

**MINISTERIO DE OBRA PUBLICAS Y
TRANSPORTES**

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL

DIRECCION DE PROYECTOS



ANALISIS ESPACIAL DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN EL
CANTÓN DE POCOCÍ

cosevi

Seguridad Vial

Lic. Francisco Javier Castro Delgado

San José, enero 2011

Contenido

1.	Presentación	3
2.	Introducción	4
3.	Justificación.....	5
4.	Elementos teóricos	7
4.1	Los accidentes de tránsito	7
4.2	Análisis espacial y su relación con los accidentes de tránsito.	9
5.	Objetivos	11
5.1	General.....	11
5.2	Específicos.....	11
6.	Metodología.....	12
6.1	Diseño y levantamiento de las bases de accidentes de tránsito.	12
6.2	Levantamiento cartográfico de la información.....	14
6.3	Distribución espacial de los accidentes de tránsito	15
6.4	Modelo de peligrosidad	16
6.4.1.	Modelo cartográfico.....	17
6.4.2	Asignación de pesos para el modelo cartográfico.	18
7.	Área de estudio	20
7.1	División político administrativa.....	20
7.2	Carreteras.	22
7.3	Otros aspectos	24
8.	Base de datos espacial	26
9.	Análisis de la distribución espacial de los accidentes de tránsito.....	29
9.1	Distribución de accidentes por ruta.....	30
9.	Modelo de peligrosidad de tramos de carreteras propensos a accidentes de de tránsito.....	44
9.1	Asignación de pesos a las variables.	44
10.	Conclusiones	49
11.	Bibliografía	51
12.	ANEXOS	52
12.1	Codificación de variables en la base de datos	52

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Tipos de rutas	23
Mapa 2. Materiales de las rutas	25
Mapa 3. Distribucion de tipos de accidentes	32
Mapa 4. Tipos de accidentes en rutas nacionales.....	35
Mapa 5. Distribucion de rangos de peligrosidad.....	47

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución de la población por distrito	21
Gráfico 2. Distribución de rutas nacionales.....	22
Gráfico 3. Distribución de tipos accidentes.....	26
Gráfico 4 Distribución de de accidentes por distrito.....	29
Gráfico 5. Distribución de tipos de accidentes por distrito	30
Gráfico 6 Distribución de accidentes de tránsito por tipo de ruta.....	30
Gráfico 7. Distribución de accidentes de tránsito por ruta	33
Gráfico 8. Distribución de tipos de accidentes por ruta nacional	34
Gráfico 9. Distribución de accidentes de tránsito e en rutas cantonales.....	41
Gráfico 10. Distribución de los rangos de peligrosidad en rutas.....	44
Gráfico 11. Distribución de los accidentes por zona de peligrosidad.....	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de peligrosidad.....	18
Figura 2. Base de datos en formato de lectura de Arc GIS 9.3.1	28

INDICE DE CUADROS

Cuadro1: Asignación de pesos para variables del modelo de peligrosidad.....	19
Cuadro 2. Variables de la base de datos espacial.	27

1. Presentación

El presente proyecto corresponde a un eje temático del diagnóstico correspondiente al proyecto de intervención del cantón de Pococí, desarrollado por el Área de Investigación. El presente proyecto ha sido desarrollado desde la óptica de la geografía. Este pretende como último fin realizar un aporte a la planificación del sistema de transporte, enfocándose desde la óptica de la seguridad vial, tomado como análisis la distribución espacial de los accidentes de tránsito y la infraestructura vial del cantón de Pococí.

2. Introducción

El estudio de los accidentes de tránsito en Costa Rica han sido enfocados principalmente desde la ingeniería civil, la psicología y la estadística como ciencias. Por lo tanto el esfuerzo realizado a nivel nacional para tratar la problemática de los accidentes de tránsito ha estado en manos de las universidades, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y el Consejo de Seguridad Vial.

El Consejo de Seguridad Vial es el ente rector del estado costarricense de la seguridad vial, el cual realiza procesos de análisis e interpretación de los datos generados a partir de los accidentes de tránsito, esto enfocado principalmente desde la ciencia estadística. Con el objetivo de ampliar el estudio de los accidentes de tránsito desde su carácter espacial, es aquí donde el Área de investigación, propone el estudio de análisis espacial de los accidentes de tránsito en el cantón de Pococí.

Este proyecto plantea el estudio de los accidentes de tránsito del cantón de Pococí desde el enfoque espacial del evento, tomando como base los principios de sitio y situación del accidente, en función de las coordenadas métricas crtm 05 y la vía donde ocurrió el accidente, ya sea esta cantonal o nacional, durante el periodo del año 2005 al 2009, para accidentes con al menos una persona en condición leve.

Se propone un modelo para la determinación de la peligrosidad en los transeptos de carreteras nacionales y cantonales, a partir de la combinación de cinco variables espaciales, usando como herramienta las técnicas de análisis de espacial.

3. Justificación.

La importancia del estudio de los accidentes de tránsito, se puede entender con estadísticas regionales, según la organización panamericana de la salud para el año 2009, las muertes causadas por traumas producidos por accidentes de tránsito ocupan el segundo lugar en importancia en personas entre edades de los 15 a los 44 años, por encima de enfermedades como el VIH.

A nivel regional se destaca que para el año 2007 Costa Rica es el país que más gasta en materia de seguridad vial, US\$7.38 por habitante. (OPS, 2009). Dentro de las tasas de mortalidad para el año 2007 Costa Rica registra un 15.4, esta tasa es más alta que países como Canadá, Estados Unidos y Colombia

En la escala nacional se destaca que la provincia de Limón registra un 9% de las muertes por accidentes de tránsito. Dentro de esta provincia para este mismo año se destaca que el cantón de Pococí registra el 27, 5% de las muertes por accidentes de tránsito.

Comprendiendo los diferentes niveles de escala en lo cual podemos entender los accidentes de tránsito, desde lo internacional a lo local, se puede deducir que Costa Rica es un país con una problemática considerable en materia de seguridad vial, principalmente por la falta de planificación en los diferentes elementos de la seguridad vial. El cantón de Pococí plantea la necesidad de estudiar los accidentes de tránsito ya que es uno de los 15 cantones establecidos como prioritarios de intervención en materia de seguridad vial establecidos por el Consejo de Seguridad Vial.

Es importante de destacar que los estudios de accidentes de tránsito en Costa Rica no han sido estudiados desde la frecuencia e incidencia espacial, por lo cual el presente proyecto plantea estudiar los accidentes en el cantón de Pococí desde estos ámbitos, con el fin de realizar un importante insumo a los procesos de planificación de la seguridad vial realizados en el cantón.

El cantón de Pococí presenta características de accesibilidad, económicas, y sociales donde se destaca una marcada diferencia entre los espacios urbanos y rurales, además de esto existe una estructura organizativa de grupos y asociaciones

sociales que permite realizar un proceso de intervención en diferentes líneas de acción. Además de estas características el cantón se presenta la ruta 32 la cual es la principal vía de acceso a Limón (donde se localiza el puerto más importante del país), además de otras rutas nacionales.

4. Elementos teóricos

A continuación se desarrollan algunas consideraciones teóricas, las cuales son importantes de tener en cuenta para la comprensión de los accidentes a nivel espacial y su relación con los diferentes elementos que interactúan con ellos.

4.1 Los accidentes de tránsito

Mucho antes de que se inventaran los automóviles, las víctimas causadas por el tránsito se veían involucrados carruajes, carros, animales y personas. Las cifras aumentaron exponencialmente con la aparición constante de automóviles, autobuses, camiones y otros vehículos de motor.

En los países de ingresos bajos y medianos se concentra aproximadamente un 85% de esas muertes y el 90% de la cifra anual de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) perdidos por causa de esas lesiones. (OMS, 2004)

Una de las principales causas de muerte a nivel nacional y mundial son las causada por accidentes de tránsito, para el año 2009 se registran 662 muertes (COSEVI, 2010). A nivel mundial se registra que por año muere aproximadamente 1 200 000 personas (OMS 2004), por lo cual es inevitable la preocupación de las autoridades correspondiente por el estudio de los accidentes de tránsito, con el fin de generara políticas de planificación que permita disminuir las cifras para poder asegurar una mejor calidad de vida a los ciudadanos.

Un accidente de tránsito es el resultado de una distorsión en la interacción del sistema “usuario- vehículo-vía” del transporte automotor, el cual tiene como consecuencia daños materiales y victimas, por ende, grandes pérdidas económicas para el país (Naranjo J. E., Sánchez E., 1992). La organización panamericana de la salud señala “ Que una colisión en las vías de tránsito es el resultado de una combinación de factores relacionados con los componentes del sistema, vial que incluyen las calles los caminos el entorno vial, los vehículos y los usuarios de la vía pública y la manera que interactúan. (OPS, 2004).

En un accidente intervienen varias variables, las cuales se pueden agrupar en al menos tres: Usuario, vehículo y la vía. Estas tres variables interactúan de diferente forma e intensidad, dependiendo del sistema de transporte en que estos se localicen. De una manera general puede considerarse que al menos un 57% de los accidentes están atribuidos a los usuarios, el hecho que el usuario sea el principal contribuyente en los accidentes de tránsito se debe a dos causas, su conducta y su estado físico. En cada sistema el estado y características de la flota vehicular, condicionan la incidencia y la severidad de los accidentes. Costa Rica se caracteriza el hecho que el 23% de los vehículos involucrados en los accidentes son sedan, y un 24% corresponden a motos (Gamboa y Gutiérrez, 2002)

La última variable a considerar dentro de la trilogía de los accidentes es la de la vía y su entorno, las características de la vía (geometría de la ruta), tiene un efecto en la causalidad de los accidentes, dentro de las características se puede citar los espaldones, estado del pavimento, diseño geométrico y el señalamiento vertical y horizontal. El entorno de la vía lo componen los obstáculos, el clima, la iluminación, y los entes distractores (ventas, publicidad, etc). Tanto la vía, como el entorno influyen directamente en la accidentabilidad de un tramo de carretera

El estudio espacial de los accidentes de tránsito en Costa Rica, ha sido un tema poco estudiado. Los primeros estudios realizados en el país corresponden a la temática de puntos negros, realizado en el distrito de Pavas en el cantón central de San José, además se realizó un aporte mediante el atlas de mortalidad de Costa Rica desarrollado por la Caja Costarricense del Seguro Social y la Universidad de Costa Rica. Así se distingue estos esfuerzos como los principales aportes desde el análisis espacial al estudio de los accidentes de tránsito.

Es importante destacar que el estudio de los accidentes de tránsito desde la geografía de los transportes, no ha sido desarrollado en el país, esto por la propia naturaleza de estos estudios los cuales dependen de la disponibilidad de información.

En Latinoamérica los principales esfuerzos se enfocan en algunos países como Cuba, Argentina y México, en este último se destaca a la creación del Atlas de Seguridad Vial del Distrito Federal, como un importante punto de partida del estudio espacial de los accidentes de tránsito.

4.2 Análisis espacial y su relación con los accidentes de tránsito.

La comprensión del espacio geográfico radica en la medida de las variables que se pueden considerar para dicho estudio. Estas variables se pueden relacionar formando así nuevas variables o actores espaciales que pueden determinar la configuración de un determinado espacio. Esta relación de variables y de elementos espaciales, se estudian mediante las técnicas desarrolladas por el análisis espacial. El análisis espacial como señala bosque (1992) es la denominación empleada para referirse a un amplio conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos en los que se considera de alguna manera sus características espaciales (Gamir, Agustín. 1991).

Por los tanto los estudios en el campo de la planificación del transporte y la movilidad requieren indudablemente un abordaje interdisciplinar, para abarcar sus más diversas características y conocer de manera holística los factores que rigen su comportamiento. Ahora, cabe señalar que el análisis de sus atributos y elementos de carácter espacial, en su mayor parte caen en el ámbito de la denominada Geografía del Transporte; al respecto, Seguí Pons y Martínez Reynés (2003) ponen de manifiesto la pluralidad de enfoques en dicho campo subdisciplinar, y rescata sus continuos progresos gracias a las nuevas tecnologías. Un hecho positivo de esta situación es el enriquecimiento de su acervo conceptual y metodológico, pero como contraparte, también surge la necesidad de consensuar términos y conceptos hoy comunes en la temática, pero muchos de ellos acuñados en ciencias y disciplinas diversas (geografía, ingeniería del transporte, urbanismo, sociología, economía, etc). Una situación con similares características - interdisciplinariedad y complejidad de enfoques que se presenta en el campo de los Sistemas de información Geográfica (SIG), y sensores remotos (Cardozo, O. 2006). Siendo estas dos técnicas del análisis espacial que nos permites estudiarlos accidentes de tránsito.

