

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y TRATAMIENTO DE PUNTOS CRÍTICOS EN SEGURIDAD VIAL

Autores:

Ilda Josefina Volta Imlach
Jorge William Moral Granada
Universidad Nacional de Asunción

Dirección: Valois Rivarola 828 e/ 9 de Setiembre
Email: ivimlach@rieder.net.py

Palabras claves: La Seguridad Vial – base de datos de Accidentes.

RESUMEN

El crecimiento a nivel mundial del parque automotor, plantea la aparición de nuevos retos o problemas, destacándose por su especial importancia y gravedad **los accidentes de tránsito**, cualquiera sea el nivel de desarrollo económico del país.

Los accidentes en rutas y calles, según la OMS Y OPS, se han convertido en un problema de salud pública que causan más de 3000 muertes por día en el mundo. La cantidad y gravedad de los accidentes tienden a aumentar en los países en vías de desarrollo.

Las estadísticas más recientes en nuestro país, hablan de 3 muertes por día en accidentes de tránsito. Anualmente se han ido perdiendo entre 600 y 800 vidas al año en los últimos cinco años, la mayoría de ellas jóvenes, y se registran cerca de 5000 a 7000 heridos desde leves a graves, según fuentes del Observatorio de Emergencias Médicas.

Una parte importante de la solución de ésta problemática actual está en manos de los ingenieros, quienes deben diseñar o solucionar problemas a fin de garantizar un tránsito confortable y seguro a los usuarios de las vías.

**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA
PARA LA IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y
TRATAMIENTO DE PUNTOS CRÍTICOS
EN SEGURIDAD VIAL**

Los factores que intervienen en los accidentes de tránsito son: *el factor humano, el factor vehículo, el factor vía y medio ambiente.*

1) INTRODUCCIÓN

Usualmente, otros países le asignan un 70 a 90% a *fallas* en el *factor humano*, y el

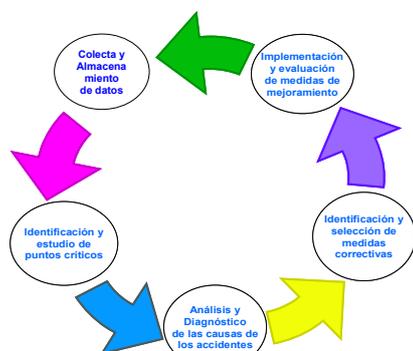
restante al vehículo y la vía, como causas de accidentes de tránsito.

En nuestro país, a pesar de no contar con estudios más profundos, se asigna el mismo porcentaje, sin tener en cuenta que nuestras vías carecen, en muchos casos de: buena señalización, iluminación adecuada, el tránsito muchas veces inconfortable, que incide directamente en el comportamiento de los conductores, por falta de la correcta canalización del flujo y la composición tan variada de vehículos que actualmente circula por nuestras rutas y calles.

De esta forma, *una vía* que carece de los elementos necesarios para resultar *segura y confortable al conductor*, es un factor que incide negativamente en el comportamiento del mismo, y en consecuencia se verá más motivado a cometer infracciones ó maniobras peligrosas y causar accidentes.

La propuesta de esta metodología busca identificar las causas de los accidentes de tránsito y seleccionar las medidas correctivas desde el punto de vista de las infraestructuras o de la ingeniería.

FASES DE LA METODOLOGÍA



2) RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS SOBRE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

La metodología, inicia con la recolección y almacenamiento de datos sobre accidentes de tránsito.

Actualmente en nuestro país existen tres instituciones oficiales de Policía, las cuales intervienen cuando ocurre un accidente de tránsito.

Estas instituciones son:

- ✓ *La Policía Municipal de Tránsito*, dependiente de la Municipalidad de Asunción;
- ✓ *La Policía Caminera*, dependiente del MOPC;
- ✓ *La Policía Nacional*

Cada una de estas instituciones posee un formato de “*parte policial*” diferente, es decir no existe *un único formato o formulario* para el registro de accidentes a nivel nacional.

Las mismas instituciones oficiales de Policía intervienen en accidentes de tránsito atendiendo a la jurisdicción que le corresponde y dependiendo de la gravedad del accidente.

La Policía Municipal de Tránsito y la Policía Caminera intervienen solo en caso de producirse *daños materiales*, mientras que la Policía Nacional interviene en caso que se registren heridos y muertes por accidentes de tránsito.

