

Seguridad Vial

Análisis de ocurrencias de diferentes tipos de accidentes de tránsito en el cantón de Pérez Zeledón, Costa Rica

Ing. Javier Zamora Rojas
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
jzamora@lanamme.ucr.ac.cr
Ing. Rosendo Pujol Mesalles, PhD
Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible
rpujol@cariari.ucr.ac.cr

Fecha de recepción: 11 de enero del 2008

Fecha de aprobación: 14 de julio del 2009

Resumen

En Costa Rica, la ocurrencia de accidentes de tránsito es uno de los problemas de mayor gravedad en el sistema de transportes. En el cantón de Pérez Zeledón, se ha presentado un aumento adicional debido a la ampliación de un tramo de 7.7 kilómetros sobre la Ruta Nacional 2. Esta carretera no tiene un diseño apto para zona urbana y no cuenta con las medidas de seguridad vial apropiadas. Se localizaron espacialmente 825 accidentes del año 2005 en los distritos de San Isidro y Daniel Flores, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG). En una primera etapa (análisis descriptivo), se relacionaron las principales variables de estudio. Luego se llevó a cabo un análisis por kilómetro de la Ruta 2, en su paso por San Isidro y Daniel Flores (23 km). Luego se identificaron puntos críticos de concentración de accidentes: 27 puntos (19 de ellos sobre el tramo de ampliación). Finalmente se llevó a cabo un análisis estadístico, utilizando la metodología "odds ratio" (OR) y riesgo relativo (RR). El análisis comprueba que ese tramo de la Ruta 2 es de peligrosidad alta, y además se le dio solución parcial a la circulación de los vehículos, sin brindarles movilidad a peatones ni a ciclistas.

Palabras clave: accidentes de tránsito, choques viales, seguridad vial, análisis estadístico, odds ratio

Abstract

In Costa Rica, road accidents occurrence is one of the most serious problems in the transport system. In the county of Pérez Zeledón, there

has been an additional increase due to the widening of 7.7 kilometers of the National Route 2. This road has an inappropriate design for an urban environment, and it doesn't have the adequate safety measures. A total amount of 825 road accidents were located, of the year 2005 in the districts of San Isidro and Daniel Flores, by using Geographic Information Systems (GIS). The first part of the analysis (descriptive analysis), was made relating the main variables between them. After that, a more specific analysis took place along the 23 kilometers of this road that goes through San Isidro and Daniel Flores. Then, with regards to the identification of critical risky points, 27 points were located along the National Route 2, 19 of them along the widened section. Finally, a statistical analysis was made, using the "odds ratio" (OR) and relative risk (RR) methods. This analysis verifies that this section of National Route 2 has a very high dangerous index, giving a partial solution to the cars' mobility, without considering pedestrians' and cyclists' mobility.

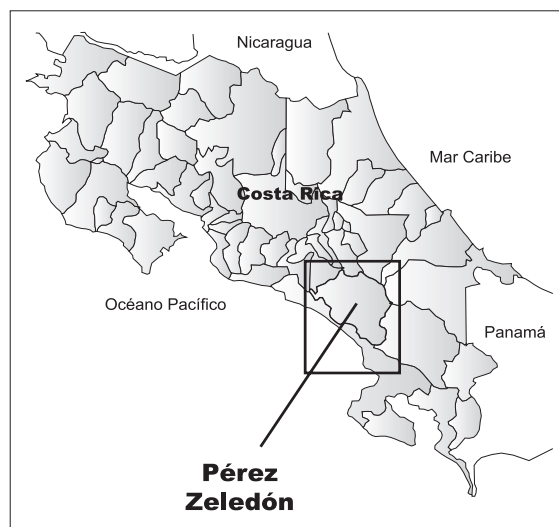
Key Words: road accidents, car crashes, road safety, statistical analysis, odds ratio

1. Introducción

En muchas ciudades del mundo, los accidentes de tránsito son uno de los problemas de mayor gravedad en los sistemas de transporte; el impacto que generan afecta negativamente a toda la sociedad, produciendo daños materiales, sociales y económicos. Las cifras mundiales de heridos graves y de muertes en las vías aumentan año con año. En Costa Rica se han realizado esfuerzos importantes por parte del Consejo de Seguridad Vial (COSEVI) por generar estrategias para la prevención de accidentes y promoción de la seguridad vial; sin embargo, este problema involucra todo un proceso integral, el cual debe ser coordinado en forma interinstitucional.