El el presente proyecto se utilizan importantes de técnicas de análisis espacial mediante la la aplicación de los sistemas de información geográfica, la cual se podría definir como el conjunto hardware, software y recurso humano destinado al procesamiento de información espacial. En general, un Sistema de Información (SI)

consiste en la unión de información en formato digital y herramientas informáticas (programas) para su análisis con unos objetivos concretos dentro de una organización (empresa, administración, etc.). Un SIG es un caso particular de SI en el que la información aparece georreferenciada es decir incluye su posición en el espacio utilizando un sistema de coordenadas estandarizado resultado de una proyección cartográfica.

De esta forma se distingue claramente que las técnicas de análisis espacial permiten un análisis exhaustivo de los procesos que interfieren en los accidentes de tránsito, permitiendo relacionar tanto elementos propios de la infraestructura y condiciones socio económicas de la población en que estos están inmersos.

5. Objetivos

5.1 General

- Estudiar los accidentes de tránsito ocurridos entre el año 2005 y el 2009 con al menos un lesionado, desde el análisis espacial en el cantón de Pococí.

5.2 Específicos

- Realizar el diseño y levantamiento espacial de las bases de accidentes de tránsito con al menos una persona en condición leve, para el cantón de Pococí entre los años 2005 al 2009, con el fin de entender la distribución espacial de los mismos en el área de estudio.
- Analizar la distribución espacial de los accidentes de tránsito en el cantón de Pococí entre los años 2005 al 2009, para poder comprender la relación espacial de diferentes elementos del espacio con los accidentes de tránsito.
- Desarrollar un modelo de peligrosidad de tramos de carreteras propensos a accidentes de tránsito para las carreteras nacionales y cantonales. Con el fin de contribuir a una planificación de la seguridad vial del cantón de Pococí.

6. Metodología

6.1 Diseño y levantamiento de las bases de accidentes de tránsito.

Para la elaboración del diseño de levantamiento de la base de datos se procedió a coordinar con la Asesoría en Tecnologías de la Información del Consejo de Seguridad Vial (ATI) para el suministro de los accidentes de tránsito de Pococí para el periodo del año 2005 al 2009.

Fuente de los datos: la fuente de los datos se toma de las bases de datos correspondientes. Las bases de datos corresponden a la administración de ATI. Correspondiente al periodo del año 2005 al 2009 con al menos con un herido leve presente en el accidente.

La información suministrada proviene de: Accidentes y PC HH COSEVI. Estas bases de datos tienen como unidad las personas involucradas en el accidente. El formato para trabajo es Exel 2007. Para poder generalizar los datos a accidentes se procede a realizar tablas dinámicas, dado que la información suministrada es por usuario y se necesita generalizar por accidentes. Para esto se toma como referencia el número de parte oficial el cual es el mismo para todos los involucrados en el accidente.

Se establecieron para el diseño y levantamiento las siguientes variables:

- Número de parte: corresponde al número de parte oficial
- Cantón: Corresponde al cantón respectivo de la división político administrativa de Costa Rica
- Distrito: corresponde al distrito respectivo de la división político administrativa de Costa Rica
- Fecha del accidente: Corresponde a la fecha del evento
- Dirección: indica el lugar donde ocurrió el evento
- Ruta: es la ruta donde ocurrió el accidente con respecto a la distribución de rutas. Esta podría ser cantonal o nacional.
- Kilometro: hace referencia al tramo de carretera donde ocurrió el accidente
- Tipo de uso de la tierra donde ocurrió el accidente, el cual posee las categorías rurales, semiurbanas y urbanas.

- Velocidad permitida del tramo de carretera
- Estructura donde ocurrió el accidente: indica a la presencia o ausencia de algún tipo de infraestructura presente en el lugar del accidente. Estas podrían ser túnel, puente ninguno y otro.
- Iluminación: corresponde a la luminosidad presente del área donde ocurrió el accidente. Presenta las categorías de penumbra matutina, penumbra vespertina, luz artificial luz natural y oscuridad.
- Tiempo atmosférico: señala la situación concreta de la atmósfera para el lugar y momento del accidente. Sus categorías podrían ser, lluvia escasa, lluvia mediana, lluvia intensa, neblina escasa, neblina mediana, neblina intensa, buen tiempo, despejado oscuro y otro.
- Condiciones de la calzada: corresponde a las condiciones de rose de la superficie de rodamiento en el momento del accidente. Estas categorías son: seca, con barro, húmeda, con polvo, buena, reparación, otros y ninguno
- Estado de la calzada: esta variable es la condición del estado de la calzada. Sus categorías son buena, hundimientos, huecos, construcción o reparación y otros.
- Presencia de Curvas horizontales. Las curvas horizontales se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos tangentes de un alineamiento. Las clases identificadas son recta, cruce, rotonda, curva, nivel, otro.
- Presencia de curvas verticales: las curvas verticales son las diseñadas en forma de parábola. Las categorías de esta variable son pendiente, plano, nivel y cuesta.
- Tipo de accidente: corresponde al tipo de accidente, estas categorías pueden ser, colisión entre vehículos, vuelco, Colisión con objeto fijo, atropello animal, atropello a persona, colisión con bicicleta, salió de la vía, caída de algún ocupante, objeto sobre vehículo.
- Tipo de obstáculos presentes: son los obstáculos presentes en la vía en el momento del accidente. Las categorías pueden ser vehículo estacionado, trabajos en la vía, poste para señal, árbol, poste de luz, barrera protectora lateral, barrera o separador central, baranda de puente, cuneta, terraplenes, hundimientos, huecos, obras, materiales, animal, derrumbe, inundación, otros y ninguno
- Tipo de circulación del accidente, Corresponde a la incidencia de los vehículos involucrados en el accidente, las categorías son: ángulo recto, por detrás, lateral en sentido contrario, lateral igual sentido, de frente, objeto fijo, de costado y otro

- Tipo de peatón involucrado: en el caso de existir un peatón involucrado, esta variable responde al como fue el accidente en que este se involucro el peatón. Las categorías de esta variable son: subiendo o bajando de vehículo, subiendo o bajando de vehículo, cruzando calzada en intersección, cruzando calzada en otro lugar, cruzando en zona de seguridad o de paso, reparando vehículo en calzada, transitando por la derecha de la calzada, transitando por la izquierda de la calzada, trabajando en la calzada, estaba fuera de la calzada, jugando en la calzada, de pie esperando y otros
- Sentido de la vía: evidencia los sentidos de la circulación donde ocurrió el accidente. Estos sentidos pueden ser un sentido, dos sentidos, un sentido con reversible y dos sentidos con reversible
- Genero de las personas involucradas: corresponde al número de personas con la misma característica sexual y puede ser masculino o femenino
- Condición de la persona involucra: es la condición de salud de las personas involucradas en el accidente la cual podría ser ileso, leve, grave u muerto
- Tipo de usuario. Corresponde al rol de las personas involucradas en el accidentes los cuales podrían ser: motociclista, dueño de propiedad, ciclista, conductor, pasajero carro, peatón, pasajero bicicleta, pasajero moto y otro.
- Fuente: Identifica la fuente de los datos, la cual sería la base de datos de hand held o partes oficiales de accidentes de tránsito
- Tipo de ruta. Corresponde a la clasificación de la ruta de acuerdo a su administración y esta puede ser nacional o cantonal
- Coordenada métrica CRTM05 en el eje X
- Coordenada métrica CRTM05 en el eje y
- Material de construcción de la vía. Es los materiales de la cual está hecha la superficie de rodamiento, las cuales pueden ser asfalto, cemento lastre, y trillos y veredas

6.2 Levantamiento cartográfico de la información

Con el fin de realizar la referencia geográfica se utilizo el receptor GPS marca Trimble tipo Recon con el software ARC PAD 7.0, en el caso de los partes oficiales que no proceden de la base de datos de hand held, así mismo como para los accidentes de hand held que no tienen coordenada geográfica X y coordenada

geográfica Y. Con la dirección suministrada del accidente y se realiza el levantamiento en el campo. De esta forma se obtienen los datos del levantamiento en formato SHAPE FILE compatible con Ar Gis.

En el caso de los datos procedentes de la base de datos hand held, como estos cuentan con coordenadas se realizo la proyección de los puntos del accidente, con el correspondiente software.

6.3 Distribución espacial de los accidentes de tránsito

Para poder estudiar la distribución espacial de los accidentes de tránsito se incluyo la distribución de carreteras en el área de estudio, para esto se recopilo información de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) y de la Municipalidad de Pococí. Con esta información se realizo una segmentación dinámica cada un kilometro de las carreteras nacionales y cantonales, esto con el fin de entender mejor la distribución espacial de los accidentes de tránsito en las carreteras.

Para poder entender la distribución espacial de los accidentes de tránsito se definieron las siguientes categorías:

- Distribución de accidentes por tipo de ruta: Corresponde a la distribución porcentual y espacial de los accidentes de acuerdo al tipo de ruta, sea esta nacional o cantonal.
- Distribución de accidentes por ruta: Es la distribución porcentual y espacial de accidentes de tránsito por número de ruta. Para las rutas nacionales la numeración de rutas está dada por el MOPT y para las rutas cantonales esta numeración corresponde a la asignación de la Municipalidad de Pococí.
- Distribución de tipos de accidentes por ruta. Esta variable representa la distribución en el espacio y el porcentaje, de los tipos de accidentes (colisión, atropello, etc.) por número de ruta.
- Distribución de porcentual peatones involucrados en accidentes por tramo de carreteras. Para esto se analizo la distribución de los peatones involucrados por cada kilometro de carretera en rutas nacionales y cantonales.

- Distribución de porcentual de ciclistas involucrados en accidentes por tramo de carreteras. Para esto se analizó la distribución de los ciclistas involucrados por cada kilómetro de carretera en rutas nacionales y cantonales

6.4 Modelo de peligrosidad

Un modelo cartográfico tiene como objetivo la representación simplificada de una realidad.

“El modelo es una representación simplificada de la realidad, que refleja lo fundamental que se está ignorando, los detalles, accesorios, en informática se denomina *modelo de datos* al conjunto de reglas utilizadas para representar las diferentes entidades que deben almacenarse en la base de datos (trabajadores, proveedores, clientes, etc.) mediante elementos sencillos.(James, 1984), Otro concepto a tener en cuenta es el peligrosidad entendiéndose este como la posibilidad o riesgo que hay en algunas situaciones de que ocurra un daño o un mal. Ahora bien es importante que el concepto de modelo de peligrosidad, corresponde a la relación y estructura de las variables que determinan un posible daño o mal

El modelo de peligrosidad de accidentes modela desde la perspectiva de la geografía la relación diferentes variables que inciden en la posible eventualidad de un accidente. Se toman diferentes datos geográficos y se vinculan para poder determinar los niveles de peligrosidad de los diferentes tramos de carretera en las rutas cantonales y nacionales, para esto se utilizan cinco variables que se interrelacionan mediante las aplicaciones de spatial analyst mediante el álgebra de mapas. Se aplica como variables el uso de la tierra, la clasificación de rutas, los materiales de la ruta, la presencia de curvas horizontales y la presencia de cruces. A continuación se detalla cada una de las variables.

- Uso de la tierra. El uso de la tierra es la forma más evidente de la actividad y dinámica económica de una región. Para el caso del cantón de Pococí se tomó como bases la cartografía del plan regulador de Pococí desarrollado por el Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Se realizó una reclasificación de áreas urbanas y

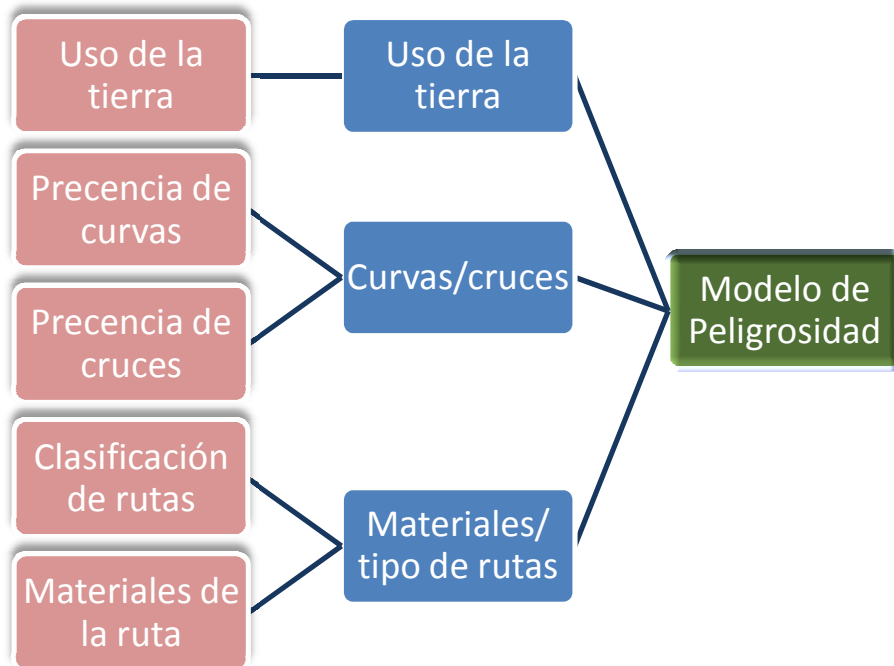
rurales, ya que se parte del principio que en áreas urbanas circulan mayor cantidad de vehículos, por lo cual existe una mayor posibilidad de que ocurra un accidente.

