-retrospectivo se planearon y ejecutaron auditorías viales sobre las intersecciones que habían representado mayor riesgo de lesiones y muertes en peatones. En cada lugar se evaluó el aforo peatonal, vehicular, los ciclos semafóricos, las condiciones del medio ambiente físico y se tomaron archivos fotográficos. **Resultados:** se observó deficiencia de elementos

del medio ambiente físico: señalamientos desgastados sobre y al costado de la vía, mala visibilidad por ramas de árboles, vehículos estacionados indebidamente, paradas no autorizadas de transporte público, no uso de puentes peatonales y ciclos semafóricos deficientes. **Conclusión:** las auditorías viales son herramientas procedentes y empleadas en la ingeniería del tránsito, poco usadas por los salubristas como técnicas para prevenir LCT, en especial atropellamientos. Permiten diseñar e implementar medidas de prevención primaria para disminuir los riesgos de lesión en los usuarios más vulnerables de la vía pública: los peatones.

-----*Palabras clave:* prevención, lesiones, seguridad vial, México.

Abstract

Pedestrian injuries are a public health problem in Mexico. Represent more than 40% of the deaths reported as road traffic injuries (RTI). Likewise, they represent up to 60% of all RTIs in urban areas. **Objective:** To characterize and analyze the areas with a high incidence of fatal and non-fatal pedestrian injuries in

Cuernavaca, Mexico. **Methodology:** a retrospective descriptive study in which street audits were conducted on the intersections with the highest risk of pedestrian fatality and injury. Pedestrian and vehicle equipment, light cycles and the features of the physical environment were assessed for each place. These

assessments were supplemented with photographic evidence. **Results:** deteriorating or missing physical environment elements were observed, e.g. worn out signs on the road and beside it, poor visibility due to the presence of tree branches, vehicles parked in inappropriate locations, unauthorized public transport stops, lack of use of pedestrian bridges, and short traffic light cycles. **Conclusions:** road audits are tools used in traffic engineering

but underutilized by public health professionals as techniques to prevent RTIS, particularly pedestrian injuries. These tools facilitate the design, planning and implementation of primary prevention measures to reduce injury risks amongst the most vulnerable users of public roads: pedestrians.

-----*Keywords:* prevention, injuries, safety road, hot spots, Mexico.

Introducción

Los atropellamientos son un problema de salud pública en México y son la primera causa de muerte dentro del rubro de las lesiones causadas por el tránsito (LCT). Según la Organización Panamericana de la Salud, los peatones son los actores más vulnerables de la vía pública, especialmente en zonas urbanas densamente pobladas como Ciudad de México, donde el 56,5% de las defunciones por LCT, han sido atropellamientos [1,2].

Esta investigación se llevó a cabo en una ciudad intermedia de la República Mexicana, Cuernavaca, ubicada a 90 kilómetros al sur de Ciudad de México. Para 2006, en esta ciudad se estimó la presencia de alrededor de 350.000 habitantes, no obstante, su zona metropolitana (incluyendo a los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata) contaba con cerca de 600.000 habitantes [3]. Para ese año, 41,8% de las muertes por LCT fueron debidas a atropellamientos, donde uno de cada tres alcanzó a llegar a los servicios de salud, no obstante, allí murieron. Tres de cada cuatro muertes fue en hombres (74,4%); 40% de los afectados tenían entre veinte y cincuenta y cinco años, 34,6% eran mayores de sesenta años; 42,1% eran casados o vivían en unión libre, sugiriendo que eran responsables de un hogar; 53% de los afectados tenían baja o nula escolaridad [4].

El mejoramiento de los procesos de seguridad vial para prevenir lesiones por atropellamientos, requiere primero la identificación, caracterización y análisis de puntos críticos (del inglés *hotspots*), éstos se identifican con procesos de análisis geográficos.[5,6]. Posteriormente, se deben realizar auditorías viales: éstas, corresponden a procedimientos sistemáticos donde un auditor independiente y calificado compruebe las condiciones de seguridad de un proyecto de una carretera nueva o existente, o de cualquier proyecto que pueda afectar la vida de los usuarios; también se han definido como herramientas usadas en la ingeniería del transporte, las cuales permiten realizar procesos de observación y análisis de condiciones ambientales, con el ánimo de identificar los posibles riesgos a los cuales han estado expuestos los usuarios de la vía pública (en nuestro caso peatones), para diseñar e implementar medidas preventivas o correctivas e intervenciones ajustadas a los sitios analizados [7,8].

