



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA  
RIVAS – TOLA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. Oscar José Marenco Álvarez.

**Tutor**

Msc. Ing. Bernardo Calvo Rojas.

**Asesor**

Cmdo. Ing. Gilberto Solís.

Managua, Octubre 2015.

## *Resumen Ejecutivo*

Este trabajo monográfico tiene como función principal realizar un estudio de accidentalidad vial, señalando cuales son los factores intervinientes o causas reales de los accidentes y como se aplican los fundamentos de ingeniería a la prevención de riesgos. Todo esto fue elaborado haciendo uso de conocimientos y habilidades adquiridas a lo largo de la carrera universitaria, así como de conocimientos adquiridos a través del asesoramiento de especialistas en la materia y bibliografía consultada durante la realización de este estudio.

En el capítulo titulado **Inventario Vial** se proporciona toda la información exacta y actualizada de los componentes de la carretera incluyendo las señalizaciones verticales y horizontales que presenta, para de acuerdo a esto determinar las señales faltantes en dicho tramo.

En el capítulo **Aforo Vehicular** se presentan los datos básicos necesarios tales como: porcentajes de vehículos pesados y automóviles, volúmenes y factores horarios de máxima demanda que se utilizan para obtener el flujo vehicular y determinar cada nivel de servicio. En el **Estudio de Velocidades** se presenta el resumen y análisis de los registros de velocidades obtenido en cada estación en estudio.

**Accidentalidad Vial** es el capítulo que aborda los accidentes ocurridos por consecuencia, por causa, por tipo, por días, meses, horas y por kilómetro, así como los accidentes ocurridos en la noche. Aquí se determinan los tramos de concentración de accidentes, y los índices de accidentalidad respecto a población, al parque vehicular y a la longitud del tramo, todo esto en base a los registros de accidentes ocurridos en los años 2011, 2012, 2013.

Por último se presenta el capítulo denominado **Propuesta Técnica** con el objetivo de proponer soluciones técnicas que contribuyan en la disminución de accidentes en cantidad y gravedad.

## *Dedicatoria*

Dedico este trabajo con mucho amor y orgullo a mis padres Oscar José Marengo y María Cecilia Álvarez, que han sido instrumentos en las manos de Dios para traerme al mundo, y apoyarme en cada etapa de mi vida.

A mis abuelos que con su gran ejemplo y amor han contribuido a mi formación espiritual y académica.

A mi esposa y a mi hija que son fuente de inspiración y motivación en mi vida, son las personas que me animan a luchar todos los días.

A mis tíos, que siempre me han motivado a seguir adelante cada día y que a través de sus consejos me han ayudado a ser una mejor persona.

Al resto de mi familia que juegan un papel muy importante en mi vida.

## *Agradecimiento*

Quiero agradecer en primer lugar a Dios todo poderoso, por haberme otorgado el don de la vida, por haberme permitido culminar mis estudios profesionales, sin Él no hubiese sido posible.

En segundo lugar agradezco a mi tío Ing. Henry Manuel Álvarez por su apoyo incondicional, por su colaboración en el trabajo de campo realizado para este estudio, que con ayuda de mi primo Franco Josué Álvarez a quién también se le agradece.

De manera muy especial agradezco a mi tutor Msc. Ing. Bernardo Calvo Rojas que siempre dispuso de su tiempo para escucharme y aclarar todas las dudas.

Agradezco al Cmo. Gilberto Solís, por haberme proporcionado su valiosa asesoría y la información estadística de accidentalidad vial.

Por último y con igual importancia agradezco al Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) y a la Dirección de Tránsito Nacional, por haber facilitado la basta información relacionada con la carretera.

# **CAPÍTULO I:**

## **PRELIMINARES**

### **1.1 Introducción.**

El municipio de Tola perteneciente al departamento de Rivas, Nicaragua<sup>1</sup>, es uno de los municipios más importante del departamento debido a su alto potencial turístico que se ha venido explotando en los últimos años.

El presente trabajo titulado “Estudio de Seguridad Vial del tramo de carretera Rivas Tola”<sup>2</sup> consta de 12 km, inicia en la estación 111+000 del Municipio de Rivas y finaliza en la estación 122+000 en el municipio de Tola. En dicho estudio se aborda la problemática que durante los últimos años ha afectado considerablemente a este tramo de carretera, para esto se realizó un aforo vehicular que arrojó ciertos volúmenes de tránsito que son utilizados en los cálculos de niveles de servicio para cada tipo de terreno que se encuentre a lo largo del tramo, y de acuerdo a los resultados obtenidos de los niveles de servicio se determina si existe o no congestión, cabe señalar que la congestión vehicular genera como consecuencia accidentes por tal razón la importancia de realizar este análisis.

Como parte del contenido de este estudio se presenta el inventario vial donde se realiza una evaluación de la señalización existente en la carretera, permitiendo con esto conocer su influencia en los accidentes ocurridos, también se presenta un estudio de velocidades realizado en 6 estaciones comprendidas a lo largo del tramo, y un análisis de estadísticas de los accidentes ocurridos en los años 2011, 2012 y 2013, todo esto con el propósito de brindar recomendaciones y soluciones para disminuir el número de accidentes a lo largo del tramo.