- Clasificación de rutas. Se tomo como base esta variable ya que corresponde al tipo de administración de la ruta, la cual puede ser de administración de gobierno central las cuales son las rutas nacionales y las rutas que son de administración de municipal, rutas cantonales. Se tomo como base los datos de la Municipalidad de Pococí y de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.
- Materiales de las rutas. Corresponde al material del cual esta hecho la superficie de rodamiento. La fuente de estos datos corresponde de la Municipalidad de Pococí y Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.
- Presencia de curvas horizontales. Las curvas horizontales son arcos de circunferencia de un solo radio. Para determinar su presencia se utiliza las bases cartográficas de la Municipalidad e Pococí y de la Dirección de Planificación Sectorial del MOPT.
- Presencia de cruces. Un cruce es el punto de unión de dos carreteras con diferentes ángulos de dirección. Se aplica las bases cartográficas anteriormente mencionadas.

6.4.1. Modelo cartográfico.

Como ya se señalo el modelo está compuesto de cinco variables que se relación entre si mediante las técnicas de análisis espacial como se demuestra en la siguiente figura.

Figura 1. Modelo de peligrosidad



Fuente elaboración propia. 2010.

6.4.2 Asignación de pesos para el modelo cartográfico.

Como se señaló anteriormente las técnicas de análisis espacial permiten relacionar las variables que se utilizan en el proceso de determinación de los tramos de carretera más peligrosos. Así se procedió a determinar elementos como tipos de maniobras necesarias para la circulación y posible cantidad de vehículos en circulación, así se le asignaron pesos a las variables involucradas como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro1. Asignación de pesos para variables del modelo de peligrosidad

	Condición	Peso
Presencia de curvas Horizontales	Si	2
	No	1
Uso de la Tierra	Urbano	2
	Rural	1
Presencia de ruta nacional	Si	2
	NO	1
Presencia de cruces	Si	2
	NO	1
Materiales	Asfalto/Cemento	3
	Lastre	2
	veredas y trillos	1

Fuente: elaboración propia, COSEVI 2010

7. Área de estudio

El cantón de Pococí tiene una extensión de 2.403,49 km², y es el segundo en importancia de la provincia de Limón, Costa Rica.

Fue creado por la ley n° 12 del 19 de septiembre de 1911, segregándolo así del cantón central de Limón. Guápiles fue declarada ciudad en 1966.

La ciudad de Guápiles es un importante centro residencial, comercial y bancario y cuenta con numerosas escuelas y colegios así como con un centro universitario e instituciones de enseñanza superior públicas y privadas. Es el corazón de una próspera región agrícola y ganadera y organiza anualmente la Feria ExpoPococí, una de las más importantes del país en el área de la ganadería. Algunas industrias empiezan a instalarse en este cantón beneficiándose de la cercanía con San José, alrededor de 60 km, y con Puerto Limón, 100 km.

Al norte del cantón se encuentra el Parque Nacional de Tortuguero, uno de los sitios turísticos más visitados de Costa Rica, famoso mundialmente por su belleza escénica, su biodiversidad y por la presencia de las tortugas marinas que llegan cada año y lo convierten así en el sitio de desove más importante del Caribe.

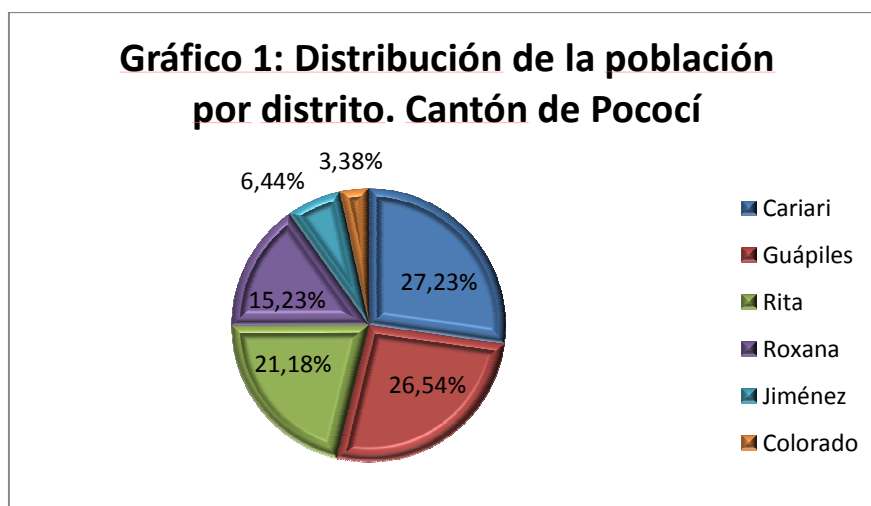
7.1 División político administrativa

El cantón se caracteriza por tener 6 distritos los cuales se detallan a continuación.

- Guápiles: se localiza bajo las coordenadas 10°12'56"N y 83°47'32"O, la elevación media es de 262 msnm. Se localizan algunos barrios como Cecilia, Diamantes, Lomas del toro. Posee una población de 27368 habitantes según el censo del año 2000. (Ver gráfico 1)
- Jiménez: se localiza en las coordenadas 10°12'34"N, Longitud 83°44'40"O, con una elevación promedio 223 msnm. Se localizan algunos poblados como Granja, Molino, Numancia, Santa Clara y Anita Grande, entre otros. El distrito de Jiménez cuenta con una población de 6644 pobladores. (Ver gráfico 1)
- Rita, localizado en las coordenadas 10°16'52"N y 83°47'10"O, con una elevación media de 111 msnm. Algunos poblados son, Pueblo Nuevo, Balastre, Cantagallo, Gallopinto, Hamburgo, Palmitas, Porvenir, Rótulo, Suerte, , Teresa, Ticabán, y el

Prado. El distrito de Rita cuenta con una población de 21841 pobladores para el año 2000. (Ver gráfico 1)

- Roxana: se localizan algunos barrios como Punta de Riel, Boca Guápiles, Cruce, Curia, Curva, Curva del Humo, Esperanza, Humo, Lomas Azules, Maravilla, Vegas de Tortuguero. Cuenta con una población de 15706 pobladores. El distrito de Roxana se localiza en las coordenadas 10°16'34"N y 83°45'14"O, con una elevación promedio de 106 msnm.
- Cariari: sus coordenadas geográficas corresponden a 10°22'05"N y 83°44'24"O, tiene una elevación media de 50 msnm. Se localizan algunos poblados como Astúa-Pirie, Banamola, Campo Cuatro, Campo Dos, Campo Tres, Caño Chiquero, Carolina, Ceibo, Cuatro Esquinas, Nazaret, Pueblo Triste, Semillero. El distrito de Cariari tiene una población de 28080 habitantes
- Colorado: se localizan algunos poblados como Barra del Colorado Este, Aragón, Buenavista, Malanga, San Gerardo, Tortuguero. Tiene una altitud media de 5 msnm, y se localiza en las coordenadas 10°46'24"N y 83°3'5'26"O. Es el distrito con menor número de pobladores, un total de 3482 para el año 2000.

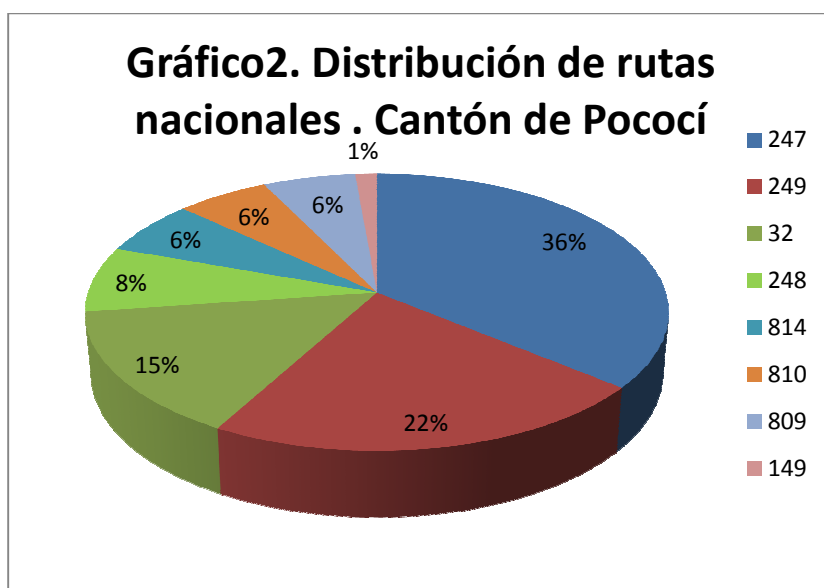


Fuente: INEC, año 2000

7.2 Carreteras.

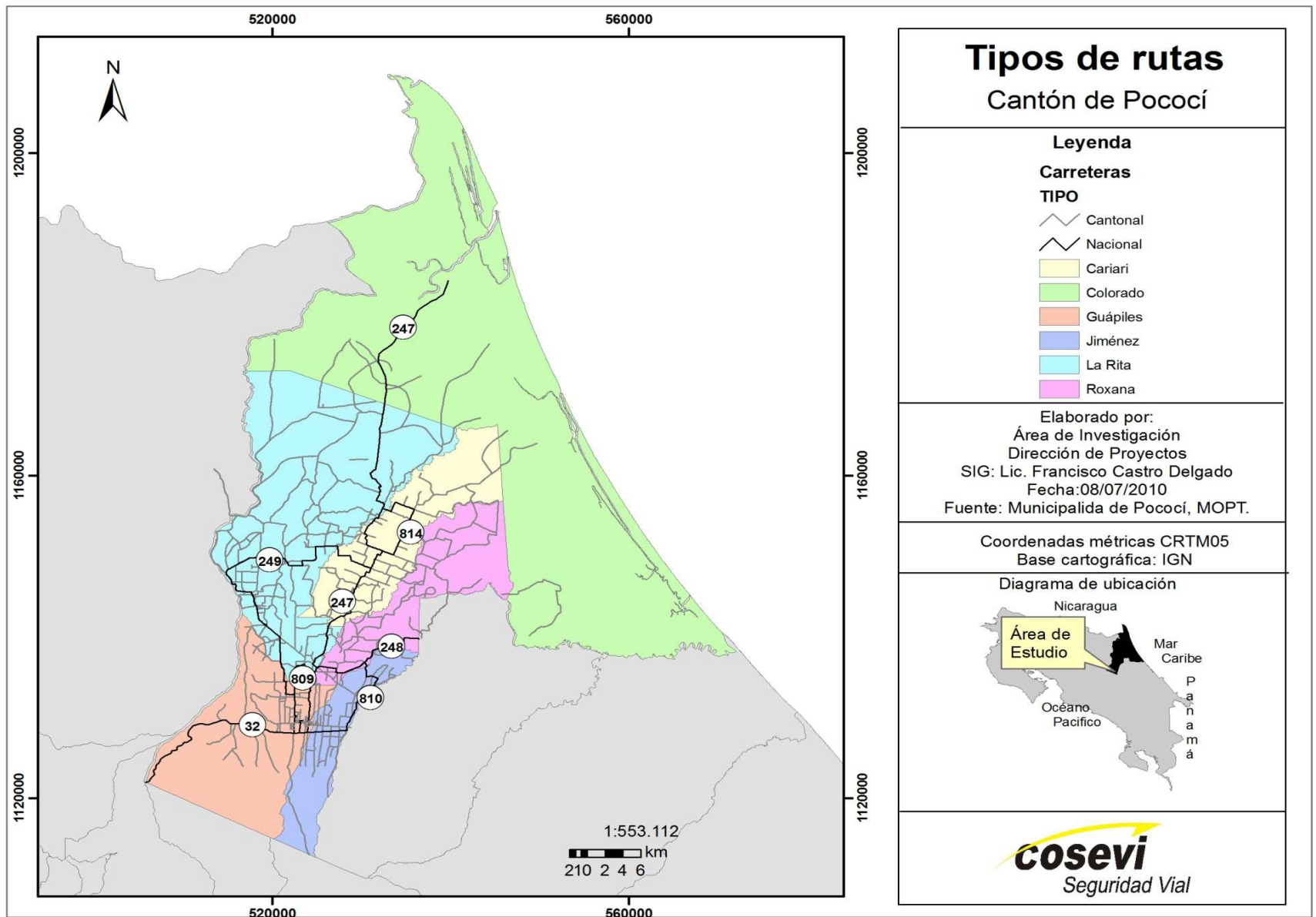
El cantón de Pococí cuenta con 1084 km de carreteras. El área cuenta con diferentes tipos de carreteras, ya que podríamos clasificarla con respecto a diversos parámetros que se pueden estudiar, como por ejemplo la administración, la circulación de vehículos, los materiales de construcción, para esto se cita algunas características de las mismas.