El estudio abarca el cantón de Pérez Zeledón de la provincia de San José (Figura 1.1). Pérez Zeledón es atravesado por una de las principales vías de nuestro país, la Ruta Nacional 2 o carretera Interamericana Sur (Figura 1.2). La Ruta 2 es el principal acceso a la ciudad de San Isidro del General, cabecera del cantón, y el estudio se centra en el tramo de Ruta Nacional 2 de los distritos San Isidro del General y Daniel Flores.

Figura 1.1 Ubicación de Pérez Zeledón



Cerca del centro de la ciudad se realizó la reconstrucción y ampliación de la vía a 5 carriles, en un tramo de 7.7 kilómetros. En este proyecto no se tomaron en cuenta las medidas de seguridad vial. A partir de este momento, hubo un aumento significativo de accidentes de tránsito o choques viales, en especial atropellos a peatones. Esta situación ha alterado el bienestar de los habitantes de esta ciudad, para quienes este tramo de vía se convirtió en una barrera física, que divide la ciudad en dos partes.

En el estudio, se plantearon una serie de objetivos específicos, que se resumen en el siguiente objetivo general: “analizar en forma descriptiva y estadística la problemática de accidentes de tránsito en el cantón de Pérez Zeledón, centrando el análisis en los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores, especialmente en el tramo de la Ruta Nacional 2 que fue ampliado a cinco carriles.”

2. Ampliación y reconstrucción de un tramo de la ruta nacional 2

El proceso constructivo de la carretera se muestra en la Fotografía 2.1, y el resultado final de la ampliación y reconstrucción de este tramo de 7.7 km de vía se muestra en la Fotografía 2.2, donde se observa la nueva vía con 5 carriles, 2 en cada sentido y un carril central de giros izquierdos. En setiembre del año 2003 se dio inicio a la fase inicial del proyecto de mejoramiento de la Ruta 2 y el plazo total del proyecto fue de 500 días, finalizando el 22 de julio del 2005. Además de la superficie de rodamiento, se construyeron aceras peatonales, cunetas, entradas a casas y a otras vías públicas; y la demarcación diseñada por la Dirección de Ingeniería de Tránsito.

2.1 Sobre las deficiencias encontradas

Entre los problemas específicos relacionados con esta carretera están los siguientes:

- La construcción de esta carretera se llevó a cabo sin un adecuado mejoramiento de la red vial local, lo cual generó una mayor atracción del tráfico local a esta ruta nacional. La ausencia de pasos peatonales conlleva a las personas a utilizar el carril central de giros izquierdos como un “refugio” para cruzar la vía (Fotografía 2.3). Es elevado el número de peatones que cruzan esta carretera, debido a que existen en forma continua poblados a ambos lados de la vía; además del comercio.

Red vial de Pérez Zeledón (Interamericana Sur)

Figura 1.2



Proceso constructivo

Fotografía 2.1



Nueva vía construida

Fotografía 2.2



Fotografía 2.3 Peatones que usan de refugio el carril de giro



Fotografía 2.4 Buses que hacen parada en el carril donde no hay bahías



Fotografía 2.5 Señalamiento de velocidad máxima



•En cuanto a las paradas de autobuses no existe una uniformidad, esto es, en algunos sitios se crearon bahías para los buses y en otros, los buses se detienen en el carril derecho, obstaculizando el tránsito (Fotografía 2.4).

•Con el aumento en los accidentes, se colocaron señales verticales para regular la velocidad a 40 km/h; sin

embargo, el diseño “no urbano” de la carretera propicia velocidades de más de 80 km/h (Fotografía 2.5). Con respecto a los ciclistas, algunos utilizan las aceras y otros utilizan el carril central (Fotografía 2.6). Otro aspecto importante que se observa en esta fotografía es la existencia de entradas y salidas exclusivas a lo largo de toda la carretera, sin haber calles marginales.

3. Localización de accidentes de tránsito

Las infracciones de accidentes de tránsito son la herramienta indispensable de registro de accidentes que ocurren en nuestro país; éstos constan de una serie de casillas que el oficial de tránsito debe llenar cuando llega al sitio donde ocurrió el accidente.