---

<sup>1</sup> Ver Anexo 1, Pág. I. Mapa de Macro localización.

<sup>2</sup> Ver Anexo 2, Pág. II. Mapa de Micro localización.

## 1.2 Antecedentes

En materia de transporte automotor, América Central ha sufrido una rápida evolución en el transcurso de las últimas cuatro décadas, y en la mayoría de los países la flota vehicular ha crecido a un ritmo acelerado. En el año 1993 la flota vehicular de Nicaragua era de 166 251 vehículos, en 2003 era de 278 035 vehículos y para el 2013 aumentó a 534 931 vehículos, elevándose notablemente la cantidad de vehículos en la última década y por ende la cantidad de accidentes ocurridos en estos periodos. Según Anuarios Estadísticos elaborados por la Policía Nacional, se registra que en el año 2010 sucedieron 23 797 accidentes, en el año 2011 ocurrieron 24 573 accidentes aumentando a 26 164 en el 2012, en 2013 se registraron 27 723 accidentes, y según informes preliminares en 2014 se registraron 28 369 siendo la invasión de carril, imprudencia peatonal, giros indebidos, exceso de velocidad, consumo de alcohol y no guardar la distancia las principales causas de los accidentes mortales, en el caso específico del tramo de carretera en estudio para el año 2011 se registraron 17 accidentes, en 2012 incremento a 37 accidentes y en el año 2013 sucedieron 52 accidentes siendo esta cantidad 3 veces más que los accidentes ocurridos en 2011.

Históricamente el departamento de Rivas es uno de los departamentos más vulnerables a accidentes de tránsito a nivel nacional, tomando en cuenta que está ubicado en zona fronteriza lo que genera un nivel alto de tráfico, en el caso específico del municipio de Tola, el aumento de los accidentes de tránsito ha despertado el interés por parte de autoridades de la Policía Nacional e incluso de la alcaldía del municipio, más aun tomando en cuenta que desde que se construyó la carretera en 1998-1999 no se ha realizado ningún estudio que analice la seguridad vial del tramo. Por otro lado, la rápida expansión de las comunidades y sobre todo el crecimiento acelerado de la industria del turismo en la zona de Tola, han influido en el aumento de los accidentes de tránsito, por lo que se requiere darle la importancia necesaria para lograr una operación adecuada de la red vial en estudio.

### 1.3 Justificación

Los accidentes de tránsito están siendo un factor que limita el desarrollo de nuestro país, puesto que están falleciendo personas que pertenecen a la población económicamente activa, lo que le costaría al Gobierno cerca del 1% del PIB, según la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Las afectaciones directas que ocasionan los accidentes de tránsito a las familias Nicaragüenses son muchas, y el incremento de estos accidentes en los últimos años lo ha convertido en un problemática de salud pública tomando en cuenta el luto, dolor, tristeza, personas incapacitadas y daños psicológicos que estos generan, no siendo esto una excepción para el tramo de carretera Rivas - Tola. A esto le sumamos que nuestra infraestructura vial tiene deficiencias como, falta de mantenimiento en la señalización vial, y la poca vigilancia en tramos de carreteras.

Lo antes mencionado impulsa a realizar el presente documento monográfico con el fin de brindar recomendaciones que permitan facilitar y asegurar el movimiento ordenado, seguro y predecible de todos los usuarios de la vía, considerando que los accidentes de tránsito pueden reducirse tratando de eliminar las verdaderas causas que lo provocan. Sin duda alguna este trabajo beneficiará de manera general a toda la población de la zona, turistas nacionales y extranjeros que visiten Tola, a las instituciones del MTI y la Policía Nacional, e incluso a la Alcaldía de Tola que le ha comunicado su interés por un estudio de esto al departamento de seguridad vial de la Policía Nacional. Cabe señalar que los estudios de seguridad vial no solo suelen realizarse con el fin de dar soluciones a las carreteras donde han sucedido accidentes que generan grandes pérdidas de vida, sino que se realizan también en carreteras donde no necesariamente existan tanta ocurrencia de muerte, esto con el objetivo de prevenir dichas situaciones en el futuro, colaborando de esta manera con el desarrollo del país.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General.**

- ✚ Realizar un estudio de seguridad vial del tramo de carretera Rivas-Tola con la finalidad de proponer medidas y acciones orientadas a disminuir en número y gravedad los accidentes de la zona.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- ✚ Elaborar un inventario del estado actual de la infraestructura y señalización de la carretera a fin de conocer su influencia en los accidentes de tránsito.
- ✚ Ejecutar aforo vehicular, para precisar los volúmenes de tránsito actuales y determinar el nivel de servicio de la carretera.
- ✚ Efectuar un estudio de velocidades para determinar su incidencia en los accidentes de tránsito.
- ✚ Realizar un estudio de accidentalidad vial que permita conocer las verdaderas causas de los accidentes ocurridos en la carretera y así brindar recomendaciones que contribuyan a mejorar la seguridad vial.