- Tipo de carreteras. Esta característica corresponde al tipo de administración de la vía. En este caso puede de ruta nacional o ruta cantonal. Así las rutas nacionales corresponden al 17,5% y las rutas cantonales el 82.5% del total de las rutas. Dentro de las rutas nacionales se destaca el emplazamiento de las rutas 32, 149, 247, 249, 248, 809, 810, 814. (Ver mapa 1)



Fuente: Dirección de planificación sectorial, MOPT. 2010

Mapa 1.



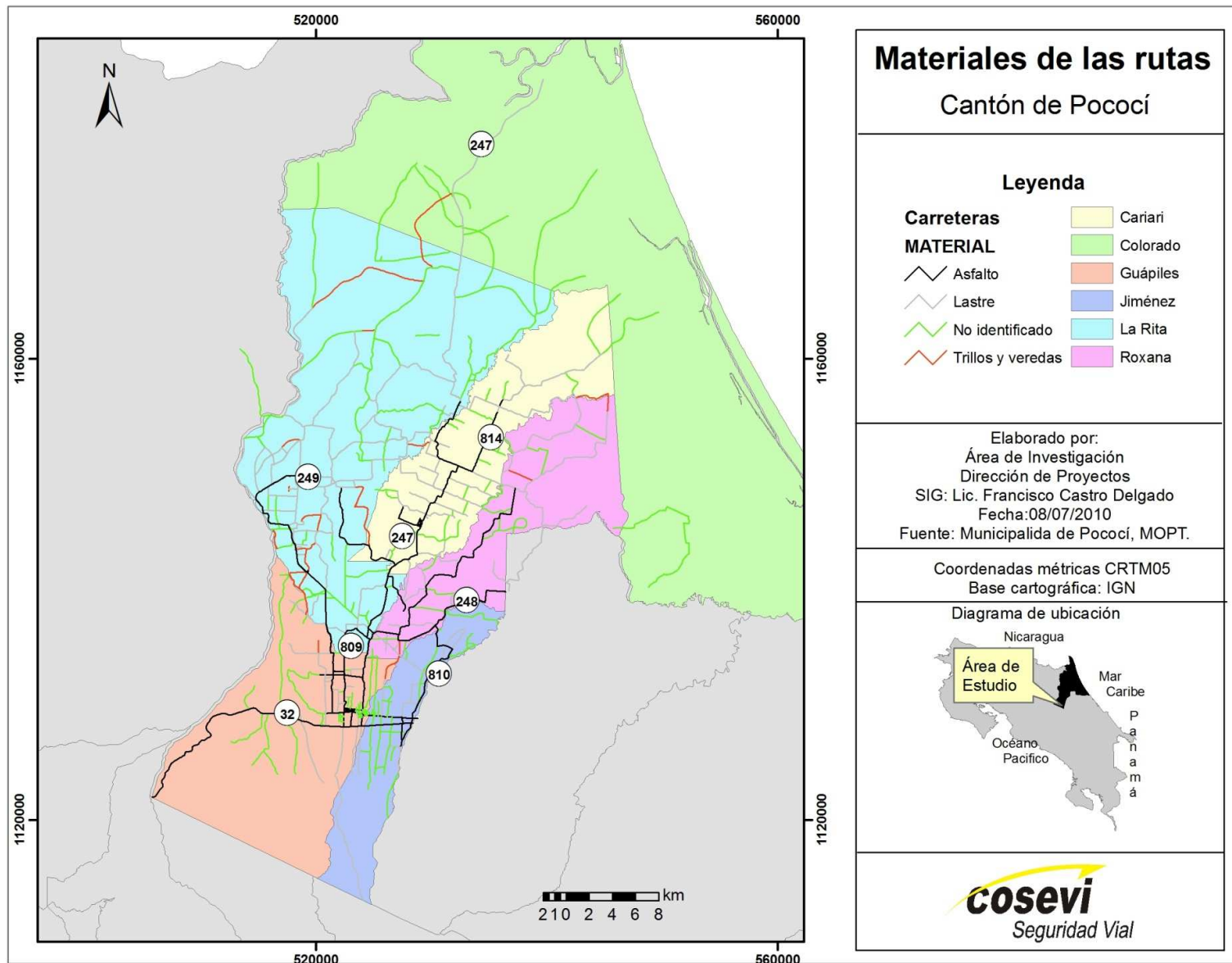
- Materiales de la superficie de rodamiento. Dentro de los materiales de la superficies destaca la presencia del asfalto, lastre, cemento, trillos, veredas y rutas con material es no identificados, es importante de destacar que la mayoría de las rutas nacionales se encuentran en la actualidad en asfalto a excepción entre los kilómetros 25 al 49 de la ruta 249, esto entre los poblados de Ticaban y Semillero (Campo 5). Las rutas cantonales se caracterizan por ser rutas que se encuentran en asfalto en los centros urbanos (Rita, El Humo, Cariari y Guápiles). (Ver mapa 2)

7.3 Otros aspectos

Dentro de este apartado se desarrollan algunos aspectos físicos ambientales y socioeconómicos del área de estudio.

- Pendientes del terreno. El cantón de Pococí se caracteriza por tener pendientes bajas o planas en la mayoría del cantón, a excepción de las zonas sur y suroeste del cantón donde se encuentra la Cordillera Volcánica Central.
- Uso de la tierra. Según datos del plan regulador cantonal el principal uso de la tierra en el cantón es la ganadería, esto debido a que ha sido una importante actividad en la región, también se considera la actividad bananera como una fuerte actividad del cantón, además de esto se destaca la actividad piñera, siembra de plantas ornamentales, y otros cultivos de menor extensión (yuca, palmito, entre otras), además de esto se destaca la presencia de humedales y aéreas de litoral hacia el sector norte del cantón.

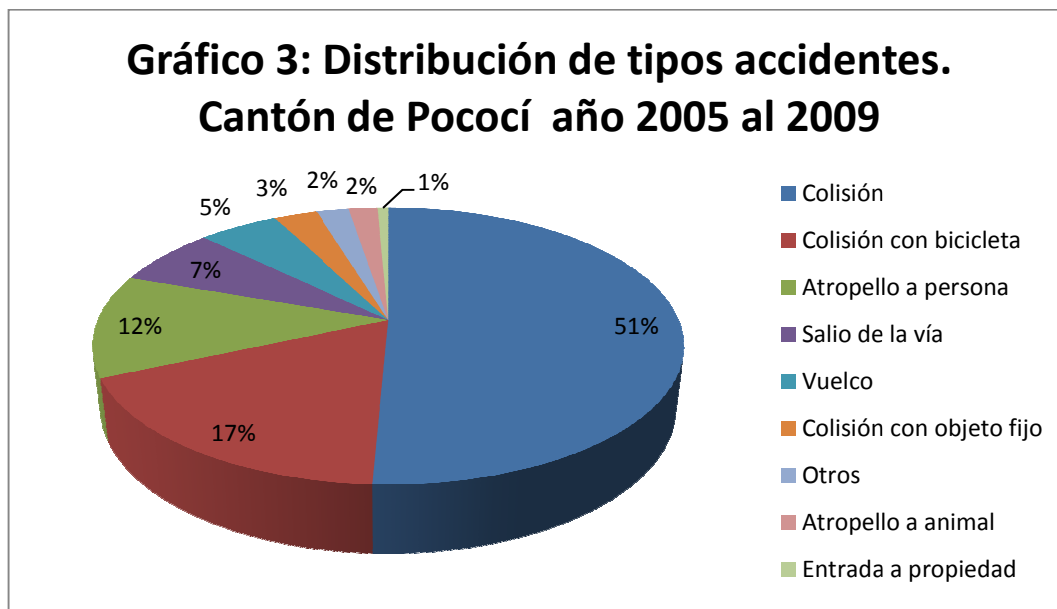
Mapa 2.



8. Base de datos espacial

Como se señaló anteriormente esta base de datos corresponde a las características de cada accidente en la cual existió al menos una persona en condición leve.

- Características generales de los datos. La base de datos cuenta con 65 variables, generalizadas a partir de las bases de datos de partes oficiales y hand held, esta base de datos esta diseñada para usar en el Software Arc Gis 9.3.1. Se contabilizaron 424 accidentes. Esta base se caracteriza por tener un mayor concentración de colisiones, es importante señalar también que la colisión con bicicleta y los atropellos a personas ocupan el segundo y tercer lugar en importancia (Ver Gráfico 3)



Fuente: elaboración propia, COSEVI 2010

En dichos accidente estuvieron involucradas 863 personas de las el 84% son hombres. Para las víctimas en accidentes se destaca que el 68% del total son muertos, graves o leves. Las personas muertas son el 3.24 del total de personas. El 21% son personas en condición grave y un 43% son personas en condición leve.

Se determino para la base de datos 65 variables las cuales se señalan a continuación las cuales se detallan a continuación.

Cuadro 2. Variables de la base de datos espacial.

Número de parte	Número de personas muertas
Cantón	Número de personas graves
Distrito	Número de personas heridas
Fecha hora	Número de personas ilesas
Dirección	Daño a la persona no identificado
Coordenada X	Número de motociclistas involucrados
Coordenada Y	Número de ciclistas involucrados
Código de provincia	Número de conductores de vehículos involucrados
Código de Cantón	Número de pasajeros de carro involucrados
Código de distrito	Número de peatones involucrados
Ruta	Número de pasajeros de bicicleta involucrados
Kilometro	Número de otros usuarios involucrados
Ubicación	Número de pasajeros de moto involucrados
Velocidad	Número de bicicletas involucradas
Tipo de estructura	Número de autobuses involucradas
Tipo de calzada	Número de motocicletas involucradas
Condición de la calzada	Número de automóviles involucrados
Estado de la calzada	Número de camiones involucrados
Iluminación	Número de pick ups involucrados
Tiempo	Número de microbuses involucradas
Alineamiento Vertical	Número de taxis involucrados
Alineamiento horizontal	Número de cisternas involucrados
Tipo Intersección	Número de cabezales sin remolque involucrados
Tipo de accidente	Número de cabezales con remolque involucrados
Tipo de circulación	Número de bicicletas involucradas
Tipo de obstáculo	Número de bicicletas involucradas
Tipo de accidente al peatón	Número de bicicletas involucradas
Sentido	Número de bicicletas involucradas
Número de personas involucradas	Número de bicicletas involucradas
Número de personas masculinas	Número de bicicletas involucradas
Número de personas Femeninas	Número de bicicletas involucradas
Genero no identificado	Número de vehículos no identificado
	Origen de la información

Fuente: elaboración propia, año 2010

- Formato de la información: La información se presenta en un formato DBF, compatible con EXCEL y demás software especiales para bases de datos. Esta base de datos se presenta con este formato ya que es el formato compatible con los archivos de lectura de los temas de Arc Gis. (Ver figura 2)