Posteriormente cada institución envía una copia del *parte policial* al departamento judicial correspondiente:

- ✓ *Juzgado de Faltas* de la Municipalidad de Asunción, en el caso de la Policía Municipal de Tránsito;
- ✓ *Juzgado de Faltas* de la Policía Caminera, en el caso de la Policía Caminera;
- ✓ *Fiscalía*, en el caso de la Policía Nacional;

La información de los partes policiales esta orientada mayormente a la determinación de las responsabilidades y sanciones a los conductores.

Por otro lado, cada institución cuenta con un departamento de estadísticas, donde se *elaboran estadísticas* referentes a accidentes de tránsito. En este caso observamos también que las estadísticas elaboradas por cada institución son diferentes.

3) EL ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LAS ESTADÍSTICAS.

El almacenamiento de datos se puede hacer en forma manual, archivando los partes policiales en carpetas, y clasificando la información por: fecha, lugar, mes, año. Se pueden elaborar tablas estadísticas en forma manual también.

Debido a que el volumen de datos sobre accidentes de tránsito es elevado y creciente año tras año, lo más recomendable resulta utilizar las herramientas informáticas actuales. Entre

estas herramientas están los *softwares de base de datos como: Ms Access.*

Las bases de datos electrónicas tienen la ventaja de poder brindar consultas, gráficos, informes, tablas dinámicas, etc., ya programadas en base a nuestras necesidades de información.

Otra ventaja es su enlace con mapas, u otros objetos.

Todo lo mencionado anteriormente es muy importante, para la aplicación de la metodología que iremos explicando. *Sin la adecuada información, será muy difícil diagnosticar las causas de los accidentes de tránsito y plantear posibles soluciones, ya sean estas: elaboración de planes de tipo educativo y de concienciación, control policial, mejoramiento en infraestructuras, elaboración de leyes, etc.; representando la falta de planificación un desperdicio de recursos tanto humanos como económicos.*

Para aplicar esta metodología elaboramos una base de datos electrónica en Ms Access.

3.1 La base de datos de este estudio de Puntos Críticos en seguridad vial

a) módulo de servicios

El módulo de servicios consta de una sola tabla, con 49 campos de datos, los cuales permiten registrar la mayor cantidad posible de datos útiles para fines estadísticos, aunque posiblemente no todos podrán ser relevados, dependiendo de circunstancias particulares de cada sitio y ocasión.

Los datos de la tabla corresponden a los siguientes grupos de información:

- Fecha, hora y lugar del accidente;
- Características del suceso, tipo de accidente: frontal, lateral, alcance, etc.
- Clase de accidente: se refiere a la gravedad del accidente, cantidad vehículos accidentados, daños materiales y humanos;
- Condiciones físicas de la vía y banquetas, condición de la señalización horizontal y vertical, métodos de control del tránsito, tipo de lugar: curva, recta, etc.
- Condiciones ambientales y climáticas, iluminación nocturna;
- Condición de los conductores, velocidad, tipo de maniobras;
- Otros factores concurrentes, infracciones a normas, etc.

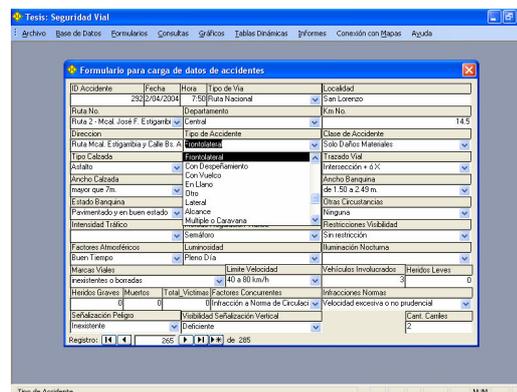
b) El módulo de acceso

Como ya mencionamos anteriormente, este módulo contiene la aplicación de base de datos propiamente dicha, que se compone de los siguientes elementos:

- ✓ La interfaz de usuario;
 - ✓ Tablas de búsqueda;
 - ✓ Formularios para edición de datos;
 - ✓ Consultas programadas;
 - ✓ Gráficos dinámicos programados;
 - ✓ Tablas dinámicas programadas;
 - ✓ Informes programados;
 - ✓ Conexión con mapas;
 - ✓ Páginas de acceso a datos;
- *Formularios para registros de accidentes*

El formulario de la base de datos se llena con la información recolectada por los agentes policiales en un *moderno formulario*, el cual fue propuesto en este trabajo de tesis, y que contiene la mayor cantidad posible de datos acerca de las características de los accidentes de tránsito.