Para la localización de los accidentes se utilizó el paquete informático ArcGIS, el cual se basa en sistemas de información geográfica. Esta ubicación de accidentes se llevó a cabo en el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible de la Universidad de Costa Rica, ProDUS-UCR. De la base de datos del año 2005, se registraron 1193 accidentes ocurridos en el cantón de Pérez Zeledón. La localización espacial de accidentes de tránsito es de gran utilidad ya que permite corregir errores en la base de datos, se utiliza como herramienta de análisis (relaciones entre variables), y además, porque permite determinar tramos y puntos de concentración de accidentes.

Existen una serie de limitaciones que dificultan el proceso de localización de los accidentes. Algunos de los problemas encontrados son las incongruencias entre la dirección exacta, el número de ruta, el código de distrito y el kilómetro de carretera, principalmente. En otros casos el problema es la ausencia parcial o total de esas variables mencionadas.

La localización de los accidentes se efectuó en los distritos de San Isidro del General y Daniel Flores. Del total se lograron localizar el 85%; y de los restantes, un 7% no se pudo localizar por desconocimiento del punto de referencia, y un 8% por falta de información en la base de datos, tal como se observa en la Figura 3.1.

En la Figura 3.2 se muestra la localización de los accidentes de tránsito, 825 en total. Para una mejor visualización, se hizo un recuadro del centro de la ciudad de San Isidro, y se identificó el inicio y el final del tramo de 7.7 km que fue ampliado. Además, se muestran los accidentes ubicados en forma exacta, por kilómetro y por poblado.

4. Análisis descriptivo de los accidentes de tránsito

El análisis descriptivo se llevó a cabo con 3 metodologías diferentes: la relación entre las principales variables de estudio, el análisis por kilómetro de carretera de la Ruta Nacional 2, y la identificación de puntos de concentración de accidentes. El estudio comenzó con la escogencia de las variables de estudio, a partir de la muestra total de todas las variables que incluye la infracción de tránsito; esto con el fin de escoger las más importantes y las de mayor cantidad de datos disponibles. Las principales variables escogidas fueron: rol de la persona, edad y sexo de las personas, condición de los involucrados, tipo de accidente, tipo de vehículo, y la ubicación del accidente.

4.1 Análisis de las principales variables de estudio

Se analizaron los accidentes por semana del año, edad de los conductores, rol de los involucrados, edad de las personas, tipo de vehículo, día de la semana y hora del día. En cuanto a los tipos de accidentes en general, se obtuvo que el 80% del total de accidentes son colisiones entre vehículos. A este valor le siguen los accidentes por salida de la vía, con un porcentaje de 5.5%, seguido de los atropellos con un 4.4%. En cuanto a la lesión de las personas, en el año 2005 resultaron 135 personas con lesiones leves, 44 con lesiones graves y 9 fallecidas.

En cuanto a la ocurrencia de accidentes por día de la semana, se tiene la Figura 4.1, donde se observa que las horas de mayor ocurrencia son entre mediodía y las 6 p.m.

En la Tabla 4.1 se detalla la distribución de accidentes por día y por hora en el tramo de ampliación de la Ruta 2. Se observa que la ocurrencia de accidentes de viernes y sábado es mayor que en el resto de la semana.

En la Figura 4.2 se observa la ocurrencia de accidentes en los distritos de San Isidro y Daniel Flores con respecto a la edad de los conductores. La edad crítica es entre los 20 y 29 años de edad, y es importante mencionar que más del 90% son hombres.

En la Figura 4.3 se muestra que el rango de edad entre los 20 y 29 años presenta el mayor número de lesionados graves y leves.

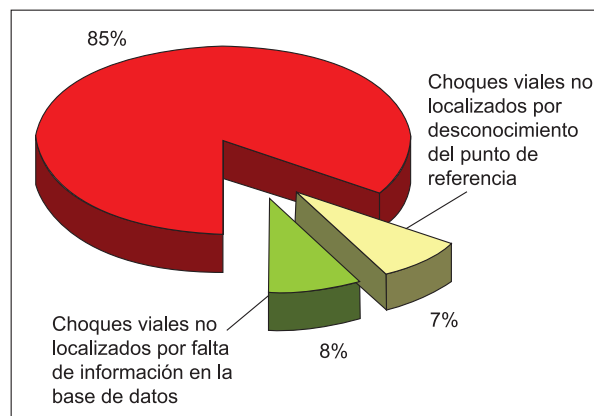
Otra variable muy importante es el rol de las personas, en relación con el daño sufrido. En la Figura 4.4 se