## 1.5 Hipótesis

Se plantean dos hipótesis con respecto a este problema:

1. Los accidentes de tránsito se dan por la señalización inadecuada en la vía: Errores humanos son cometidos cuando la señalización en la vía no advierte al conductor de las condiciones físicas, climáticas y de tráfico de la carretera.
2. Los accidentes son provocados por la falta de precaución: la mayoría de los accidentes de tránsito en el tramo en estudio se debe al irrespeto de las señales, al tomar acciones intrépidas e irresponsables, sin conocimiento de las condiciones físicas de la carretera, al exceso de velocidad y al abuso de sustancias que alteran la percepción.

## **1.6 Marco Teórico**

### **1.6.1 Accidentes de Tránsito**

Según el diccionario de la Real Academia Española la palabra accidente se define como un suceso eventual que altera el orden regular de las cosas, podríamos convenir que la accidentalidad vial no es tal, debido a la gran recurrencia, sobre todo vinculada a dos hechos centrales: las condiciones en las que se producen (casualidad) y a la periodicidad de ocurrencia en los mismos. En tanto no son accidentes, lo más correcto sería tratarlos como parte de la violencia urbana y de la inseguridad, en el ámbito específico de la transportación; es decir que hay un tipo particular de violencia urbana que está vinculada al transporte.

Cada año mueren más de 1,2 millones de personas en las carreteras del mundo entero, y entre 20 y 50 millones padecen traumatismos no mortales. Se trata de una epidemia que sigue en aumento en buena parte del planeta. En los últimos cinco años, la mayoría de los países han aprobado las recomendaciones del Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito, que proporcionan orientación sobre el modo de implantar a nivel nacional un enfoque integral para la mejora de la seguridad vial y la reducción de las muertes en carretera. Sin embargo, no se ha efectuado hasta la fecha ninguna evaluación mundial sobre seguridad vial que indique el grado de aplicación de este tipo de estrategias.

La tasa de fallecimientos por accidentes de tránsito en Nicaragua está por encima de los 20 por 100 mil habitantes (en promedio), lo cual significa que mueren en las calles y carreteras alrededor de 2,500 personas por año, una cantidad más alta que la de homicidios.

## **1.6.2 Seguridad vial**

Se define la seguridad vial como la materia que analiza, diagnostica e investiga el fenómeno de la accidentalidad vial, sus causas y sus repercusiones para prevenir y contrarrestar los factores que la provocan. La accidentalidad vial constituye uno de los más importantes impactos sociales y económicos de la movilidad urbana y uno de los principales problemas sobre salud pública a nivel mundial. Dicho de otra manera la seguridad vial consiste en la prevención de siniestros de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier vehículo de transporte terrestre (colectivo, camión, automóvil, motocicleta y bicicleta).

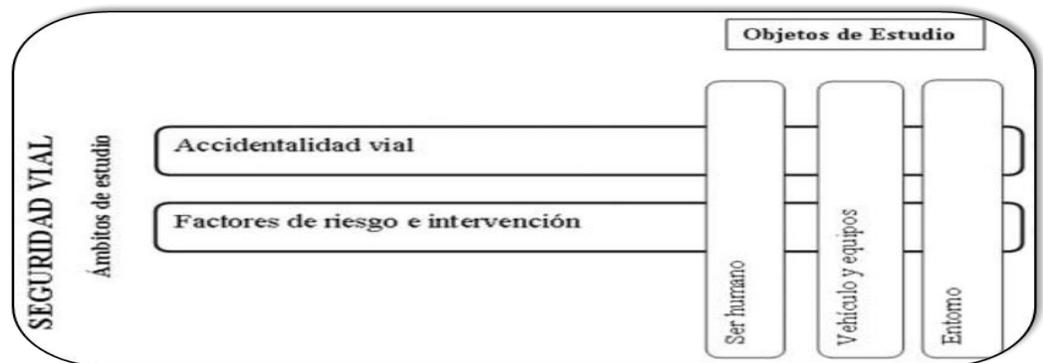
## **1.6.3 Definición de la línea**

Dentro de la seguridad vial, se destacan tres componentes: el entorno, el vehículo y las personas. La primera no sólo compone el entorno como espacio físico donde se lleva a cabo los desplazamientos urbanos, sino también el entorno jurídico-legal.

Los vehículos son todos los artefactos tecnológicos en los que se puede desplazar un ser humano. Se diferencian los motorizados de los no motorizados. Así mismo los individuales de los colectivos, los públicos de los privados y los utilitarios de los particulares. Además de las características y especificaciones técnicas de éstos, se tendrá en cuenta su estado y evolución para su correcta aproximación.

Las personas representan el componente más complejo de la seguridad vial y de la movilidad como objeto de estudio y seguimiento. Su aproximación se plantea desde los comportamientos individuales y colectivos, su entorno social, su lenguaje y sus características emocionales.