Este artículo tiene como objetivo resaltar el proceso realizado a través de las auditorías viales empleadas en el transcurso de una investigación orientada al diseño, la implementación y la evaluación de una intervención para prevenir lesiones por atropellamientos que estuvo en curso entre 2011-2013 en la ciudad de Cuernavaca, México.

Metodología

A partir de un estudio descriptivo, retrospectivo, se emplearon diversas fuentes de información locales [9-11], que permitieron georreferenciar las lesiones por atropellamientos. Se emplearon registros de atención pre-hospitalaria correspondientes a la zona urbana de Cuernavaca, ocurridos entre 2008 y 2009. Cada uno de los eventos se georreferenció de forma manual y se procesó en ArcGIS [12], programa diseñado para analizar información espacial.

El análisis geográfico de estos eventos incluyó la elaboración de mapas, en los cuales se generaron áreas de 100 y 200 metros de diámetro para detectar los sectores donde se concentraba el mayor número de lesionados. Con base en éstas se ubicaron los puntos críticos o sitios de mayor concentración de atropellamientos. Hubo, al menos 15 zonas al interior de la ciudad, que tenían tres o más eventos por año, durante los dos años. No obstante, por aspectos logísticos y presupuesto, más algunos criterios (que estuvieran ubicadas dentro de la zona urbana de la ciudad, con usos de suelos similares: comercial, habitacional, mixto, etc., dentro de vialidades tipo arteria, con afluencia peatonal y vehicular similar, y lugares acordados con las autoridades de tránsito del municipio de Cuernavaca), se seleccionaron solamente seis.

Los puntos críticos seleccionados se analizaron por medio de auditorías viales. Éstas fueron realizadas por profesionales en ingeniería del transporte y con tres grupos de técnicos con conocimientos viales; incluyeron observación en terreno acerca de las condiciones ambientales donde habían ocurrido los atropellamientos. El análisis incluyó observación de presencia o ausencia de semáforos, análisis de pertinencia de ciclos semaforicos: aceptable (medido como aquél que tenía al menos de seis a ocho segundos sin movimientos vehiculares que permitiera el paso del peatón), insuficiente (con tiempos

de menos de seis segundos de movimientos vehiculares que no permitían el paso seguro del peatón) o no aplica (donde no existían semáforos), presencia y estado de señales de tránsito, mediciones de flujos peatonales y flujos vehiculares, presencia de puentes, presencia de vendedores ambulantes, presencia de cabinas telefónicas, paradas de autobuses, presencia de automóviles estacionados, presencia de árboles sin mantenimiento, presencia de puestos ambulantes, presencia de postes de luz y de jardineras: también se hizo medición, descripción y caracterización de andenes y los espacios designados a los peatones, al igual que el estado del señalamiento sobre y al costado de las vías [8,13].

El equipo de técnicos y profesionales, liderados por una Ingeniera del Transporte, diseñó diagramas de accidentalidad, los cuales corresponden a trazos cartográficos que permiten caracterizar los lugares donde ocurrieron los eventos, los cuales, se complementaron con archivos fotográficos obtenidos de Google Earth®. [14] Estos procedimientos se realizaron a mediados del año 2010, se hicieron en horas de la mañana y en los horarios de máximo flujo vehicular.

Las auditorías en seguridad vial se realizaron como un insumo dentro del proyecto “Ambiente Seguro: Intervenciones para prevención de atropellamientos”, el cual había sido aprobado por

los comités de ética e investigación del Instituto Nacional de Salud Pública de México.

Resultados

Se observaron seis sitios al interior de la ciudad, en los cuales hubo más de tres atropellados por año; estos lesionados, representaron cerca del 15% de los atropellados registrados entre 2008 y 2009 para la ciudad de Cuernavaca. De los seis sitios observados, en dos glorietas, se concentraron cerca del 50% de las lesiones observadas; en cuatro de los seis sitios hubo presencia de semáforos peatonales, y en tres de éstos, se estimó que el tiempo de los ciclos semafóricos era insuficiente para el paso seguro de los peatones debido a que el movimiento vehicular era continuo.

En todos los sitios, sin excepción, se encontraron obstáculos que disminuían el libre tránsito de los peatones, por los andenes (postes de luz, cabinas telefónicas, publicidad, árboles sin mantenimiento), éstos eran angostos y no permitían el paso adecuado de los peatones. De la misma forma, en todos los sitios hubo limitaciones en cuanto a los señalamientos horizontales y verticales, (sobre el costado de la vía) se encontraban desgastados o de plano no existían; también en algunos de estos sitios se encontraron vehículos estacionados de forma inapropiada sobre la vía (figura 1).