Ciclistas transitan por la acera. Existen accesos a lo largo de la carretera sin existir marginal **Fotografía 2.6**



Porcentaje de accidentes ubicados

Figura 3.1



Localización espacial de los accidentes

Figura 3.2

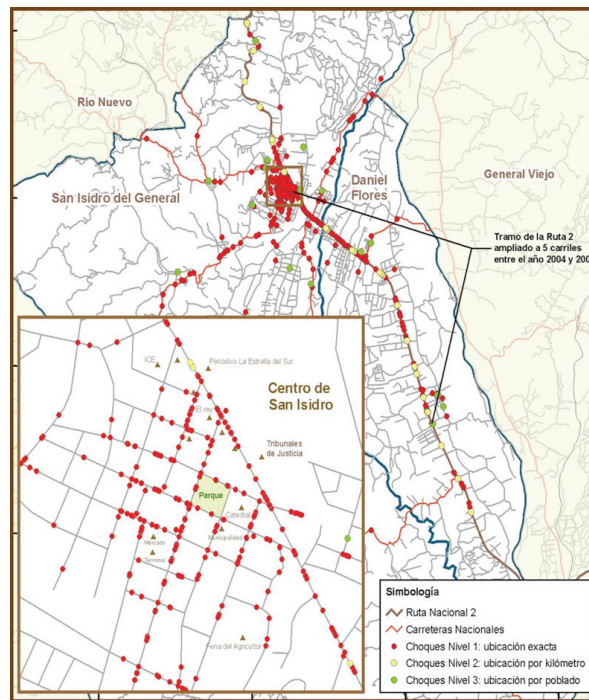


Figura 4.1 Accidentes por día y hora de la semana

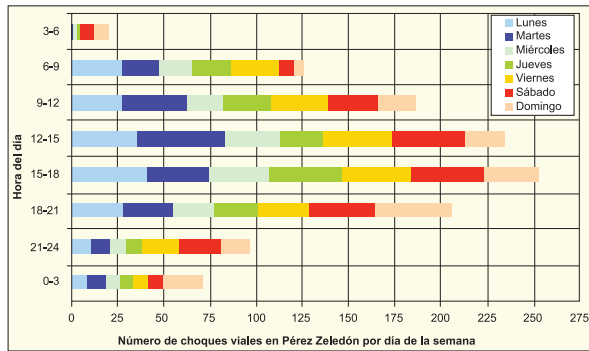


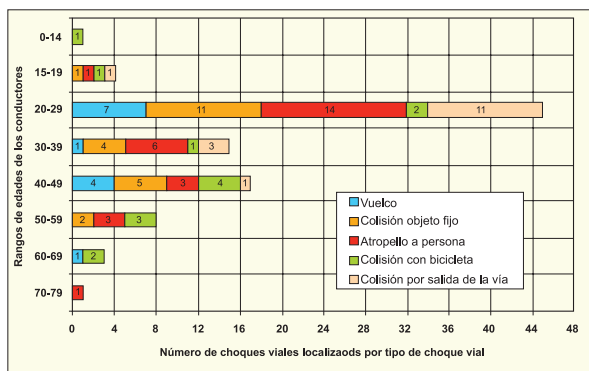
Tabla 4.1 Accidentes de tránsito por día de la semana y por hora del día en el tramo de ampliación de la Ruta Nacional 2

| Horas | Lun | Mar | Mie | Jue | Vie | Sab | Dom | Total |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 0-3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 10 | 22 |
| 3-6 | | | | 1 | | 4 | 2 | 7 |
| 6-9 | 7 | 3 | 5 | 6 | 6 | 2 | | 29 |
| 9-12 | 4 | 9 | 5 | 5 | 4 | 8 | 2 | 37 |
| 12-15 | 9 | 9 | 7 | 6 | 12 | 15 | 3 | 61 |
| 15-18 | 14 | 8 | 6 | 5 | 7 | 6 | 5 | 51 |
| 18-21 | 5 | 8 | 9 | 8 | 9 | 7 | 10 | 56 |
| 21-24 | 3 | 4 | 1 | 2 | 6 | 7 | 4 | 27 |
| Total | 46 | 43 | 34 | 34 | 47 | 50 | 36 | 290 |

Donde:

- 10 accidentes o más
- Entre 8 y 9 accidentes
- Entre 6 y 7 accidentes

Figura 4.2 Tipos de accidente por edad de los conductores



observa que la mayor accidentalidad la sufren los conductores, tanto en lesiones graves como leves. En segundo lugar están los pasajeros de vehículo en cuanto a lesiones leves; pero en lesiones graves lo superan los motociclistas.