Cada campo de la tabla o formulario despliega una lista de búsqueda con opciones predeterminadas que serán seleccionadas según los datos que figuran en los formularios que fueron previamente llenados por los agentes policiales.



- *Las consultas programadas*

Las consultas permiten reunir y resumir la información contenida en la base de datos; dependiendo del programa de investigación, los administradores del sistema elaborarán estas consultas, las cuales podrán resumir y mostrar la información utilizando diferentes formatos. La consulta en planilla simple muestra toda la información en forma tabular.

- *Gráficos dinámicos*

Una alternativa más elaborada de consulta para presentar y analizar los datos son los gráficos dinámicos. En éstos, la información contenida en varios campos de la tabla de accidentes puede ser filtrada “in situ”, mostrando solamente los registros correspondientes a determinadas características de los hechos y ocultando otras.

- *Publicación de Informes*

Finalmente, la publicación de las consultas puede hacerse utilizando diferentes formatos de informe impreso, el que normalmente contendrá toda la información requerida, adecuadamente organizada en resúmenes.

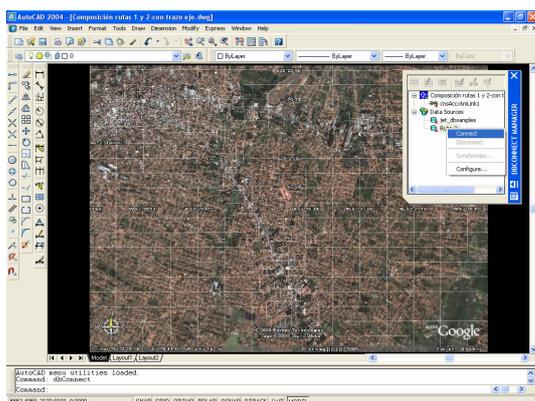
- *Conexión con Mapas Viales*

Además de las formas tradicionales de recopilar, analizar, resumir y mostrar la información, una aplicación de *base de datos moderna* se complementa casi siempre con enlaces a documentos multimedia, como ser archivos fotográficos, de video, documentos escaneados, presentaciones, etc.

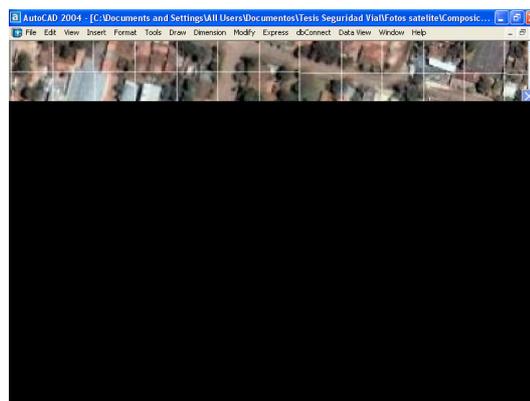
En nuestra aplicación incluimos enlaces a mapas fotográficos satelitales, obtenidos de la red Internet utilizando la aplicación Google Earth.

El objetivo propuesto con estos enlaces es obtener una visión física inmediata de un sitio seleccionando un registro de nuestra base de datos. Esto permitiría a cualquier usuario de la aplicación hacer una mejor composición de lugar a los efectos de cotejar la información.

Seleccionando un comando el menú “Conexión con Mapas” accedemos a un mapa fotográfico que se abre en una ventana de la aplicación AutoCAD, y que nos permite realizar una conexión directa con nuestra base de datos, mediante los enlaces (“links”) previamente definidos en el mapa, tal como lo muestra la siguiente pantalla.



Abriendo la tabla o consulta enlazada a nuestra base de datos, y seleccionando un registro que nos interese (por ejemplo uno que indica *una cantidad elevada de ocurrencias de accidentes registrados*), la aplicación ubica en el mapa el lugar correspondiente, ejecuta una aproximación (zoom) y marca con puntos rojos el área identificada. Las fotos satelitales mapeadas proporcionadas por Google Earth suministran información geográfica y topográfica suficientemente precisa, tanto en planimetría como altimetría, para cualquier análisis preliminar de un proyecto de intervención vial.



4) IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS.