Figura 1. Archivos fotográficos sobre los lugares donde se realizaron las auditorías viales, Cuernavaca, Morelos, 2010.

En dos sitios se encontró presencia de puentes peatonales, los cuales estaban subutilizados, se observó que las personas prefieren pasar por debajo; los puentes peatonales tenían deterioro físico, falta de mantenimiento y desaseo. En al menos dos sitios, no se encontró presencia de alumbrado público, lo cual incrementa la posibilidad de su no uso.

En uno de los sitios analizados, se encontraron paradas para el transporte público que alteran la operatividad de la vía (aceras 1 y 3), las cuales deben ser objeto de ajustes y modificaciones específicas con la finalidad que los autobuses hagan sus maniobras de carga y descarga sin alterar el tránsito de los peatones y la movilidad de otros vehículos (figura 2). En la tabla 1, se describe de forma resumida los hallazgos principales de los sitios analizados.

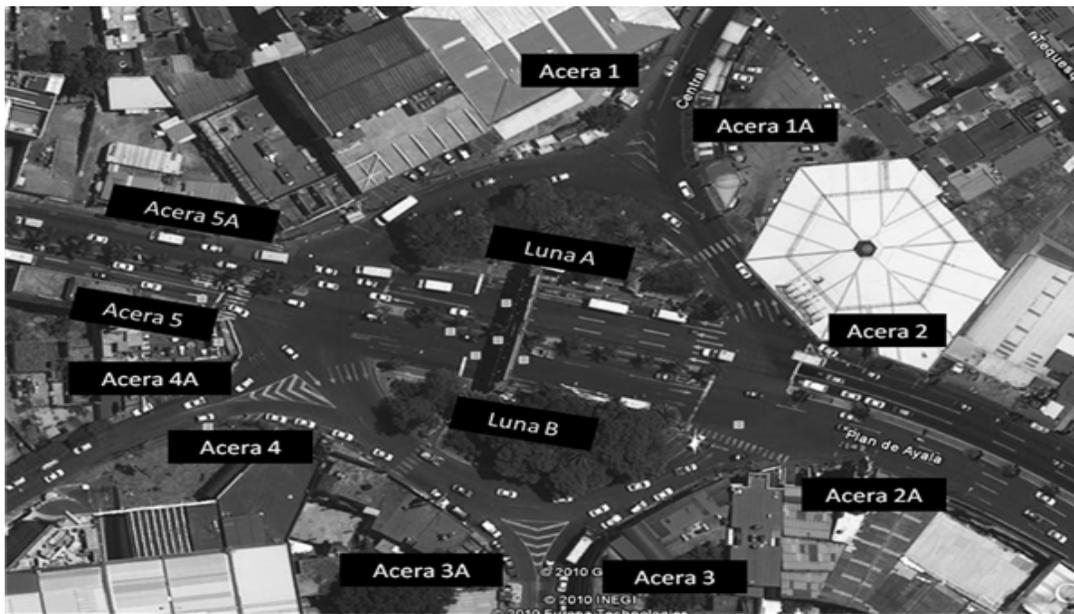


Figura 2. Paradas de transporte público y ubicación dentro de una de las glorietas, Cuernavaca, Morelos 2010.

Fuente: Google earth

Tabla 1. Hallazgos principales de auditorías viales en “puntos negros”.Cuernavaca, México, 2010

Sitio observado	Número de aceras	Ciclos semafóricos	Tipos de obstáculos	Observaciones
1	12	Insuficientes: Los tiempos semafóricos existentes no dan posibilidad de cruce seguro al peatón. Además, el movimiento vehicular es continuo.	Postes de luz Casetas de teléfono Puestos ambulantes Parada de autobuses Casetas de teléfono Jardineras	Señalamientos sobre y al costado de la vía desgastado, sin delimitación adecuada de carriles; también, el señalamiento al costado está obstaculizado por ramas de árboles y hay presencia de automóviles estacionados en sectores no permitidos.
2	13	Aceptables: Los tiempos semafóricos permiten pasar de forma relativamente adecuada a los peatones	Postes de luz Casetas de teléfono Puestos ambulantes Vehículos estacionados Palmeras sin mantenimiento	Señalamiento sobre y al costado de la vía desgastado, con delimitación deficiente de carriles. Existen camellones sin pintura alrededor.