Figura 2. Base de datos en formato de lectura de Arc GIS 9.3.1

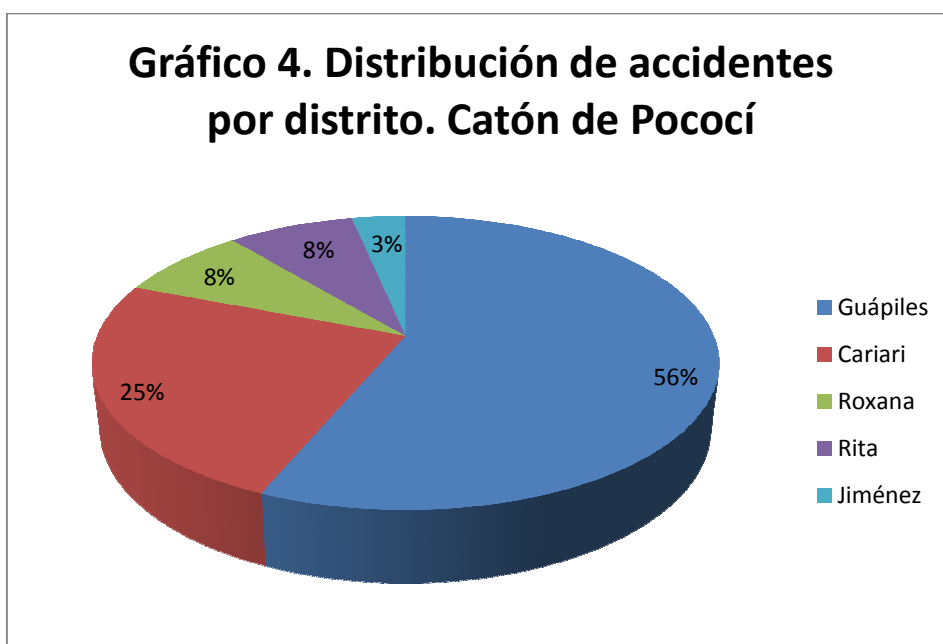
FID	Shape *	JOIN_COUNT	JOIN_COU	NUMERO DE PARTE	CANTa	DISTRITO	FECHA_HORA	DIRECCION
0	Point	1	1	20030009009	Pococi	Cariari	28/03/2005	CARRET CAMPO ATERRIZAJE CARIARI FTE COLEG ACADEMICO
1	Point	1	1	20030012453	Pococi	Guápiles	13/02/2006	75 N. ESQUINA NE. CEMENTERIO GUAPILES CARRETERA A LA COLONIA
2	Point	2	2	20040002161	Pococi	Jiménez	12/03/2007	CRUCE ENTRANDO A JIMENEZ, INTERSECCION RUTA 32, KM 69
3	Point	1	1	2005124318	Pococi	Guápiles	24/10/2006	DEL CEMENTERIO 200M NORTE
4	Point	1	1	2005113393	Pococi	Guápiles	16/09/2006	DEL INS 100 MTS ESTE
5	Point	2	1	2005115925	Pococi	Guápiles	18/10/2006	FTE A PALI DE GUAPILES
6	Point	2	1	20040004218	Pococi	Guápiles	16/09/2007	FTE A SUPER BATERIAS Y BURGER KING GUAPILES
7	Point	1	1	2005124311	Pococi	Guápiles	27/09/2006	FTE EXPO-POCOCI
8	Point	1	1	2005124325	Pococi	Guápiles	09/10/2006	FTE A TALLER TIGRE 200 NORTE DEL MOPT
9	Point	1	1	2005107365	Pococi	Jiménez	21/10/2006	100 OESTE DE LA POLICIA JIMENEZ
10	Point	1	1	20030008368	Pococi	Rita	26/01/2005	CARRETERA A CARIARI SOBRE PUENTE JORDAN EN LA RITA DE GUAPILES
11	Point	1	1	2005124304	Pococi	Roxana	28/09/2006	CARRETERA A ROXANA 1 KM AL OESTE DEL CRUCE DE RICHARD
12	Point	2	2	2005113416	Pococi	Roxana	18/09/2006	200 MTS AL OESTE DEL PUESTO DE FUERZA PUBLICA
13	Point	1	1	20030008369	Pococi	Cariari	28/01/2005	RUTA 247 FTE A BLOQUERA ASTUA PIRE CARIARI
14	Point	2	2	20030009213	Pococi	Jiménez	31/12/2005	ENTRADA A JIMENEZ
15	Point	1	1	20030009532	Pococi	Jiménez	09/06/2005	DEL PUENTE RIO MOLINO 150 O.
16	Point	1	1	20030009533	Pococi	Jiménez	09/06/2005	150 ESTE DEL PUENTE RIO MOLINO
17	Point	1	1	20030009012	Pococi	Jiménez	02/04/2005	JIMENEZ 25 ESTE DEL COLONO AGROPECUARIO
18	Point	2	1	20030009014	Pococi	Guápiles	06/04/2005	FTE EDIFICIO LA TOYOTA EN GUAPILES
19	Point	2	1	20030009538	Pococi	Guápiles	17/08/2005	FRENTE AGENCIA TOYOTA, GUAPILES.
20	Point	2	1	20040003419	Pococi	Guápiles	11/12/2007	CRUCE COMBOY EN GUAPILES CENTRO
21	Point	2	1	20030009419	Pococi	Guápiles	12/05/2005	CRUCE BOMBEROS EN GUAPILES CENTRO
22	Point	1	1	2005059349	Pococi	Guápiles	22/11/2005	UNOS 200 SUR DEL CEMENTERIO DE GUAPILES, FRENE SUPER VIDEO
23	Point	2	1	20030008382	Pococi	Guápiles	06/02/2005	ENTRADA O CRUCE A BARRIO SAN MIGUEL ASTUA PIRE CARIARI
24	Point	2	1	20030010376	Pococi	Guápiles	24/10/2005	25 E. DE ENTRADA A RTV SY C
25	Point	1	1	20040002929	Pococi	Guápiles	19/06/2007	RECTA DE LA BOMBA LA CHLA, CRUCE DE RUTA 32 CON RUTA 4
26	Point	1	1	20040002169	Pococi	Guápiles	31/03/2007	GUAPILES RUTA 32 KM 63 FTE A HOTEL TALAMANCA
27	Point	1	1	20030009537	Pococi	Guápiles	14/06/2005	FRENTE A RESTAURANTE RANCHO GRANDE.
28	Point	1	1	2005011458	Pococi	Guápiles	04/03/2005	100 N CHICHARRONERA EL PRADO
29	Point	1	1	20030009531	Pococi	Guápiles	05/06/2005	RUTA 247 200 MTS. AL NORTE DE LA CHICHARRONERA EL PRADO
30	Point	2	1	2005049403	Pococi	Rita	14/09/2005	FRENTE AL EBAIS DE LA RITA.
31	Point	1	1	20030008390	Pococi	Rita	27/02/2005	450 O. PARQUE LA RITA CARRETERA A LA SONIA
32	Point	1	1	20030010572	Pococi	Rita	02/08/2005	LA RUTA POCOCI CRUCE JORDAN 200M AL NORTE HACIA CARIARI
33	Point	1	1	20030008714	Pococi	Rita	22/02/2005	NUMANCIA R. 247 FTE. CASA GOMEZ RETANA RUTA A CARIARI
34	Point	1	1	20030013343	Pococi	Cariari	10/03/2006	FRENTE A SALON COMUNAL DE ASTUA PIRE.
35	Point	1	1	20030008382	Pococi	Cariari	06/02/2005	ENTRADA O CRUCE A BARRIO SAN MIGUEL ASTUA PIRE CARIARI
36	Point	1	1	20040004703	Pococi	Cariari	09/12/2007	FTE AL SALON COMUNAL DE ASTUA PIRE
37	Point	1	1	20030008366	Pococi	Cariari	24/01/2005	ASTUA PIRE 100 N ENTRADA PERCLIS MOLA CARIARI POCOCI
38	Point	1	1	2005044798	Pococi	Rita	12/12/2005	BARRIO NAJERA, FRENTE A PARADA DE BUSES HACIA CARIARI.
39	Point	1	1	2007081948	Pococi	Rita	10/12/2007	RUTA 247 BARRIO NAJERA
40	Point	1	1	20030010577	Pococi	Rita	14/08/2005	LA RITA GUAPILES CRUCE TALLER RICHARD 75 O
41	Point	1	1	20030009430	Pococi	Roxana	04/06/2005	FRENTE A CORBANA
42	Point	1	1	20030008379	Pococi	Rita	21/02/2005	PATIO SAN CRISTOBAL EL INDIO TICA BAR CONOCIDO COMO LA TE
43	Point	1	1	20040004709	Pococi	Guápiles	30/12/2007	LA UNION FTE A MINISUPER BRENES
44	Point	1	1	20030004900	Pococi	Guápiles	04/02/2005	R-32, FRENTE AL MINI SUPER LA UNION, LA UNION, GUAPILES, KM 54
45	Point	2	1	20040000541	Pococi	Guápiles	16/12/2006	RUTA 32 300 ESTE DEL PUENTE TORO AMARILLO

Fuente: elaboración propia

Para una mejor comprensión de la base de datos observe el anexo 1 el cual corresponde a la codificación de la base de datos. Ahora bien, para el análisis espacial de los accidentes de tránsito en el cantón de Pococi se incluirán para el análisis seis variables (ruta, tipo de accidente, número de personas involucradas, distrito, tipo de vehículos involucrados los cuales se consideran los que sean necesarios para el análisis).

9. Análisis de la distribución espacial de los accidentes de tránsito

De acuerdo a la distribución político administrativa del cantón de Pococí, se destaca que el 56% de los accidentes se localizan en el distrito primero del cantón (Guápiles), es importante de destacar que se emplazan importantes centros poblacionales, como Colonia, El Prado y la cabecera del distrito de Guápiles, que es el centro comercial, industrial y residencial más importante de todo el cantón de Pococí, dándose así mayor cantidad de flujos vehiculares, además de estas situaciones el distrito de Guápiles es atravesado por la mayor parte de rutas nacionales emplazadas en el área de estudio, de las cuales se destacan la ruta 32, 247, 249y 149. Luego de esto el distrito con segunda concentración de accidentes es el distrito de Cariari con un total del 24, 5% del los accidentes (Ver Gráfico 4). Este distrito se caracteriza por ser el mayor población.

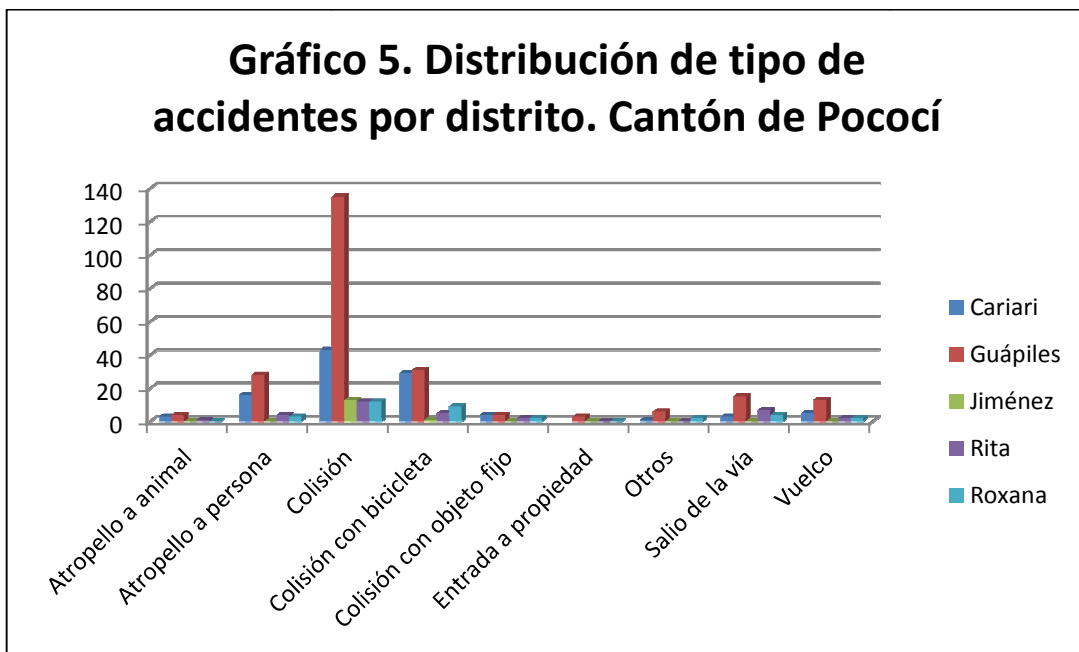


Fuente: elaboración propia, 2010.

Es importante de destacar que el distrito de Jiménez es el que registra menor cantidad de accidentes, unido a este, el distrito de Colorado no registra accidentes. Es importante de tener en cuenta que esto son los distritos que registran menor cantidad de población.

De acuerdo a la distribución de tipos de accidentes por distrito se destaca que el distrito de Guápiles presenta una mayor concentración en todos los tipos de accidentes. Se puede

destacar que la colisión entre vehículos, es el accidente más predominante en todos los distritos del cantón, situación que resulta evidente ya que en el sistema vial los usuarios de mayor presencia en las vías son los diferentes tipos de vehículos. Es importante de tener en cuenta el caso del distrito de Cariari ya que es el segundo distrito con mayor concentración de accidentes, pero en el caso de colisión con bicicleta tiene un importante número de accidentes casi similar al del Guápiles.

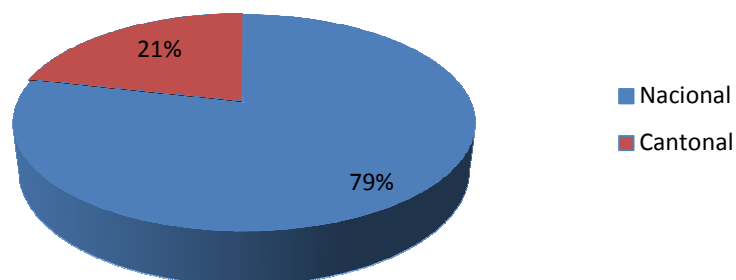


Fuente: elaboración propia, 2010.

9.1 Distribución de accidentes por ruta.

Para el siguiente análisis se toma como bases la distribución de rutas nacionales y cantonales, esto con el fin de lograr una mayor comprensión de la accidentabilidad del cantón de Pococí (Ver mapa 3). Ya que es importante destacar la diferencia que existe en la distribución en estos dos tipos de rutas. (Ver gráfico 6).

Gráfico 6. Distribución de los accidentes de tránsito por tipo de ruta. Cantón de Pococí



Fuente: elaboración propia, 2010.