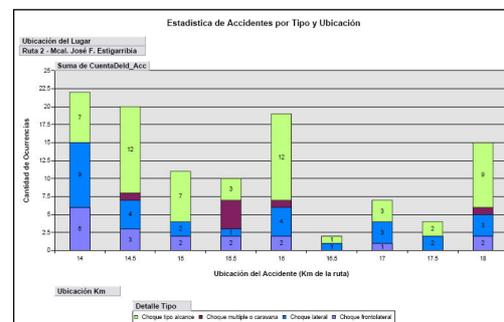
Identificación preliminar

1. La identificación preliminar de los puntos críticos en los tramos objeto de estudio se realizó en base a los resúmenes estadísticos obtenidos de fuentes institucionales:
 - ✓ Resúmenes de datos de DINATRAN, años 2002 y 2005;
 - ✓ Policía Caminera;

Fueron seleccionados dos tramos de 4.5 kms., desde el km 13.5 al 18 de las rutas 1 y 2, donde se verifica gran repetición de accidentes de tránsito.

2. En una siguiente etapa se fotocopiaron la mayor cantidad posible de *partes policiales* de accidentes de tránsito registrados en el año 2004 por la Policía Caminera en los tramos en estudio.

3. De las referidas actas se ha extraído toda la información



que consideramos útil para una aplicación práctica de la metodología citada, llenándose con estos datos los registros de la base de datos elaborada para este trabajo;

- Los datos del año 2004 han sido analizados mediante resúmenes y gráficos usando la aplicación desarrollada para el objeto de estudio.

4.1 Datos necesarios para el estudio de los puntos críticos

- Obtener los informes resumidos y las estadísticas de las ocurrencias de accidentes, a fin de ubicar los sitios peligrosos, a partir de la base de datos elaborada para este trabajo;
- Obtener información "in situ" de las características físicas (viales) y del flujo del tránsito de dichos lugares, mediante la filmación, fotografías, visitas y observación del funcionamiento del tránsito en los lugares más críticos;
- Recopilar informaciones adicionales para juzgar sobre los tipos y las causas más frecuentes de accidentes,
- Obtener un diagnóstico final de las causas de los accidentes

4.2 Salidas de la base de datos recomendadas para los estudios de puntos críticos

Resumir y clasificar los datos según cantidad de accidentes por:

- ✓ totales ocurridos en cada sitio;
- ✓ tipo y por clase de accidente en cada sitio;
- ✓ posibles causas concurrentes;
- ✓ maniobras del conductor e infracciones a las normas;
- ✓ condiciones de la calzada (mojada, seca, resbaladiza, deteriorada, etc);
- ✓ tipo de lugar (recta, intersección, etc.);
- ✓ condiciones de luminosidad (hora del día);
- ✓ condiciones de la banquina.

5) ANÁLISIS DE LAS CAUSAS Y DIAGNÓSTICO

De nuestra base de datos Ms Acces para accidentes viales, obtenemos el siguiente gráfico: Gráfico por tipo de accidente y ubicación – Ruta 2 km 14 al 18

El gráfico ilustra que los accidentes más comunes son los de *tipo alcance* (color verde). En los km 14, 14.5, 16, y 18 donde predominan estos tipos de accidentes se cuenta con intersecciones semaforizadas. Con una visita al lugar, las fotografías, filmaciones y observaciones, podremos observar las maniobras más comunes que pueden producir este tipo de accidentes y corroborar de esta manera los gráficos.

- *Las observaciones "in situ"*
Observaciones, filmaciones, fotografías, etc.



Ejemplo de la foto

Km 18 – Interrupción en el flujo del tránsito; los automóviles que circulan por la izquierda se detienen a esperar que el automóvil que los antecede pueda girar a la izquierda o retornar; incide en el comportamiento del conductor y puede ser causa de *accidentes de tipo alcance* debido a que se detienen sorpresivamente en el semáforo para ingresar a la calle transversal o retornar en este punto.

Hemos analizado los diferentes puntos críticos siguiendo el mismo método de trabajo:

- ✓ Observamos los gráficos;
- ✓ Las filmaciones en los referidos puntos;
- ✓ Fotografiamos las diferentes maniobras que se observan en el lugar;

Las primeras conclusiones partieron de estos estudios y también se confeccionó una matriz que relaciona los tipos de accidentes: frontolateral, lateral y de alcance con las maniobras más comunes que observamos.