Continuación tabla 1

Sitio observado	Número de aceras	Ciclos semafóricos	Tipos de obstáculos	Observaciones
3	5	Insuficientes: Los tiempos semafóricos existentes no dan posibilidad de cruce seguro al peatón. Son muy cortos	Postes de luz Casetas de teléfono Parada de autobús Puesto de periódicos Señalamiento	Aunque existe un puente peatonal, es sub usado por deterioro físico y suciedad. Los obstáculos en la acera, obligan a los peatones, a caminar sobre la calle. No existe señalamiento sobre la vía y el señalamiento al costado está obstruido por árboles.
4	2	No aplica	Postes de luz Árboles sin mantenimiento Casetas de teléfono Parada de autobús Puestos ambulantes	No existen líneas delimitadoras de carril, en general, falta señalamiento sobre la vía y algunos separadores de concreto han sido retirados.
5	5	Insuficientes: Los tiempos semafóricos existentes no dan posibilidad de cruce seguro al peatón. Son extremadamente cortos	Postes de luz Propaganda de telefonía Casetas de teléfono Árboles sin mantenimiento Jardineras	No existen señalización con sentidos de circulación y no hay alumbrado público. No hay señalamiento sobre la vía, el señalamiento al costado está obstruido por postes y casetas de teléfono. Existe un puente peatonal sub usado.
6	3	No aplica	Postes de luz Propaganda de telefonía Puestos ambulantes	No existe señalización para orientar circulación y no hay alumbrado público suficiente. No existe señalamiento sobre y al costado de la vía.

Discusión

Se observó que la presencia de algunos factores y elementos del medio ambiente físico, como señalamiento, sobre y al costado de la vía, desgastado, mala visibilidad por presencia de ramas de árboles, presencia de vehículos estacionados en lugares indebidos, paradas no autorizadas de transporte público, no uso de los puentes peatonales, entre otros, pudieron estar asociados con la ocurrencia de lesiones por atropellamientos.

Este artículo tiene varias limitaciones, una de ellas tiene que ver con la falta de capacidad de establecer relaciones causales entre los factores de riesgo observados y la ocurrencia de las lesiones causadas por el tránsito que se presentaron en estos lugares; no obstante, se tiene antecedentes, de otros estudios, donde la presencia de estos elementos, se comportan como disparadores de la ocurrencia de estos eventos [5,6,15,16]. Otra limitante corresponde a la selección de los sitios donde se realizaron las auditorías viales, éstos fueron seleccionados con base en un modelo que estimaba a la ocurrencia de casos por medio de identificación de centroides en el proceso de georreferenciación, además, el volumen de eventos que se definió fue tres o más, mientras que en otras investigaciones prefieren hacer estos procesos en lugares donde se tenga evidencia de un volumen mayor de eventos. [6,8,17].

Una limitante adicional, corresponde a que las auditorías viales no pueden establecer los motivos

de uso y no uso de puentes peatonales por parte de los potenciales usuarios, éstas realizan procesos de observación, pero no tiene el alcance de explorar las razones de esas conductas. En una investigación realizada en la ciudad de México, en años previos, se pudo establecer que las principales razones para el no uso de los puentes peatonales fueron “flojera” y “no ser sitios seguros” [18].

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su informe mundial para prevenir los traumatismos causados por el tránsito de 2004, estableció que las lesiones no se distribuyen al azar ni de forma homogénea, a lo largo de la red vial [19]; éstas ocurren en puntos concretos y en tramos específicos, los cuales, deben mejorarse por considerarse peligrosos. Muchas ciudades realizan procesos de registro [20], varios de forma no sistemática, algunas realizan procesos de georreferenciación, pero no dan el paso siguiente, que es el estudio, análisis y caracterización de los lugares donde se concentran las lesiones. Los autores del informe de la OMS, sugieren el uso de auditorías viales para identificar medidas correctivas que mejoren la seguridad de los peatones. De la misma forma recomiendan realizar procesos de mantenimiento continuo y permanente en las vías, debido a que el deterioro de las superficies y señales, se puede convertir en riesgo para los usuarios más vulnerables de la vía pública (19).