Ilustración 1: Estructura de la línea de investigación en seguridad vial



Fuente: Foro Global de Seguridad Vía

Dentro del campo de la seguridad vial, la accidentalidad se presenta como un fenómeno multicausal, articulado con una serie de factores relacionados con el riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad. Durante mucho tiempo y todavía hoy, su análisis ha sido el principal ámbito de estudio, desarrollado mediante instrumentos cuantitativos.

Para orientar las políticas de seguridad vial se necesitan datos sobre los tipos de accidentes y su incidencia, así como un conocimiento detallado de las circunstancias en que se producen. Saber cómo se provocan las lesiones y de qué tipo son, es un valioso instrumento para determinar intervenciones y supervisar su eficacia.

Los accidentes de tránsito se clasifican de dos formas: por gravedad y por clase. El primer caso se refiere a la severidad o gravedad del accidente: con muertos, con heridos y/o sólo con daños materiales. El segundo se refiere a si es choque, atropello, volcamiento, caída de ocupante, incendio y otro.

El atropellamiento ocupa un espacio de prioridad en la legislación universal por las consecuencias que este tipo de accidentes de tránsito produce, así como también por ser un evento donde se involucran una o varias personas que se

desplazan como peatones en la calzada y frecuentemente son embestidas por un móvil de cualquier dimensión que se aproxima generalmente a alta velocidad.

#### 1.6.4 Accidentalidad

Para la dimensión de la accidentalidad y para mayor agilidad de análisis, los objetos de estudio se dividen según las categorías tradicionales de análisis: accidentes y víctimas según gravedad. En cada uno de estos objetos de estudio están presentes las tres temáticas o factores que intervienen en la accidentalidad (entorno, vehículo y personas).

#### 1.6.5 Accidentes viales

Se estudia el número total de accidentes producidos por lo que se contemplan los indicadores de la accidentalidad: totales de accidentes, totales de accidentes por 100 mil habitantes y totales de accidentes con víctimas (muertos y lesionados).

Otras subcategorías de análisis de la accidentalidad tomadas en cuenta son:

- **Tipo de accidente:** con especial seguimiento a los relacionados con las colisiones, puesto que implica el mayor número de víctimas mortales y lesionadas.
- **Controles de espacio:** permite desagregar los accidentes producidos en zonas de control en el espacio vial (señalización). Mediante este indicador y conociendo la cobertura de la señalización en la malla vial se puede investigar la influencia de este factor espacial en el desencadenamiento de los accidentes.
- **Puntos críticos en la vía:** son puntos sobre la carretera en la que se registra mayor número de accidentes de tránsito.
- **Modos de transporte:** reúne uno de los indicadores que permite conocer la participación de los distintos modos de transporte en el

total de la accidentalidad vial. Permite detectar la vulnerabilidad de los distintos actores de la movilidad a este fenómeno.

- **Tiempo:** se conoce que la concentración de la accidentalidad no es homogénea a lo largo de la semana, tampoco uniforme a lo largo del día y se pretende hacer un seguimiento de la evolución de los periodos de mayor concentración.
- **Causas:** los datos disponibles en los reportes de los accidentes de tránsito disponen de información referente a las posibles causas que provocan los accidentes. Éstas se desagregan según el factor principal al que correspondan: ser humano, espacio o vehículo.

#### 1.6.6 Tipos de Accidentes de Tránsito

- a) Atropello: Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona.
- b) Colisión entre vehículos: Ocurre entre dos o más vehículos.
- c) Colisión con punto fijo: Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un boulevard, una acera inclusive con otro vehículo estacionado.
- d) Vuelcos: Es un tipo de accidente en el cual el conductor de un vehículo pierde el control del mismo.
- e) Accidente con semoviente: Es un accidente donde participa un vehículo y un semoviente.
- f) Caída de personas: Ocurre cuando una persona cae del vehículo que es transportada sufriendo lesiones o la muerte.
- g) Caída de Objetos: Este accidente ocurre, cuando, los vehículos del transporte de carga no aseguran correctamente la misma o violan la ley de tránsito al sobrecargarlos.

### 1.6.7 Causas de Accidentes de Tránsito

Los accidentes no se pueden predecir, pero si se pueden prevenir cuando se conocen las causas que los producen, a continuación se detallan las causas principales:

a) Causas debidas a Factores Humano: Es el factor más común, que provoca la mayor cantidad de accidentes. Se basa en efectos psicológicos, sociales, cultural y de educación. Entre ellos están:

- No guardar la Distancia
- Invasión de carril.
- Desobedecer Señales de Tránsito
- Conducir en Estado de Ebriedad
- Enfermedades o defectos físicos
- Impericia
- Imprudencia
- Negligencia
- Cansancio
- Conducción temeraria
- Bajo efectos de droga o sustancias psicotrópicas
- Exceso de velocidad

b) Causas debido al Factor Vehicular: Se debe al estado mecánico de los vehículos, que resulta una de la causa más importante de muchos accidentes.