Causas más comunes de accidentes encontradas en la ruta 2 - tramo de estudio	Tipos más comunes de accidentes						
	Frontal	Frontolateral	Alcance	Lateral	Caravana en múltiples carriles	Salida y vuelco	Atropello a peatón
Maniobra de cambio de carril, adelantamiento o retorno a carril							
Cruzar la preferencial sin la debida precaución		X					
Giro a la izquierda para ingresar a calle transversal			X				
No parcartarse a tiempo del semáforo en rojo			X				
Detenense sobre calzada para ascenso y descenso de pasajeros							
Detenense sobre calzada para realizar giro a la izquierda o retorno							
Exceso de velocidad y pérdida de la dirección						X	X
Cruzar calzada sorpresivamente							X
Vehículos pesados frenan con dificultad en la pendiente			X				
Maniobra para evitar colisión más grave			X				
Limpieza de la calzada debido a choque anterior					X		
Falta de visibilidad en las intersecciones para cruzar la preferencial		X					
Ingreso con giro a la derecha para circular por la preferencial			X				
Intentar girar a la izquierda estando en carril derecho	X						

c) Mayor control policial a las horas donde se registran más accidentes de tránsito u horas pico.

En el km. 16:

La propuesta de mejora fue ensanchar la calzada en las proximidades a la intersección de modo a permitir la construcción de un carril para giro a la izquierda, principal conflicto que puede ser causa de un accidente y camellones para direccionar los diferentes flujos de tránsito que ingresan a la calle transversal o aquellos que se incorporan al flujo del tránsito de la ruta principal, de manera a evitar conflictos.

Finalmente hicimos un estudio más a fondo de los tramos, el cual consistió en determinar:

- ✓ El trazado del perfil longitudinal y transversal, utilizando las imágenes satelitales que no permitieron trazar dichos perfiles;
- ✓ Obtuvimos las estadísticas de volumen de tránsito y composición del mismo en los referidos lugares, y mediante estos datos y tablas de la AASHTO medimos el nivel de servicio que actualmente brindan dichos tramos.

Estos estudios corresponden a conocimientos más profundos de *ingeniería de tránsito*.

6) IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS.

Luego del diagnóstico de las causas, debemos *identificar y seleccionar medidas correctivas*.

Una manera de simplificar la selección es utilizando los *manuales para tratamiento de puntos críticos*, los cuales nos brindan medidas de bajo costo que pueden remediar a corto plazo los problemas existentes en las vías y que son causa común de accidentes de tránsito.

Los manuales para tratamiento de puntos críticos poseen *tablas de posibles contramedidas o mejoras* que pueden ser aplicadas en estos lugares de acuerdo al tipo de colisión y problemas que en ellos se presentan.

7) PROYECTO DE MEJORAS

Se sugirieron mejoras en los diferentes puntos críticos teniendo en cuenta el estudio realizado como el diagnóstico de las causas, como ej. citamos los siguientes:

Km14 y 14.5:

- a) Disminución de la polución visual mediante el cumplimiento de ordenanzas municipales.
- b) Prohibición de giro a la izquierda, cerrando una de las intersecciones mediante el uso de medianas.



Km 18:

La propuesta fue la implementación de una rotonda de pequeño radio, la cual debe respetar normas de diseño, de modo a permitir del giro o retorno confortable de aquellos *vehículos tipo* que circulan por este lugar, el más común es el de 18 m. de longitud.

La rotonda permitirá retornar en este punto o ingresar a la transversal, que si bien es de menor importancia, es una calle bastante transitada por vehículos pesados. También servirá para disminuir la velocidad a la que circulan los vehículos, ya que en otros países se utiliza como un elemento reductor de velocidad.

Todas estas medidas deberán ser implementadas con la debida señalización vertical y horizontal, 150 metros antes de las intersecciones, de modo a informar al usuario de la presencia de dichos elementos y reducción de velocidad.



La selección de las mejoras es responsabilidad de los proyectistas de obras viales, quienes seleccionarán aquellas que les parezcan las más adecuadas. Lo importante para los que diseñen las soluciones es que cuenten con la mayor cantidad posible de datos acerca del lugar, los tipos de accidentes, las causas más comunes y con todos estos elementos a mano, puedan mejorar las vías y llevarlas a nivel óptimo de confort y seguridad.

Es evidente, que cuando se mejoran los conflictos que pueden ser causas de accidentes, se mejoran otros aspectos, como: el comportamiento del conductor, la reducción en tiempo de viaje, menor costo operativo para los vehículos

8) EVALUACIÓN DE LAS MEJORAS IMPLEMENTADAS

El *monitoreo o evaluación* de las mejoras deberán realizarse a corto y largo plazo.

A *corto plazo* se destina a verificar si las intervenciones fueron debidamente proyectadas e introducir las posibles correcciones que fueran necesarias.