En cuanto al tipo de vehículo involucrado en los accidentes, la mayor cantidad de personas levemente lesionadas viajaban en automóvil, seguido de las motocicletas. En el caso de las lesiones graves ocurre lo contrario: en primer lugar las motocicletas, lo cual se debe a que el conductor de una motocicleta está más expuesto a sufrir consecuencias graves que una persona dentro de la cabina del automóvil.

4.2 Análisis de accidentes de tránsito por kilómetro

Esta parte del análisis permitió determinar kilómetros críticos en la ocurrencia de accidentes de tránsito a lo largo de la Ruta Nacional 2, que cruza los distritos de San Isidro y Daniel Flores. Para ello, se dividió la Ruta 2 por kilómetro y en 3 secciones: tramo ubicado al noroeste de la ampliación (kilómetros 1 a 8), tramo ampliado (kilómetros 9 a 16), y tramo ubicado al sureste de la ampliación (kilómetros 17 a 23), tal como se observa en la Figura 4.5. Del análisis total que se llevó a cabo, se muestran dos ejemplos de los resultados obtenidos.

En la Figura 4.6 se grafican los atropellos por kilómetro. El kilómetro crítico es el número 8; es decir, el centro de la ciudad de San Isidro. También se observa que el 71% de los atropellos ocurrieron en el tramo ampliado; es decir, del kilómetro 9 al kilómetro 16.

Por otra parte, en la Figura 4.7 se observan las personas involucradas en los accidentes de tránsito con algún tipo de lesión. Antes del inicio de la sección ampliada, el kilómetro crítico es nuevamente el número 8; es decir, el centro de la ciudad. También se observa la concentración de personas lesionadas propiamente en el tramo de ampliación (del kilómetro 8 al kilómetro 16), correspondiente a un 63% de los 23 km de carretera.

4.3 Identificación de puntos de concentración de accidentes

En este análisis se trabajó con mapas, con los cuales se fueron identificando los puntos de mayor concentración de accidentes (Figura 4.8). Se localizaron 8 puntos críticos antes del río San Isidro (centro de la ciudad). Además, se localizaron 20 puntos críticos en el tramo de ampliación; de los cuales, 16 se ubican en los 3 primeros kilómetros, entre el puente sobre el río San Isidro y la entrada a Barrio Lourdes (tramo de mayor ocurrencia de accidentes). De los 4 puntos restantes, uno está cerca de Daniel Flores, y los otros 3 por Palmares. Para cada uno de los accidentes en estos

puntos críticos, se analizó la hora y día de la semana, y el estado de salud de las personas, ya sea ilesas, con lesiones leves o graves, o fallecidas.

5. Análisis estadístico de los accidentes de tránsito

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el método de "odds ratio" y riesgo relativo. El cálculo de estos estadísticos se lleva a cabo por medio de las expresiones que se muestran en la Figura 5.1. Ambos métodos parten de una matriz simple de 2 x 2 en donde la adecuada escogencia de los valores "a", "b", "c" y "d" es lo más importante.

Los principales resultados del análisis por Odds Ratio y Riesgo Relativo son:

- Periodo crítico de fin de semana (viernes de 5:00 p.m. a medianoche y sábado desde las 2:00 p.m. hasta las 3:00 a.m. del domingo, para un total de 20 horas). El valor más alto fue para las colisiones con bicicleta en el tramo de ampliación (OR=1.78, RR=1.75, P=0.64), seguido de los atropellos en el mismo tramo (OR=1.64, RR=1.56, P=0.62). Los valores de odds ratio se comparan en la Figura 5.2; entre más se alejan los valores de la unidad (mayor que "1"), más fuerte es la correlación entre las variables; por lo tanto, es mayor la probabilidad de ocurrencia del evento.