- Falla del Sistema de Frenos
- Falla del Sistema de dirección
- Mal estado de las llantas

- c) Factor Vial: Se refiere a las condiciones prevalecientes de la carretera que da lugar a diferentes situaciones adversas que debe enfrentar el usuario de la vía, entre las que se pueden mencionar: estado de la carpeta de rodamiento (baches, hundimientos) visibilidad de parada, de adelantamiento, diseño de curvas horizontales y peralte acorde con la velocidad y la buena o mala señalización horizontal o vertical.
  
- d) Causas debidas a factores ambientales: Estos pueden ser aquellos como la lluvia, la luz solar (amanecer, crepúsculo u oscuridad), viento, neblina, tormenta, inundación, temblor, terremoto.

### **1.6.8 Fases de un Accidente de Tránsito**

Las tres fases de la accidentalidad descritas por Haddon son: antes, durante y después del accidente.

#### **1.6.8.1 *Antes del Accidente, prevención de accidentes***

- a) Ser Humano.

Información – Capacitación – Normativa – Fiscalización y Control – Control de Salud Preventivo Permanente.

- b) Vehículo y Equipamiento.

Estado Técnico (Mantenimiento Permanente) – Luces – Frenos – Maniobrabilidad – Control de Velocidad.

- c) Vías y Entorno

Diseño y Trazado de la Vía Pública – Limitación de la Velocidad – Vías Peatonales.

### **1.6.8.2      *Durante el Accidente, Prevención de Traumatismo***

- a) Ser Humano.

Utilización de Dispositivos de Retención – Discapacidad – Primeros Auxilios.

- b) Vehículo y Equipamiento.

Dispositivo de Retención de los Ocupantes – Otros Dispositivos de Seguridad –  
Diseño Protector contra Accidentes.

- c) Vías y Entorno.

Objetos Protectores contra Choques y Colisiones.

### **1.6.8.3      *Después del Accidente, Conservación de la Vida.***

- a) Ser Humano.

Acceso a Atención Médico.

- b) Vehículo y Equipamiento.

Facilidad de Acceso – Riesgo de Incendio.

- c) Vías y Entorno.

Servicio de Socorro – Congestión – Diseño Vial.

## ***CAPÍTULO II: INVENTARIO VIAL***

### **2.1 Introducción**

El objetivo del inventario vial es proveer a la administración vial de una completa, actualizada y exacta información en atención a la ubicación, descripción física y geométrica de los caminos y carreteras que integran nuestra red vial , así mismo una información actualizada de las obras físicas de drenaje mayor y menor, permitiendo de esta manera la selección y priorización que ayuda para un planeamiento futuro con la disponibilidad económica y las necesidades de progreso y desarrollo de nuestro país. El inventario vial es indispensable para cualquier estudio de tránsito.

### **2.2 Descripción del Trabajo de Campo**

El trabajo de campo se realizó en dos etapas; en la primera etapa se hizo un reconocimiento del tramo de estudio caminando con el propósito de observar las características y la señalización que presenta la vía. Durante esta etapa se observó que la carretera cuenta con una señalización vertical incompleta y en regular estado, la señalización horizontal tiene un pobre mantenimiento ocasionando su poca visibilidad.

Se pudo observar el mal estado de los hombros, ausencia de bahías para buses a lo largo de la carretera; algunas de las alcantarillas se encuentran en mal estado ocasionando inundaciones en las temporadas lluviosas.

En la segunda etapa se efectuó el inventario auxiliándonos del odómetro, una cinta de 30 metros y una cámara fotográfica; para esta visita se observó y se levantó de una forma más detallada la señalización vertical y horizontal, y las características físicas del tramo de carretera. Se confirmó en esta visita la pobre

señalización vial a lo largo de todo el tramo, la falta de bahías para buses y el mal estado de algunos elementos físicos.

El MTI proporcionó el inventario vial de la carretera NIC-62 que sirvió como punto de partida para la realización del mismo.

### **2.3 Localización**

El tramo de estudio pertenece a un fragmento de la clasificación NIC-62, empieza en el kilómetro 111+000 en la carretera Rivas - Tola, atravesando San Rafael, Los Cerros y El Palmar dentro de las comunidades más importante a lo largo de la carretera, el tramo termina en el kilómetro 123+000 en el poblado de Tola, esta vía une el Municipio de Rivas y Tola, en total la longitud del tramo es de 12 kilómetros. Este tramo es muy importante porque es el único que une al resto de los municipios del departamento de Rivas con la zona turística más importante del país en la actualidad.

### **2.4 Clasificación Funcional**

La vía en estudio está clasificado como Colectora Principal, según el MTI, comunica a una o más cabeceras municipales con una población superior a los 10,000 habitantes, comunica centros poblacionales no atendidos por la red troncal, estas rutas generalmente están dentro de las municipalidades; se usan como conexión entre dos caminos troncales secundario. Este tipo de clasificación la convierte en una vía Nacional Secundaria y presenta un flujo vehicular mayor a 250 vehículos por día.

### **2.5 Topografía**

El tramo presenta una topografía muy variable, existiendo zonas planas, onduladas y montañosas, la pendiente mínima es de 0.87% en la entrada del hospital de Rivas y la pendiente máxima es de 6.98% en la comunidad de San Rafael.