En una investigación realizada en Estados Unidos [21], se encontró que mejorar las condiciones ambientales

sobre cruces demarcados, incrementando la señalización al costado y en la parte superior de la vía, implementar semáforos peatonales, pasos a nivel, estrechar la vía en la zona de cruce y mejorar la visibilidad del peatón en horas de la noche mediante alumbrado, disminuía la probabilidad de lesiones en los usuarios vulnerables de la vía pública; la señalización e iluminación encontrada con las auditorías viales, fue deficiente, siendo objeto de mejora en la intervención posteriormente realizada.

Las glorietas se consideran sitios que, con diseños apropiados, disminuyen el riesgo de ocurrencia de lesiones en los peatones, al disminuir la velocidad de los autos, son sitios que reducen el número de puntos de conflicto entre los flujos vehiculares, debido a que todo el tránsito dentro de la intersección proviene de una dirección. [15,22,23] No obstante, en la ciudad de Cuernavaca, es probable que, la falta de señalización, tanto horizontal, como vertical, la no presencia de islas de refugio, unido a las deficiencias del alumbrado público y a la deficiencia de los ciclos semaforicos, genere mayor riesgo de accidentalidad en estos lugares.

En cuanto a los ciclos semaforicos, investigadores en el tema, estiman que la velocidad promedio en que una persona pasa una calle corresponde a 1,2 metros por segundo [24]; en los lugares donde se realizaron las auditorías viales, los ciclos semaforicos fueron considerados insuficientes debido a que el movimiento vehicular era continuo, lo cual no permitía el paso seguro por parte de los peatones por estos lugares.

Producto de las auditorías viales y búsquedas sistemáticas de la literatura sobre el tema [16,25], se establecieron diversas estrategias para el control y prevención del problema de los atropellamientos, las cuales se agrupan en tres grandes categorías:

1. *Medidas para reducir la velocidad de los autos:* instalación de reductores de velocidad, vialetas, estrechamientos, glorietas, chicanas y múltiples señalizadores sobre y al costado de la vía;

2. *Medidas para separar exposición entre vehículos y peatones por espacio y tiempo:* instalación de semáforos peatonales (semáforos sincronizados, en lo posible, donde todas las señales vehiculares, estén en rojo total, al menos por cuatro segundos, esto da tiempo de paso al peatón de forma segura); aceras sin obstáculos (eliminando cabinas telefónicas, postes, puestos ambulantes, propaganda, entre otros); instalación de rampas para personas con discapacidad; diseño y construcción de isletas de refugio;

3. *Medidas para mejorar la visibilidad del peatón:* instalación de pasos a nivel demarcado y señalización luminosa, reajustes y rediseños de paradas de buses, retirar vehículos estacionados en las calles de las zonas observadas, entre otros.

Como se comentó al final de la introducción, varias de estas acciones (intervenciones) se realizaron en la ciudad de Cuernavaca entre 2011 y 2013 y los resultados se encuentran contenidos en otro informe. En estos lugares, se ha pasado de sitios identificados como puntos críticos a pasos seguros para peatones.

Agradecimientos

A las autoridades municipales de Cuernavaca: Ayuntamiento de Cuernavaca; a la Secretaría de Protección y Auxilio Ciudadano, Dirección de Bomberos; al Escuadrón de Rescate Emergencias y Urgencias Médicas de Morelos (ERUM); a la Cruz Roja Mexicana: Delegación Morelos y a la ingeniera Claudia Franco por su valioso apoyo en la coordinación y ejecución de las auditorías en seguridad vial dentro del proyecto “Ambiente Seguro: intervenciones para prevención de atropellamientos”.

Conflicto de intereses

Los autores de esta investigación declaran que no existen influencias de tipo económico ni personal.

Financiación

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT) bajo el Proyecto 114657.

Referencias

- 1 Organización Panamericana de la Salud. Día Mundial de la Salud, 2004. La seguridad vial no es accidental. [Acceso en Internet julio de 2010]. Disponible en: <http://www.paho.org/spanish/DD/PIN/whd04> [Consultado en julio 2010].
- 2 Híjar M., Vázquez-Vela, Arreola-Rissa C. Pedestrian traffic injuries in México. *Inj Control Saf Promot* 2003; 10 (3):37-43.
- 3 Ayuntamiento de Cuernavaca 2006-2009. [Internet] [Acceso el 20 de enero de 2010]. Disponible en: <http://www.cuernavaca.gob.mx>.
- 4 Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) y Secretaría de Salud Federal. Registros de Mortalidad de lesiones de causa externa y atropellamientos de México, 1998-2007. México: Instituto Nacional de Salud Pública de México; 2008.
- 5 Barss P, Smith G, Baker S, Mohan D. *Injury Prevention: An International Perspective*. New York: Oxford University Press; 1998.
- 6 Morency P, Cloutier M. From targeted “black spots” to area-wide pedestrian safety. *Inj Prev* 2006;12:360-364.
- 7 Díaz J. Auditorías en Seguridad Vial, experiencias en Europa. [Internet] Madrid: Instituto Vial Iberoamericano (IVIA) [Acceso el 20 de septiembre de 2011]. Disponible en http://www.institutoivia.com/cisev-ponencias/medicion_gestion_gs/Jacobo_Diaz.pdf.