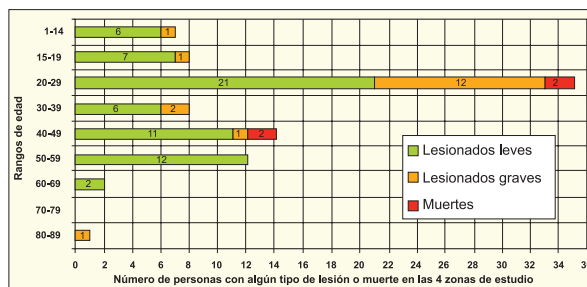
- Condición crítica de accidentes con lesionados o muertos: de los diferentes tipos de accidentes, los atropellos y las colisiones con bicicleta mostraron las probabilidades más altas de accidentes con lesionados o muertos; por ejemplo, atropellos en el tramo de ampliación de la Ruta 2 (OR=3.86, RR=3.38, P=0.79).

- Periodo crítico de 12:00 p.m. a 7 p.m. para todos los días de la semana, para los accidentes viales totales: la mejor relación se obtuvo para los accidentes en las calles cantonales, en especial en el centro de San Isidro, con un OR=2.06, RR=1.66, y una probabilidad asociada de un 67%.

- Condición crítica de muertos y personas gravemente lesionadas en Pérez Zeledón, para 2 periodos críticos: de 3:00 p.m. a 10:00 p.m. todos los días (OR=2.85, RR=2.71 y P=0.74); y de 3:00 p.m. a 10:00 p.m. sábados y domingos (OR=2.52, RR=2.06 y P=0.72). Ambos casos presentaron valores de alta probabilidad de ocurrencia.

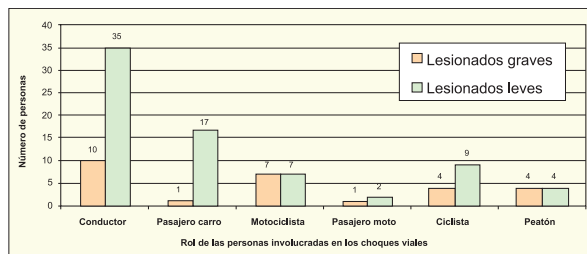
Edad y estado de los afectados

Figura 4.3



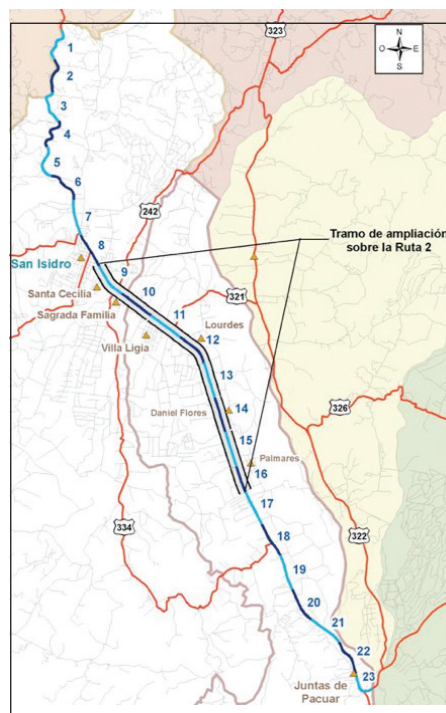
Lesionados leves y graves por tipo de rol desempeñado

Figura 4.4



Ruta 2 por kilómetro

Figura 4.5



- Condición crítica de la edad y rol de las personas involucradas: el rango de edad crítico para los conductores es entre los 20 y 39 años, y en el caso de los motociclistas y ciclistas es entre los 18 y 28 años (ver Figura 5.4).