El terreno se considera plano cuando su pendiente varía entre 0% y 3%, cuando la pendiente está comprendida entre 3% y 5% se considera terreno ondulado y cuando la pendiente supera el 5% el terreno es montañoso.

También el tramo presenta bastantes curvas horizontales, un total de 9, con un radio de curvatura mínimo de 1317.90 y máximo de 7735.50.

## **2.6 Uso de Suelo**

Basado en la Carta Nicaragua del Uso Potencial del Suelo, proporcionado por el MAGFOR (Ministerio de Agricultura y Forestal), el suelo presente a lo largo del tramo es utilizado en su mayoría para la agricultura intensiva y bosques de producción de latifoliadas.

## **2.7 Elementos Notables**

La superficie de rodamiento está conformada para cumplir con las condiciones de pavimento flexible, con hombros en sus bordes y la presencia de cunetas es casi nula, aunque diga lo contrario el inventario del MTI.

Una superficie de rodamiento se encuentra en buen estado cuando no presenta irregularidades, es decir, se mantiene un estado similar al de su construcción. Se considera en estado regular cuando después de mantenimiento quedan pequeñas partes pronunciadas, también cuando debido a su uso estas presentan grietas. Una carpeta de rodamiento en mal estado es aquella que presenta excavaciones producto de la infiltración de agua a la base y sub-base de la carretera, y del paso continuo de vehículos de carga con exceso de peso.

Durante las visitas de campo se observó el estado bueno, regular y malo de la superficie de rodamiento.

Tabla 1 Secciones Transversales.

<b>Inicio (km)</b>	<b>Fin (km)</b>	<b>Sup. Rod. (mts)</b>	<b>Derecho de Vía Total (mts)</b>	<b>Tipo de Sup.</b>	<b>Cond. De Rod.</b>
<b>Cero</b>	1+580	6.40	29.40	Asfalto	Buena
1+580	5+390	6.40	30.00	Asfalto	Regular
5+390	6+490	6.40	31.00	Asfalto	Buena
6+490	9+160	6.40	30.00	Asfalto	Regular
9+160	11+400	6.40	40.40	Asfalto	Buena

Fuente: Dirección de Planificación MTI.

## 2.8 Ancho de la Calzada

El ancho de calzada es la parte de la carretera destinada normalmente a la circulación de los vehículos, la anchura de la calzada depende del número de carriles; la calzada está destinada a soportar el movimiento de los vehículos y, por tanto, sus cargas, entre las cuales son muy importantes las de los camiones, ha de poseer una resistencia adecuada, esto se logra con un buen diseño de las capas de pavimento.

## 2.9 Hombros

Es la porción sobre el cual descansa la calzada (su parte asfáltica o concreto, a ambos lados de la carretera, el hombro derecho y el izquierdo) sirve para proteger toda la estructura de la carretera, desde la sub rasante, rasante, sub base y la base que soportan a la carpeta asfáltica o concreto hidráulico de los azotes de la lluvias, deslaves torrenciales, erosión del viento o de la misma torsión de las llantas. También se puede definir los hombros como el área de seguridad para la maniobra de vehículos que sufre ocasionalmente desperfectos durante su recorrido, y como espacio para la circulación de motocicletas, bicicletas y peatones.

Durante las visitas de campo se observó que la carretera presenta hombros variables. El ancho de hombro debe oscilar entre 0.50 y 1.00 metros; sin embargo existen partes en la carretera donde están totalmente dañados y otras partes donde los sedimentos han abarcado todo el espacio correspondiente a los hombros. A continuación se presenta en la tabla, el ancho de hombro en toda la carretera.

Tabla 2 Ancho de Calzada

Inicio (km)	Fin (km)	Dist. Al Der. Vía (mts)	Ancho Cuneta (mts)	Ancho Hombro (mts)	Sup. De Rod. (mts)	Ancho Hombro (mts)	Ancho Cuneta (mts)	Dist. Al Der. Vía (mts)
<b>Cero</b>	1+580	7.00	2.50	1.00	6.40	1.00	9.00	29.40
1+580	5+390	8.50	2.50	0.50	6.40	0.50	9.10	30.00
5+390	6+490	9.60	2.50	0.50	6.40	0.50	9.00	31.00
6+490	9+160	9.60	2.50	0.50	6.40	0.50	8.00	30.00
9+160	11+400	Z. Urbana	2.50		6.00		10.00	Z.Urbana

Fuente: Dirección de Planificación MTI.

## 2.10 Bahías de buses

Son dispositivos que sirven para brindar seguridad y refugio a los usuarios estos deben de ser instalados en zonas donde se generan focos de demanda de usuarios en la vía. En la carretera Rivas – Tola no existen bahías de buses como tal, lo que se encuentran son aproximadamente 2 lugares donde los pobladores han construido enramadas para pulperías y ahí ha sido utilizado por los pobladores para esperar los buses.

## 2.11 Postes Guías

Los postes guías se utilizan para que las orillas de los caminos sean mejor apreciados por los conductores, en especial cuando las condiciones topográficas de mismas representan un peligro para los usuarios, por ejemplo en las curvas horizontales; son utilizados en las curvas con el propósito de mejorar el efecto visual de perspectiva para que los conductores se mantengan dentro de las mismas y en sus respectivos carriles.