8.1.1 Rutas nacionales

Como se señaló anteriormente en el cantón de Pococí se encuentran emplazadas las rutas nacionales Número 32, 149, 247, 248, 249, 809, 810 y 814. Se destaca el hecho que la ruta 247 es la que presenta mayor cantidad de accidentes y en segundo lugar se encuentra la ruta 32. Las rutas con menor cantidad de accidentes son las rutas 810 y la 814 (Ver gráfico 7).

Mapa 3.

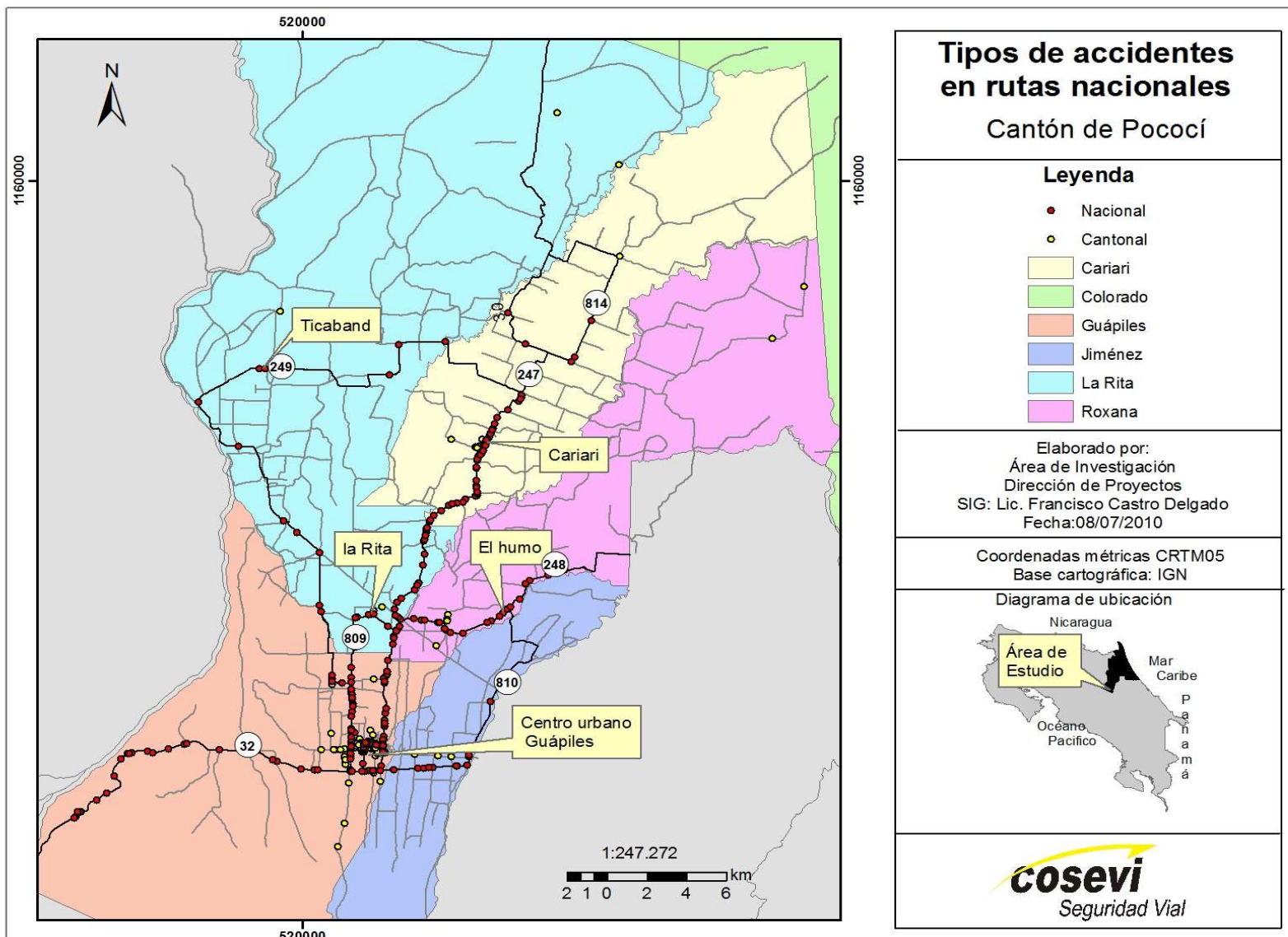
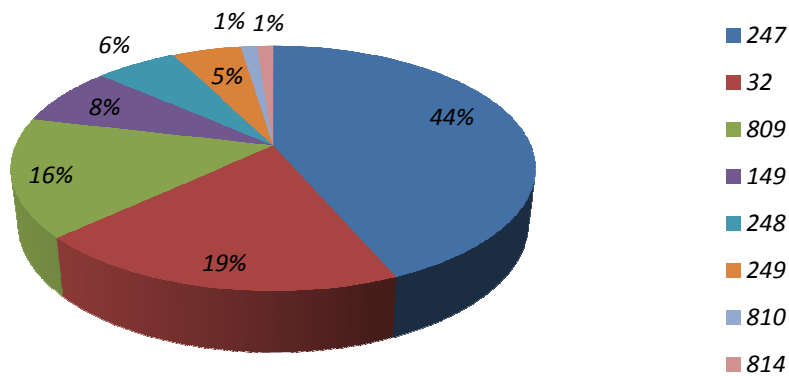


Gráfico 7. Distribución de accidentes de tránsito por ruta. Cantón de Pococí



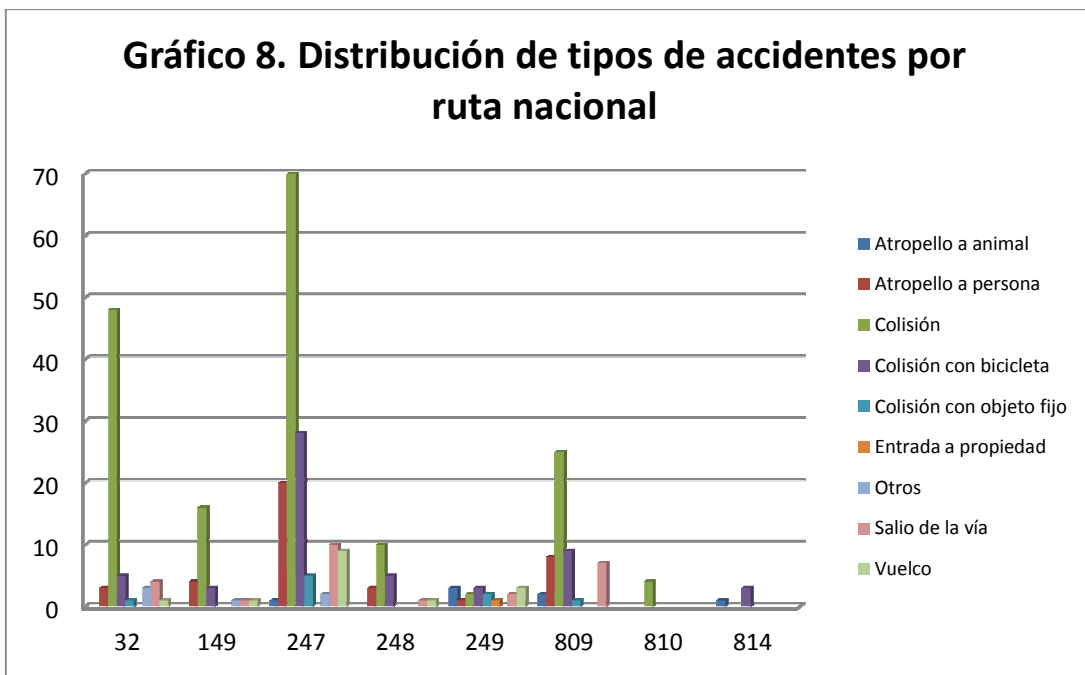
Fuente: elaboración propia, 2010.

- Ruta 32:* Se caracteriza principalmente por registrar colisiones entre vehículos (Ver grafico 8). Además se destaca la presencia de las colisiones con bicicletas (Ver mapa 4). Es importante tener en cuenta que esta ruta, concentra accidentes principalmente en los cruces de carreteras, en los cuales se destacan las entradas a Guápiles (Imagen 1), el cruce de río Blanco y el cruce con ruta 4. Esta ruta es la segunda con mayor cantidad de personas involucradas en el accidente.

IMAGEN 1. Entrada a Guápiles, por el hotel Talamanca



Además de esto los accidentes sobre esta ruta se caracterizan por la presencia de los atropellos y las colisiones con objetos fijos. Se debe de tener en cuenta que esta ruta no cruza el centro urbano de Guápiles pero se localizan comercios y áreas industriales en las márgenes de esta.



Fuente: elaboración propia, 2010.

- *Ruta 149:* Es ruta se caracteriza por ser la entrada principal de Guápiles, además de esto cruza el centro urbano de Guápiles donde se localizan áreas comerciales y residenciales donde existen altos volúmenes de peatones y vehículos (Ver imagen 3).

Mapa 4.

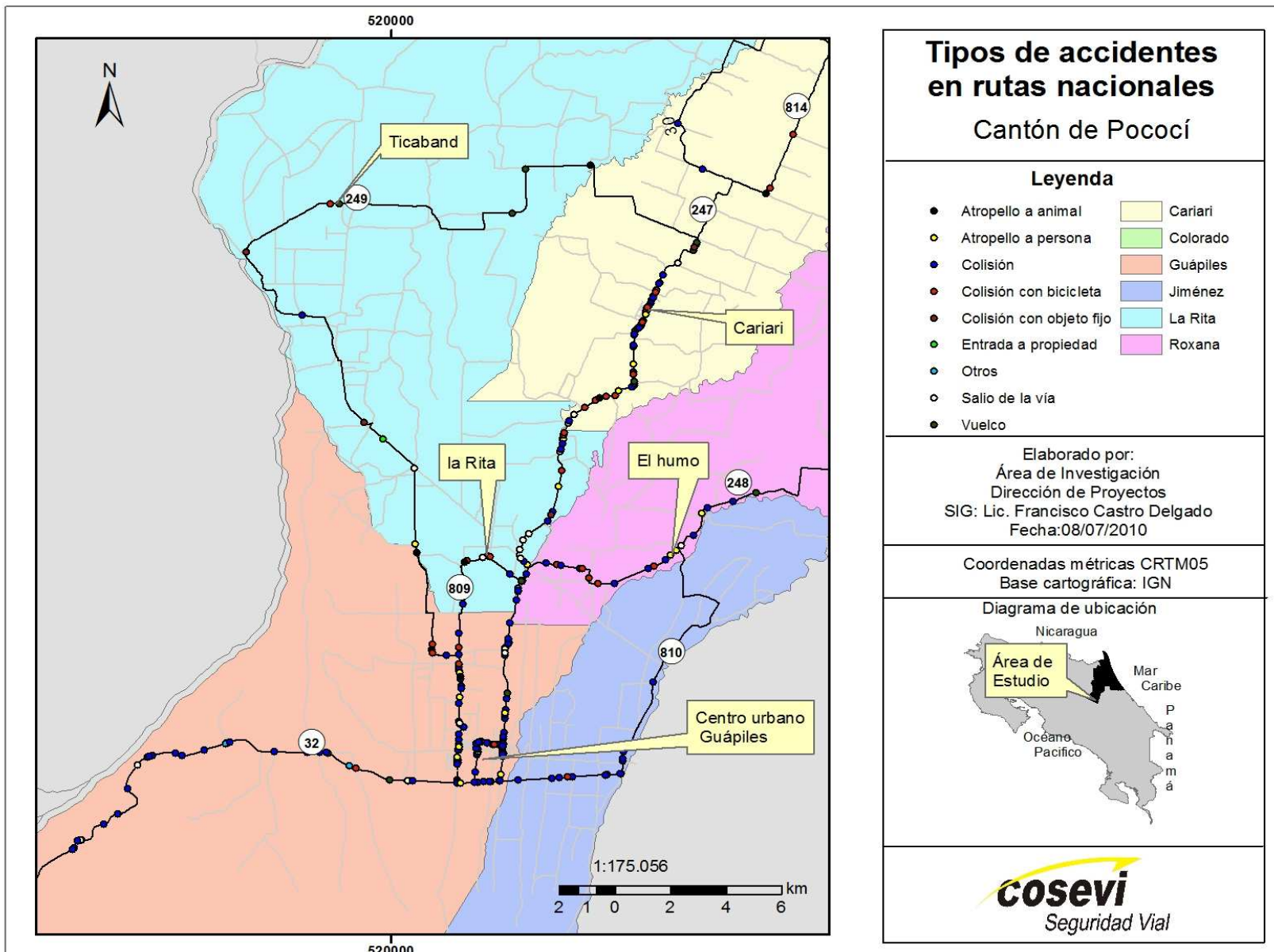


IMAGEN 2. Ruta 149 en el centro urbano de Guápiles



La ruta 149 se caracteriza por tener una mayor concentración de colisiones entre vehículos, pero es la tercer ruta con mayor concentración de atropellos, siendo también el segundo tipo de accidente en importancia en la ruta. Se destaca el hecho que se encuentra localizados accidentes entre el Estadio Ebal Rodríguez y la tienda Loredo y al final de esta ruta en el cruce con la ruta 247, cerca del cruce del colegio técnico. Se destacan las entrada del hospital de Guápiles y el cruce de la estación de Bomberos

- *Ruta 247:* La ruta 247 se caracteriza por ser la ruta con mayor concentración de accidentes en el cantón. Concentra la mayor cantidad de accidentes por colisiones del cantón. Pero los atropellos a personas y las colisiones con bicicletas (entiéndase estos dos grupos como los usuarios vulnerables del sistema de transporte), juntos casi suman la misma cantidad de accidentes por colisiones. Además aparece las colisiones con objetos fijos con un importante aporte a la totalidad de accidentes en el cantón (ver gráfico 8), la concentración principal de estos accidentes los tenemos es el área urbana de Guápiles cerca del cruce del bar Montecarlo, en el barrio el Prado, en Astua Pirie y en Cariari (ver imagen 4). Esta ruta es la que registra mayor cantidad de personas involucradas en los accidente y registra mayor cantidad de accidentes con motos involucradas (al menos un 35% del total de accidentes).