- 8 Cal y Mayor R, Cárdenas J. Ingeniería del tránsito: Fundamentos y aplicaciones. 8ª ed. México: Alfa Omega Editores; 2008.
- 9 Gobierno de Morelos. Escuadrón de Rescate Emergencias y Urgencias Médicas de Morelos. Registros de atención pre hospitalaria por atropellamientos, 2008-2009. Morelos, 2010.
- 10 Ayuntamiento de Cuernavaca. Secretaría de Protección y Auxilio Ciudadano. Dirección de Bomberos de Cuernavaca. Registros de atención pre hospitalaria por atropellamientos 2008-2009. Cuernavaca: La Secretaría; 2010.
- 11 Cruz Roja Mexicana. Delegación Morelos. Registros de atención pre hospitalaria por atropellamientos 2008-2009. Cuernavaca: Cruz Roja Mexicana; 2010.
- 12 Esri.com [internet] New York: Esri [Acceso 12 de junio de 2011]. Disponible en: <http://www.esri.com/software/arcgis/index.html>.
- 13 Franco C. Auditoría en seguridad vial. Ambiente seguro: Intervenciones para prevención de atropellamientos (ASIPA): Estudios viales. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública de México, 2010:38.
- 14 Google Maps. Mapa de Cuernavaca; México. [Internet] [Acceso en Internet junio de 2011]. Disponible en: <http://maps.google.com.mx/maps/>.
- 15 Peek-Asa C, Zwerling C. Role of environmental interventions in injury control and prevention. *Epidemiol Rev.* 2003;25:77-89.
- 16 Retting RA, Ferguson S, McCartt. A review of evidence-based traffic engineering measures designed to reduce pedestrian-motor vehicle crashes. *Am J Public Health.* 2003;93:1456-1463.
- 17 Rodríguez JM, Híjar M, Campuzano JC, Bangdiwala S, Villaveces A. Methodological proposal for implementing an intervention to prevent pedestrian injuries, a multidisciplinary approach: the case of Cuernavaca, Morelos, Mexico. *Inj Prev* 2013. DOI: 10.1136/injuryprev-2013-040776.
- 18 Hidalgo E, Híjar M, Campuzano J, Rodríguez J, Chías L, Reséndiz H et al. Motivos de uso y no uso de puentes peatonales y atropellamiento en la ciudad de México, 2008. *Salud Pub Mex.* 2010;52(6):502-510.
- 19 World Health Organization. World report on road traffic injury prevention. [Internet] Washington: WHO [Acceso en Internet Octubre de 2011]. Disponible en: <http://whqlibdoc.who.int/paho/2004/927531599X.pdf>.
- 20 Concha-Eastman A, Clavel-Arcas C. Lesiones de causa externa: avances en la información, el análisis y la atención de casos; *Rev. Panam Salud Pública,* 2008;24(6):371-374.
- 21 Zegeer C, Stewart R, Huang H, Lagerwey P, Feaganes J, Campbell B. Safety effects of marked versus unmarked crosswalks at uncontrolled locations: Final report and recommended guidelines. Office of safety research and development. Federal Highway Administration, 2005.
- 22 Elvik R, Vaa T. El manual de las medidas de seguridad vial. Madrid: Elsevier Ltda; 2006.
- 23 Hydén C, Várhelyi A. The effects on safety, time consumption and environment of large scale use of roundabouts in an urban area: a case study. *Accid Anal Prev.* 2000;32:11-23.
- 24 Easa S, Cheng, J. Reliability Analysis of Minimum Pedestrian Green Interval for Traffic Signals. *J Transp Eng.* 2013;139:651-659.
- 25 Rodríguez JM, Campuzano JC. Medidas de prevención primaria para controlar lesiones y muertes en peatones y fomentar la seguridad vial. *Rev Salud Pública* 2010;12:497-509.