Figura 4.6 Atropellos por kilómetro de carretera

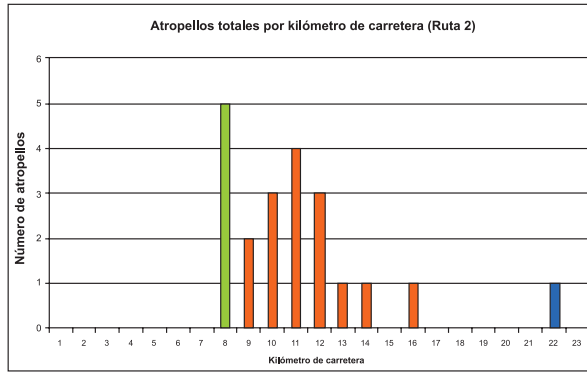


Figura 4.7 Personas lesionadas por kilómetro de carretera

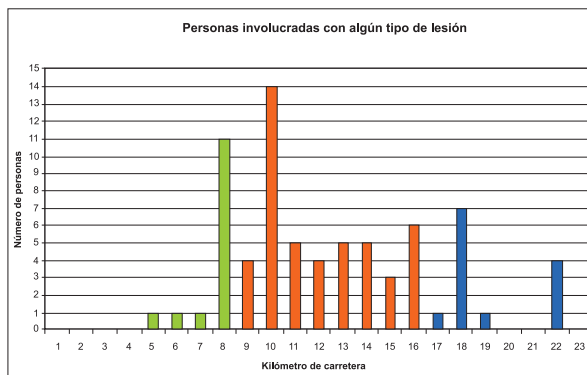
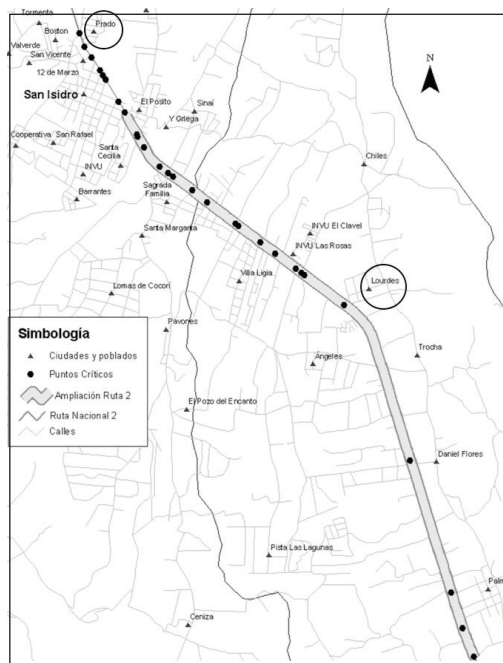


Figura 4.8 Puntos críticos sobre la Ruta 2



6. Conclusiones

A partir de los análisis llevados a cabo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

6.1 Con respecto a la ampliación del tramo de 7.7 km de la Ruta 2:

- La ampliación de la vía se llevó a cabo sin mejorar la red vial local; por lo tanto, se generaron conflictos mayores entre el tránsito interurbano y el local.

- El diseño de la carretera promueve la circulación de los vehículos y las altas velocidades de los mismos, en perjuicio de los habitantes de la zona, principalmente peatones y ciclistas. En otras palabras, no se realizó un diseño urbano considerando el entorno, ni la seguridad vial. Además, no se construyeron calles marginales, aumentando así el problema en la carretera.

- El área central de la carretera destinada en principio como carril para giros izquierdos, generó conflictos al utilizarse para diferentes fines: los vehículos para adelantar, los peatones para cruzar la vía, y los ciclistas como ciclovía.

6.2 Con respecto al análisis descriptivo de los accidentes de tránsito:

- Se logró comprobar que la localización de accidentes permite mejorar el nivel del estudio, tal como el análisis por kilómetro de carretera. Además, permite identificar tramos y puntos de concentración de accidentes.

- Las bases de datos presentan deficiencias asociadas a la inclusión de información en el sitio del accidente (infracción de tránsito), siendo ésta una limitación en el análisis; sin embargo, se escogieron adecuadamente las variables de estudio.

- Se identificaron puntos críticos en la Ruta 2, en donde se deben llevar a cabo análisis específicos de seguridad vial.

- Se comprobó que más del 70% de las personas involucradas en accidentes bajo el efecto del alcohol son hombres, en su mayoría menores de 30 años.

- Los kilómetros críticos de la Ruta 2, en cuanto a la tasa de accidentalidad, son: el kilómetro 8 (centro de San Isidro), y los kilómetros 9, 10 y 11, que son los 3 primeros del tramo ampliado (entre el Río San Isidro y Barrio Lourdes).

6.3 Con respecto al análisis estadístico de los accidentes de tránsito:

•Las colisiones con bicicleta y los atropellos aumentan en el fin de semana; y tienen una mayor susceptibilidad a la ocurrencia de lesiones graves y muertes.