Imagen 3. Ruta 247 en el centro de Cariari



- *Ruta 248*: la ruta 248 se caracteriza por concentrarse accidentes en las proximidades del Humo de la Roxana entre el kilómetro 5 y 8 de esta ruta. Las colisiones son el más frecuente de los accidentes (50% de los accidentes) y las colisiones con bicicletas y los atropellos a personas suman la segunda causa en importancia. Además de esto en un 28% de los accidentes en esta ruta existe al menos involucrada una motocicleta.

Imagen 4. Ruta 248 en el centro de San Antonio



- *Ruta 249.* Esta ruta concentra la mayor cantidad de accidentes en el sector de la colina de Guápiles. Es necesario recordar que esta carretera tubo un tramo importante de carretera en lastre hasta el año 2009 cuando se asfalto el tramo entre el cruce de la Teresa y Ticaband. Es importante anotar que las colisiones entre vehículos son los de mayor cantidad y que las colisiones con bicicletas y los atropellos a personas son los que suman juntos mayor cantidad de accidentes. Otro elemento a considerar es la cantidad de personas víctimas de accidentes donde existe al menos una motocicleta involucrada ya que están representan al 70% de las mismas.

Imagen 6. Ruta 249 cerca del cruce de la Teresa



- *Ruta 809.* La ruta 809 se caracteriza por conectarse con la ruta 32 además de esto pasa por importante barrios, de Guápiles como los Ángeles, urbanización la Palma Dorada, cruce de Richard, la Rita hasta conectarse con la ruta 247. Esta ruta se caracteriza por concentrar colisiones en el sector del cementerio. Los atropellos a personas y las colisiones con bicicleta en los kilómetros 4 y 5, esto en las cercanías del Bar Manolos camino a la colonia. Además de esto las colisiones con bicicletas también se localizan en las cercanías de la entrada a la Rita por la ruta 247, kilómetro 10 de la ruta 809.

Imagen 7. Ruta 809, cercanías del aeropuerto de Guápiles



La ruta 809 concentra el 13% de total de las víctimas identificadas en rutas nacionales, además es importante que del total de las colisiones, un 40% de los accidentes se ha visto involucrada ala menos una motocicleta

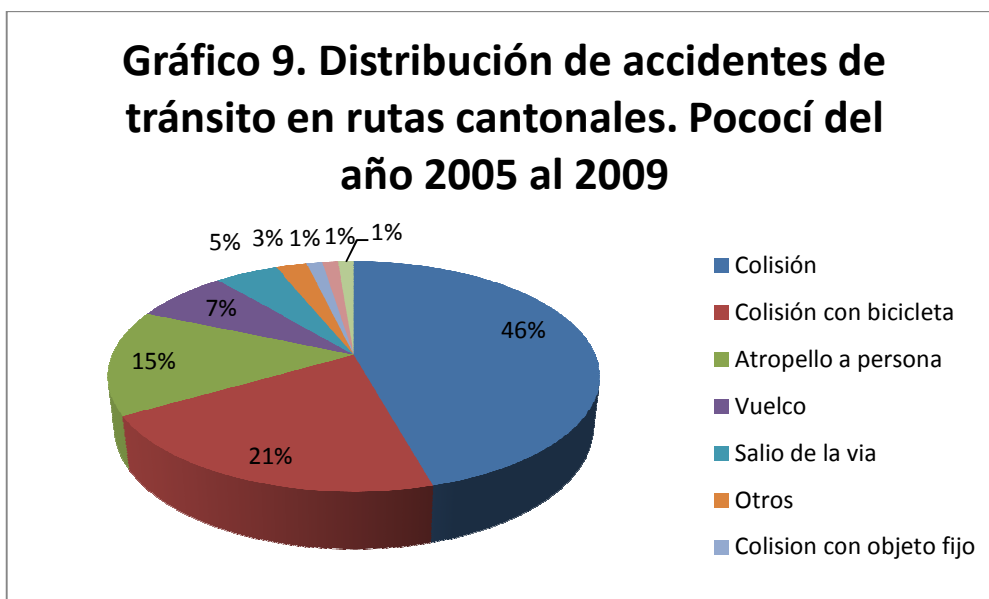
- *Ruta 810 y 814:* Se analizan estas dos rutas de manera conjunta debido a la poca accidentabilidad que presentan. La ruta 810 corresponde a la ruta que atraviesa el distrito de Jiménez (el cual es el distrito con menor accidentabilidad del cantón). Lo que registras son algunas colisiones principalmente en centro urbano de Jiménez, las cuales no registran muertes y con 8 víctimas, en esta ruta no se encuentra atropellos a personas ni colisiones con bicicletas

La ruta 814 es la ruta nacional que conecta el cruce del Sura Campo 2, Cuatro Esquinas a terminar en Palmitas, esta ruta concentra accidentes principalmente en el sector de Campo 2 y en esta ruta se destaca que lo que existen son colisiones con bicicletas y un accidente donde se ve involucrada una moto.

8.1.3 Rutas cantonales

Para las rutas nacionales se definió estudiarlas por áreas de incidencia de accidentes. Como se observó en gráfico 6, el 21% de los accidentes se concentran en rutas cantonales. Donde predominan la mayor cantidad de accidente es en el centro urbano de Guápiles y en el centro urbano de Cariari (en estas se concentran el 61% de los accidentes de los accidentes en rutas cantonales). En el gráfico 9 nota claramente que existe una gran incidencia de colisiones entre vehículos. En diferencia con las rutas nacionales, las colisiones sufren una disminución cerca del 5%, pero las colisiones con bicicletas y atropellos a personas entre ambas sufren un aumento del 7% en comparación con las rutas nacionales.

El cuarto tipo de accidente en importancia en las rutas cantonales es el vuelco y la última categoría es la colisión con objeto fijo.



Fuente: elaboración propia, 2010.

- Centro urbano de Guápiles. En este área se destaca dos rutas de importancia, la ruta que se dirige desde el cementerio y Finaliza en el cruce de bar

Montecarlo. Esta ruta se caracteriza por concentrar el 22.5% de los accidentes que ocurren en rutas cantonales, donde las colisiones entre vehículos son aproximadamente un 49% del total de los accidentes de esta ruta, y del total de las colisiones en un 36% estuvieron involucradas motocicletas. Un 28% de los accidentes en esta ruta fueron colisiones con bicicletas o atropellos a personas

**Imagen 8: ruta entre el cementerio y bar Montecarlo,
en las cercanías d de buses Badilla**



La otra ruta a considerar en el presente análisis es la ruta comprendida entre clínica del Caribe terminar en la iglesia católica, se destaca el hecho que entre la clínica del Caribe y 100 metros al sur se concentra 6% de los accidentes ocurridos en rutas cantonales. Se destaca la presencia de de las colisiones entre vehículos y las colisiones con bicicletas.

- Centro urbano de Cariari. Esta área se caracteriza por concentrar el 9% de los accidentes ocurridos en las rutas cantonales, principalmente en las rutas aledañas a la clínica de Cariari, es importante de considerar que el 37% del total de estos accidentes son atropellos a personas, un tramo a considerar en esta área es las cercanías del supermercado Pali.

8.1.4 Distribución espacial de ciclistas involucrados en accidentes

Se destacan en la distribución espacial de los kilómetros 1, 7, 19 al 21, ya que estos concentran entre un 4 y 9% de los ciclistas involucrados (cada kilómetro). Otros tramos de carretera a considerar son los kilómetros 0, 13, 15, 16 y 17 de la ruta 247, los kilómetros 1,2 y 5 de la ruta 248, el kilómetro 61 de la ruta 32, ya que cada uno de estos concentra entre un 2 y un 4% de los ciclistas accidentados.

8.1.5 Distribución espacial de los peatones involucrados en accidentes

Se debe tener en cuenta que los kilómetros de 0, 1 y 2 de la ruta 809 , el kilómetro 1 de la ruta 149 y el kilómetro 64 de la ruta 32, concentran entre un 4 y 9% (un 39% del total de peatones involucrados) cada kilómetro del total de peatones involucrados en accidentes, es importante recordar que este tramo de la ruta recorre importantes centros residenciales, comerciales y educativos.

9. Modelo de peligrosidad de tramos de carreteras propensos a accidentes de tránsito

Como se señalo en el principio este modelo es desarrollado con el fin de terminar tramos de carretera propensos a accidentes de tránsito tomando como principio algunos elementos del diseño de la carreteras se toma como unidad de análisis la carretera y se le incorporan algunos elementos espaciales como uso de la tierra para poder fortalecer dicho análisis, para esto se elabora una asignación de pesos de acuerdo a criterios de visibilidad, materiales, tipos de maniobras necesarios y usos de la tierra.

9.1 Asignación de pesos a las variables.

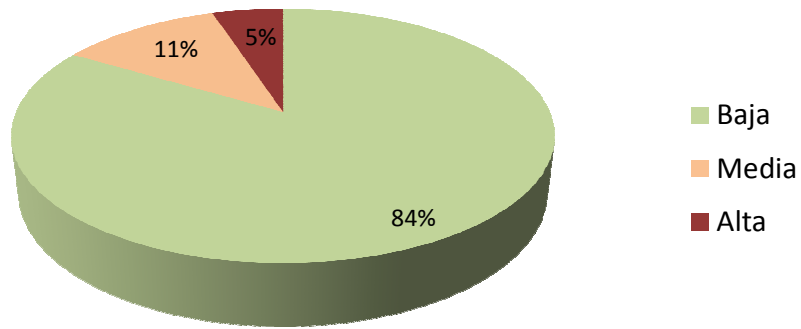
De acuerdo a las variables expuestas en la metodología se asigno el peso a las variables, procediendo a una cuantificación de las mismas.

De esta forma las variables se asocian espacialmente tomando como referencia el peso asignado a cada tramo de la carretera de acuerdo a la variable correspondiente.

Se elaboraron tres categorías las cuales sus resultados se detallan a continuación.

- ✓ Categoría alta. La categoría alta corresponde al 54% del total kilómetros de carretera (Ver gráfico 10). Esta categoría se localiza principalmente en las intersecciones de los centros urbanos en las intersecciones de las rutas nacionales, en tramos importantes de la ruta 32, entre los kilómetros 16 y 24 de ruta 247 (Ver mapa 5). También se desataca los kilómetros del 8 al 10 de la ruta 809 y los kilómetros cercanos al centro del Humo de la Roxana.

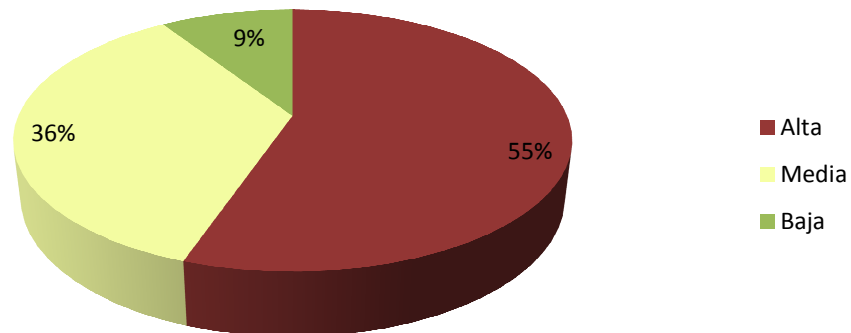
Gráfico 10. Disitribución de los rangos de peligrosidad en rutas. Cantón de Pococí



Fuente: elaboración propia, 2010.