Se observó que en el tramo Rivas - Tola existen 25 postes guías al lado izquierdo y 42 al lado derecho para un total de 67. La mayoría de los postes guías están ubicados en curvas horizontales donde es necesaria su ubicación, sin embargo se observó también que los postes guías no han estado exentos de los actos de vandalismo de los pobladores, a como se puede apreciar en la imagen 1 donde pobladores los han utilizado para fines propios y ajenos al mejoramiento de la seguridad vial.

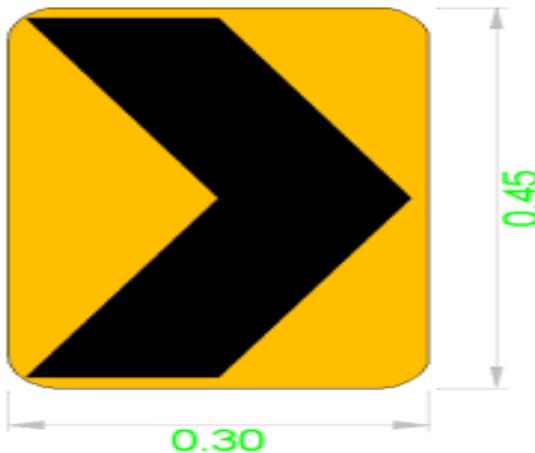
Imagen 1 Postes Guías Mal Utilizados



Fuente: Trabajo de campo

Los delineadores de dirección tipo “Chevron” o cabeza de flecha son dispositivos retroreflectivos montados en serie al costado de la calzada, para indicar la alineación del camino, en particular, los cambios de dirección. Constituyen una ayuda efectiva para la conducción nocturna y deben ser considerados como dispositivos de dirección, más que de prevención. Pueden ser utilizados en secciones largas de caminos, en tramos cortos donde existan cambios en la alineación horizontal, particularmente donde el alineamiento puede ser confuso, en curvas pronunciadas, frente a los carriles de entrada a las rotondas o en tramos de transición en el ancho de la calzada. Una importante ventaja de los delineadores en ciertas zonas es que permanecen visibles cuando el camino está mojado o hay neblina.

Imagen 2 Delineador Vertical



Fuente: Manuel Centroamericano

El criterio que se utilizó para la determinación de la cantidad de postes guías y chevrons, está basada en las longitudes de curva y en las características topográficas de las mismas. La convención, que muestra la tabla 3, se estableció en conjunto con el especialista en seguridad vial de la Policía Nacional Msc. Ing. Gilberto Solís.

Tabla 3 Separación de Postes

LONGITUD (m)	DISTANCIA DE SEPARACION (m)	
	CURVA	DELINEAMIENTO
	POSTES	POSTES
10-200	15	20
201-400	20	25
401-600	30	35
601-1000	40	40

Fuente: Trabajo de Gabinete

## 2.12 Drenaje Menor

Las obras de drenaje representan parte esencial en las carreteras debido a que aseguran tanto la continuidad como la estética y la estabilidad estructural de la misma. El propósito de dichas obras radica en evacuar las escorrentías sin dañar la estructura de la vía.

El tramo en estudio presenta obras de drenaje menor tales como alcantarillas sencillas y alcantarillas dobles de concreto, las cunetas observadas presentan longitudes cortas y no están en todo el tramo; existen 300 metros lineales de cunetas en el sector del hospital comprendido de la estación 111+000 a 111+300.

Tabla 4 Drenaje Menor

Est.	Estado Actual	Long. (mts)	Cant.	Diam. (pulg)	Tipo	Total (mts)
<b>MUNICIPIO DE RIVAS</b>						
0+400	Buena	13.00	1	42	TCR.	13.00
0+636	Buena	13.00	1	42	TCR.	13.00
0+870	Regular	11.50	1	42	TCR.	11.50
1+390	Regular	10.00	2	30	TCR.	20.00
1+558	Buena	10.50	4	36	TCR.	42.00
1+888	Regular	9.00	2	30	TCR.	18.00
2+049	Buena	11.00	4	60	TCR.	44.00
2+472	Regular	17.00	2	30	TCR.	34.00
2+570	Buena	14.00	3	36	TCR.	42.00
2+895	Regular	15.00	2	30	TCR.	30.00
3+654	Buena	16.00	2	30	TCR.	32.00
3+995	Buena	15.00	2	30	TCR.	30.00
4+066	Buena	15.00	2	36	TCR.	30.00
4+238	Mala	13.00	2	30	TCR.	26.00
5+412	Regular	13.00	2	30	TCR.	26.00
5+559	Regular	13.00	2	30	TCR.	26.00
5+797	Regular	12.00	2	30	TCR.	24.00
5+983	Mala	10.50	2	30	TCR.	21.00
6+151	Mala	10.00	2	30	TCR.	20.00
6+490	Regular	10.00	2	60	TCR.	20.00
<b>MUNICIPIO DE TOLA</b>						
6+956	Buena	13.00	2	48	TCR.	26.00
7+179	Buena	11.00	1	42	TCR.	11.00
7+352	Regular	11.00	2	36	TCR.	22.00
7+811	Regular	12.50	2	36	TCR.	25.00
8+015	Regular	20.00	2	42	TCR.	40.00