A *largo plazo* servirá para evaluar la eficiencia de las medidas implementadas en los puntos críticos. Para efectuar esta evaluación se debe recolectar nuevamente los datos de accidentes ocurridos en los doce meses posteriores a la implementación y compararlos con los registros correspondientes a los doce meses anteriores a las mejoras realizadas.

9) LA EVALUACIÓN ECONOMICA

Las inversiones en proyectos de mejoras de infraestructuras representan una

inversión pública, la cual tiene en este caso, sus beneficios en el ahorro en costo de pérdidas producidas por los accidentes de tránsito.

Algunas de los daños y costos que representan a los ciudadanos de un país los accidentes de tránsito son:

- ✓ **Relativos al vehículo o vehículos:** con daño parcial o total,
- ✓ **Relativos a la vía y medio ambiente:** mobiliario, bienes de propiedad pública o privada, además de la vía y sus equipamientos complementarios, iluminación, etc.
- ✓ **Relativos a las personas envueltas en el accidente:** heridos, muertos, o sin daños personales; atención pre-hospitalar, hospitalar, post hospitalar, en el caso de heridos graves.
- ✓ **Aparato institucional y aspectos socio-ambientales:** atención policial, gastos judiciales, etc.

El costo de pérdidas en vidas humanas, es difícil de estimar, así como el de heridos graves, pues no existe un seguimiento del costo que los inválidos temporales o permanentes representan.

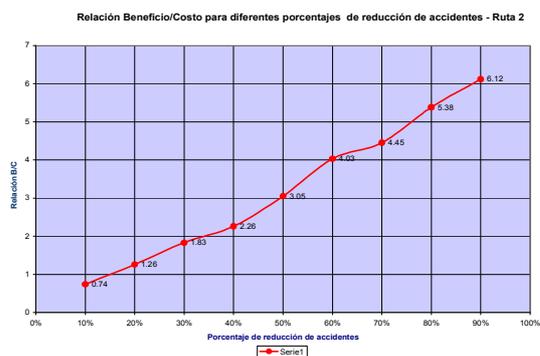
Haciendo uso de estimaciones de estudios anteriores, obtuvimos el costo de las pérdidas producidas por muertes, lesiones graves y leves, y daños materiales.

Utilizamos la cantidad de accidentados registrados en nuestra *base de datos* en los tramos de estudio, y multiplicamos esta cantidad de heridos leves y graves, muertos y daños materiales por el costo estimado para cada uno y de esa forma obtuvimos un costo de accidentes de tránsito en los tramos de estudio.

También se determinó el costo de implementar las mejoras proyectadas.

Con ambos costos obtenemos luego los índices de Beneficio/Costo, Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno.

El gráfico siguiente corresponde a una relación B/C que se registra con diferentes porcentajes de reducción de accidentes con las mejoras implementadas.



El en gráfico se observa que con un 16 % de reducción de accidentes de tránsito en el tramo de estudio de la ruta 2, la relación B/C = 1, y creciente a partir del 16 %.

10. CONCLUSIONES

La carencia de una política de seguridad vial, lo cual se verifica en la ineficiencia de las instituciones encargadas del tránsito por:

- La falta de coordinación del trabajo de todas las instituciones policiales que actúan en este campo, tanto en el manejo de las actas de intervención policial, como en el procesamiento de la información, resultando difícil su sistematización para uso en cualquier proyecto de mejoramiento del tránsito vial;
- La falta de una unidad o departamento dentro del MOPC que aplique esta metodología para el mejoramiento de puntos críticos.
- La falta de profesionales dedicados al tema y la carencia de una especialización o cursos de Ingeniería de Tránsito y Seguridad Vial en los programas curriculares de las universidades, por lo cual este es un tema poco conocido.

RECOMENDACIONES:

Tal vez lo más importante sea que los ingenieros seamos conscientes de que este tema es un problema de salud pública, en el cual debemos involucrarnos y asumir nuestro compromiso social, pues una parte importante de la solución está en nuestras manos.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de Identificación, Análisis y Tratamiento de puntos negros.

Ministerio de Justicia – Departamento Nacional de Tránsito (DENATRAN) – 2ª Edición, Brasilia 1987.

- Ingeniería de Tránsito y Carreteras
Nicholas J. Garber - Lester A. Hoel
3ª Edición – Universidad de Virginia – 2005
- Ingeniería de Tránsito – fundamentos y aplicaciones
Rafael Cal y Mayor R. – James Cárdenas G.
Universidad del Valle – 7ª Edición – 2000
- Microsoft ACCESS
Helen Feddema
Mc Graw-Hill Profesional – 2002