Esta categoría concentra el 55% (ver gráfico 11) de los accidentes donde se evidencia que la mayoría de los accidentes se encuentran en esta categoría, ya que los elementos considerados en el análisis dentro de los cuales podemos considerar los tipos de virajes que debe de hacer el conductor y la cantidad de vehículos, que circulan son elementos que marcan la categoría alta y que se relaciona la incidencia de accidentes. Más del 50% de las colisiones ocurren estos tramos de carretera.

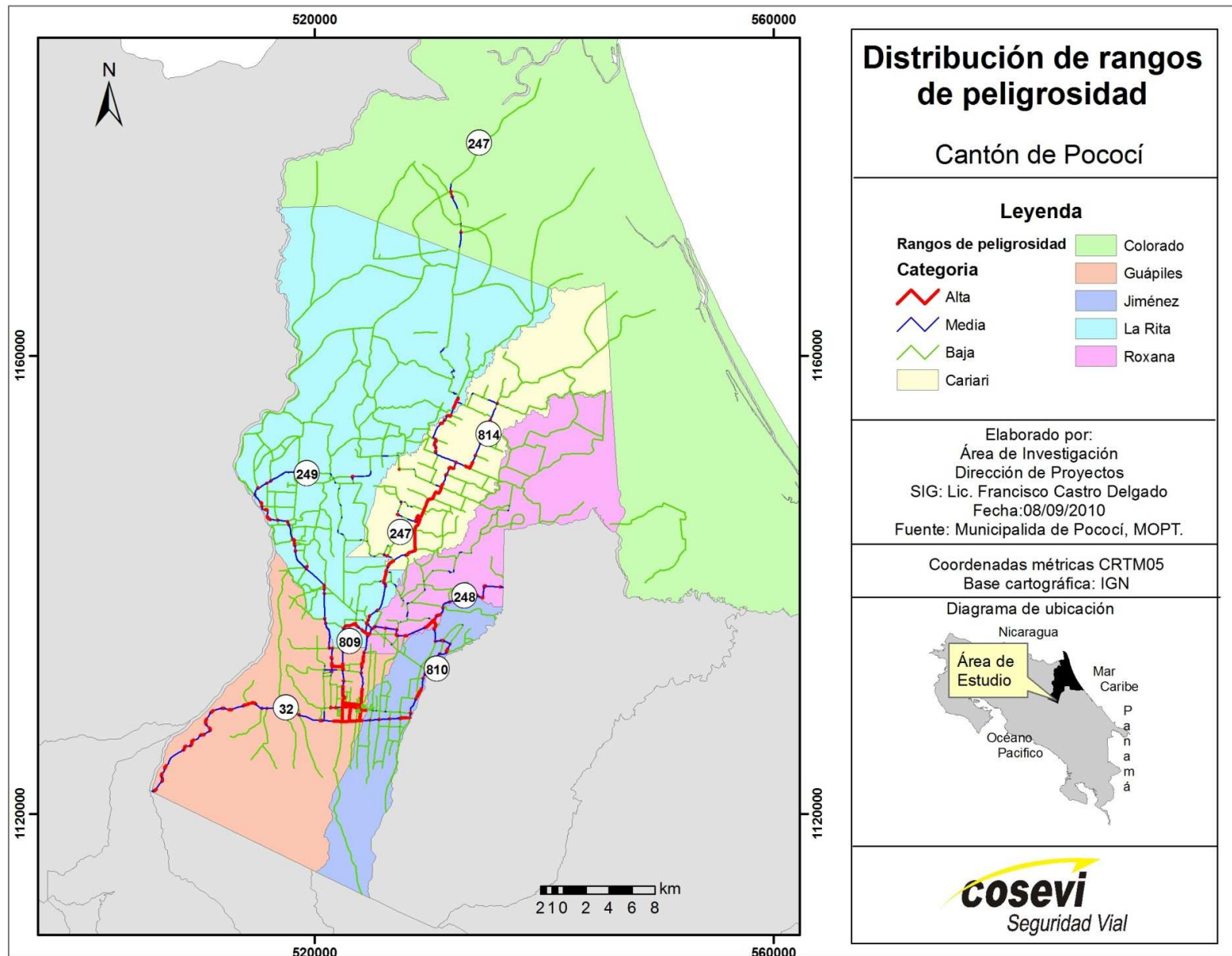
Gráfico 11. Distribución de los accidentes por zona de peligrosidad. Cantón de Pococí 2010.



Fuente: elaboración propia, 2010.

- ✓ Categoría media. Esta categoría representa el 11% del total de los kilómetros en ruta y se encuentran emplazados en las periferias de las áreas urbanas, en los centros urbanos de Cariari y Guápiles, además en tramos de las rutas nacionales 809, 810, 814, 248 y 249 y tramos de de la ruta 32 (entre los kilómetros 52 y 56).
En esta categoría se localizan el 36 % de los accidentes (gráfico 11) de los cuales se destacan las colisiones, se destacan las colisiones en primer lugar, luego las colisiones con bicicletas y los atropellos a persona.

Mapa 5.



- ✓ Categoría baja. Esta categoría representa el 84% del total de los kilómetros de las rutas del cantón, la mayoría de estas rutas, son de administración cantonal, se encuentran emplazadas principalmente en las áreas rurales del cantón (ver mapa 5).

Esta categoría se caracteriza por que la presencia de colisiones con bicicleta suman un 25% de los accidente (colisiones entre vehículos son un 31%) es importante tener en cuenta otro elemento que las salida de vehículos y las colisiones con objetos fijos cada uno tienen un 8% del total de los accidentes desplazando a un cuarto lugar a los atropellos a personas (Ver grafico 11)

10. Conclusiones

- ✓ El estudio de los accidentes de tránsito desde el punto de vista de su incidencia espacial es una importante herramienta, que permite planificar los procesos de intervención tanto social como infraestructural, permitiendo un abordaje integral de la problemática de los accidentes de tránsito.
- ✓ La base de datos espacial de accidentes de tránsito presenta una serie de variables que permite elaborar diferentes estudios para la prevención y disminución de víctimas de los accidentes de tránsito.
- ✓ El cantón de Pococí presenta, una diferencia importante en la distribución espacial de los accidentes de tránsito, desatancándose principalmente la diferencia entre las rutas nacionales y cantonales, donde las características de los accidentes son también diferencia.
- ✓ Las rutas nacionales de forma presentan características como diseño, tipos de usuarios, apropiación de tierras aledañas, entre otras, que se asocian que influyen en los niveles de accidentabilidad presentes en estas rutas.
- ✓ Se destacan las rutas nacionales Número 32 y 247, las cuales presentan niveles de accidentabilidad considerables, que necesitan procesos de intervención orientados hacia la disminución de de la cantidad de accidentes de tránsito
- ✓ La ruta 32 se caracteriza por concentrar una cantidad de accidentes considerable que se caracteriza principalmente por las colisiones entre vehículos, por ende se necesita en general un mejoramiento de la infraestructura vial (señalamiento, diseño geométrico) que procure mejorar la condiciones actuales a favor de los usuarios de este sistema.
- ✓ La ruta 247 presenta nivel de accidentabilidad altos en las colisiones, pero principalmente en los accidentes que se involucran motocicletas, por esta razón es necesario orientar estrategias de intervención orientados a los usuarios de este sistema de transporte.
- ✓ La ruta nacional 14 , presenta características importantes que deben de prestar atención, ya que es un sistema que presenta diferentes tipos de usuarios que interrelacionan, los cuales deben de ser procurar la planificación de los diversos elementos que se interrelacionan.
- ✓ Las rutas cantonales presentan menores niveles de accidentabilidad, ya que las características de las mismas favorecen esta condición
- ✓ Para las rutas cantonales la característica más influyente en los niveles de accidentabilidad que se asocia en el presente estudio es el hecho que se localice en aéreas urbanas, situación que se refleja en la rutas con mayor concentración de accidentes.

- ✓ En el área urbana de Guápiles se debe de prestar atención a las rutas que inicia en el cementerio y finaliza en el cruce de bar Montecarlo y la ruta que inicia en la Clínica Caribe terminar en la iglesia católica ya que presentan niveles de accidentabilidad considerables en los diferentes tipos de accidentes, por los diferentes elementos que interactúan en este sistema.
- ✓ El área urbana de Cariari presenta condiciones que favorece las condiciones de accidentabilidad importantes. Para esta área se debe prestar atención a los tramos cercanos al Pali y la terminal de buses.
- ✓ Los usuarios vulnerables (ciclistas y peatones) presentan condiciones adversas para poderse involucrar en el sistema de transporte de las rutas nacionales, ya que la condiciones de infraestructura no favorecen a estos usuarios.
- ✓ La bicicleta a pesar de ser un medio de transporte muy utilizado en el cantón no presentas vías especiales (ciclo vías) que favorezcan las condiciones de los usuarios de este modo de transporte

11. Bibliografía

- Cardozo, Osvaldo y otros. (2006). Los Sistemas de Información Geográfica y la Planificación del Transporte Público Aplicaciones en la ciudad de Resistencia (Chaco-Argentina). Instituto de geografía, Buenos Aires, Argentina. Universidad de Córdoba.
- Elvik, Rune y Truls Vaa. (2006). El manual de medidas de seguridad Vial. Madrid, España. Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil.
- Gamboa, Francisco y Gutiérrez Abilio (2002). Los accidentes de tránsito modelo de análisis económico. (Tesis maestría en economía de la salud). Universidad de Costa Rica, san Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Gamboa, Francisco y Gutiérrez Abilio (1997). Propuesta de un sistema de vigilancia epidemiológica en accidentes de tránsito. (Tesis maestría en salud pública con énfasis en gestión de políticas de salud). Universidad de Costa Rica, san Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica.
- Gamir, Agustín y otros. (1991). Practicas de Análisis espacial. Madrid, España. OIKOS TAU,
- James, Martin. (1984). Sistemas de Información geográfica. Madrid, España El Ateneo, Editorial El Ateneo.
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2004). Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito: resumen. Ginebra, Suiza.
- Timaná, Jorge, Técnicas de análisis de accidentes de transito: Seguridad Vial. Universidad de Piura.
- . Seguí, Pons y Joana María. (1995). Análisis y estructuración de las redes en el espacio. En: Prácticas de Análisis Espacial. OIKOS-TAU Ediciones. Barcelona, España

12. ANEXOS

12.1 Codificación de variables en la base de datos

Nombre de columna	Significado
Número de parte	Número de parte
Cantón	Cantón
Distrito	Distrito
Fecha hora	Fecha hora
Direccion	Direccion de los hechos
X	Coordenada X
Y	Coordenada Y
CODPRO	Código de provincia
CODCAN	Código de Cantón
CODDIS	Código de distrito
Ruta	Ruta
Kilometro	Kilometro
Codubi	Ubicación
Velocidad	Velocidad
CODEST	Tipo de estructura
CODTCAL	Tipo de calzada
CODCCAL	Condición de la calzada
CODECAL	Estado de la calzada
CODILU	Iluminación
CODTIE	Tiempo
VERTICAL	Alineamiento Vertical
HORIZONTAL	Alineamiento horizontal
CODINT	Tipo Intersección
CODACC	Tipo de accidente
CODCIR	Tipo de circulación
CODOBS	Tipo de obstáculo
CODPEA	Tipo de accidente al peatón
CODSEN	Sentido

Num pers inv	Número de personas involucradas
Masculino	Número de personas masculinas
Femenino	Número de personas Femeninas
GNI	genero no identificado
Muertos	Número de personas muertas
Graves	Número de personas graves
Leves	Número de personas heridas
Ilesos	Número de personas ilesas
DNI	daño a la persona no identificado
Motociclista	Número de motociclistas involucrados
Ciclista	Número de ciclistas involucrados
Conductor	Número de conductores de vehículos involucrados
Pasajero ca	Número de pasajeros de carro involucrados
Peaton	Número de peatones involucrados
Pasjero bici	Número de pasajeros de bicicleta involucrados
Otro	Número de otros usuarios involucrados
Pasejero mot	Número de pasajeros de moto involucrados
Bicicleta	Número de bicicletas involucradas
Autobús	Número de autobuses involucradas
Motocicleta	Número de motocicletas involucradas
Automóvil	Número de automóviles involucrados
Camión	Número de camiones involucrados
Pick up	Número de pick ups involucrados
Microbús	Número de microbuses involucradas
Taxi	Número de taxis involucrados
Cisterna	Número de cisternas involucrados
Cabezal sin	Número de cabezales sin remolque involucrados
Cabezal con	Número de cabezales con remolque involucrados
Vehículo c	Número de bicicletas involucradas
Vagoneta	Número de bicicletas involucradas
Ambulancia	Número de bicicletas involucradas
Grua	Número de bicicletas involucradas
Rural	Número de bicicletas involucradas
Otro	Número de bicicletas involucradas
Ausente	Número de bicicletas involucradas
VNI	Número de vehículos no identificado
Fuente	Origen de la información