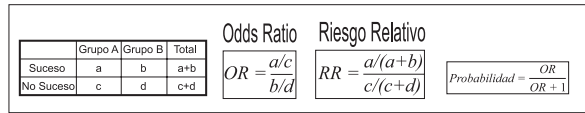
•El rango de edades entre 18 y 28 años es crítico, principalmente para los motociclistas, y a estos accidentes se asocian lesiones graves. A nivel de colisiones entre vehículos, el rango crítico es entre los 20 y 39 años de edad.

•El centro de la ciudad de San Isidro presenta una alta ocurrencia de accidentes; sin embargo, la mayor parte únicamente generan daño material. Esto se asocia a velocidades bajas de circulación de los vehículos, debido a la congestión vehicular, y a una cuadrícula de calles angostas, donde no hay control sobre el estacionamiento paralelo de los vehículos.

El análisis llevado a cabo en este proyecto conforma la etapa inicial en la solución de un problema grave de accidentalidad, especialmente sobre la Ruta Nacional 2. Con base en los resultados estadísticos, y en la localización de accidentes y de puntos críticos, se puede diseñar un plan de seguridad vial integral para la zona, incluyendo cambios en la infraestructura vial (en el tramo de ampliación y en el centro de San Isidro), así como la educación vial, el control por parte de los policías de tránsito, entre otros aspectos.

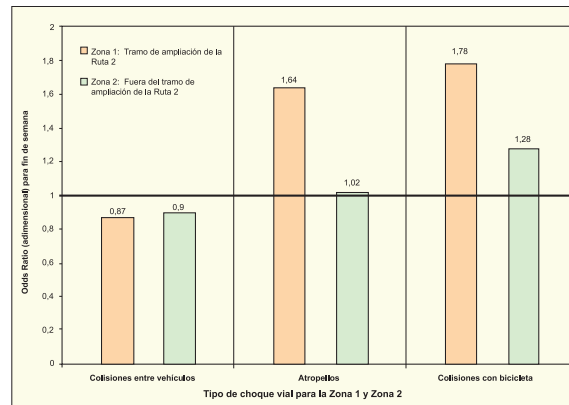
Odds Ratio (OR) y Riesgo Relativo (RR)

Figura 5.1



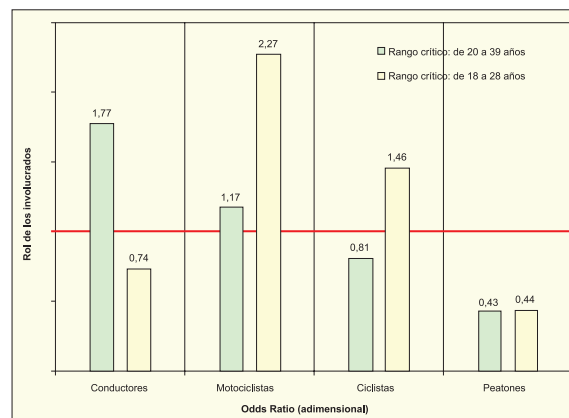
Análisis de odds ratio para accidentes en la Ruta 2

Figura 5.2



Análisis de odds ratio para el rol de las personas y su edad

Figura 5.3



Referencias bibliográficas

- Balmaceda, A. 1995. Factores que influyen en la ocurrencia de accidentes de tránsito. Proyecto Final de Graduación para optar por la Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Banque Mondiale et Organisation Mondiale de la Santé (Peden M. et al.). 2004. Rapport mondial sur la prévention des traumatismes dus aux accidents de la circulation. Genève, Organisation Mondiale de la Santé (OMS).
- CAL Y MAYOR, R. Y CÁRDENAS, J. 2007. Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones. Editorial Alfaomega, 8ª Edición. Ciudad de México, México.
- LAMM, R., PSARIANOS, B. Y MAILAENDER, T. 1999. Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook. Editorial McGraw-Hill. New York, USA.

- LANAMME, UCR. 2007. Evaluación del Tramo en Servicio: San Isidro – Río Convento, Sección 0+000 a 7+600. Informe de asesoría sobre seguridad vial. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José, Costa Rica.
- PUJOL, R. 2004. Análisis de los diferenciales en la ocurrencia de diferentes tipos de accidentes viales. Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.