8+816	Regular	13.00	2	36	TCR.	26.00
9+212	Regular	17.00	2	36	TCR.	34.00
9+352	Regular	14.00	2	36	TCR.	28.00
9+674	Regular	15.00	2	36	TCR.	30.00
9+740	Buena	14.00	2	60	TCR.	28.00
9+968	Buena	14.00	3	42	TCR.	42.00
10+116	Mala	13.00	1	42	TCR.	13.00
10+264	Mala	11.00	2	36	TCR.	22.00
10+535	Mala	10.00	1	72	TCR.	10.00

Fuente: Dirección de Planificación MTI.

TCR: Tubos de Concreto Reforzado

## 2.13 Intersecciones

En el tramo de estudio que corresponde a la NIC – 62 (Rivas – Tola) existe una intersección que es de gran importancia, esta intersección conecta al municipio de Rivas con la comunidad de Río Grande donde se encuentra el banco de material El Garabato, y ésta vía también ha sido usada como conexión con la comunidad de Veracruz, los Orcones con salida al municipio de Rivas.

Tabla 5 Tabla de las Intersecciones

Estación	Intersección
121+600	Río Grande - Tola

Fuente: Dirección de Planificación MTI.

## 2.14 Curvas Horizontales

El tramo presenta muchas curvas a lo largo de su recorrido, todas ellas son curvas circulares; cabe mencionar que la señalización vertical en cada curva horizontal es demasiado escasa. A continuación, en la siguiente tabla se presentan todas las curvas que hay en el tramo con sus respectivos estacionamientos de comienzo (PC) y finalización (PT) así como su longitud de desarrollo y radio.

Tabla 6 Curvas Horizontales

Estacionamiento		Diferencia	Radio de Curvatura
PC(Km)	PT(KM)		
1.500	1.770	270	7735.50
2.210	2.900	690	3294.75
4.460	4.560	100	2865.00
5.920	6.140	220	1800.86
6.540	7.000	460	1317.90
7.275	7.510	235	1346.55
7.810	7.940	230	1317.90
8.860	9.395	535	
10.730	10.950	220	2521.20

Fuente: Dirección de Planificación MTI.

## 2.15 Señalización

En toda vía existente se presentan dos tipos de señalización, señalización vertical y señalización horizontal, el objetivo de las diferentes señales de tránsito a lo largo de una vía contribuye en gran medida a la prevención de los accidentes de tránsito.

Las señales verticales son dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores o peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés y servicios.

Las señales verticales deberían usarse solamente donde se justifique según un análisis de necesidades y estudios de campo. Las señales verticales no son necesarias para confirmar las reglas de conducción; sin embargo, por la gran influencia de turistas que visita el istmo centroamericano, resulta conveniente el uso de este tipo de señalamientos en las principales vías.

Al efectuar el inventario vial del tramo de carretera NIC-62 se observó que existe poca señalización vertical, existen muchas curvas horizontales en el tramo que carecen de señalización, lo cual es alarmante y peligroso ya que incide en la ocurrencia de accidentes de tránsito, en el caso de las zonas escolares a través del tramo presentan una señalización incompleta y con señales mal ubicadas.

## **2.16 Clasificación de las Señales Verticales**

Desde el punto de vista funcional, las señales verticales se clasifican, según el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito de la SIECA, en:

1. Señales de Reglamentación: son las que indican al conductor sobre la prioridad de paso, la existencia de ciertas limitaciones, prohibiciones y restricciones en el uso de la vía, según las leyes y reglamentos en materias de tránsito de cada país. La violación de la regulación establecida en el mensaje de estas señales constituye una contravención, que es sancionado conforme con lo establecido la ley o reglamento de

tránsito. Este tipo de infracciones se sancionan con multas, el retiro de la circulación del vehículo o la suspensión de la licencia. Estas señales se identifican con el código SR. Las señales reglamentarias se ubicarán en el sitio mismo a partir del cual empieza a aplicarse la reglamentación o prohibición descrita en la señal. Las señales podrán ser complementadas con una placa informativa situada debajo del símbolo, que indique el límite de la prohibición o restricción. Por ejemplo se podrá incluir una placa con las palabras: en esta cuadra, en ambos costados. Igualmente se podrán adosar placas que indiquen el punto de inicio y de terminación de la prohibición o restricción, acompañadas de flechas indicativas.

2. Señales de Prevención: son las que indican al conductor de las condiciones preexistentes en una calle o carretera y su entorno, para advertir al conductor la existencia de un potencial peligro y su naturaleza. Las señales de prevención, se deben colocar en sitios que aseguren su mayor eficiencia, tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares de la carretera, calle o camino, así como la cantidad de vehículos que transiten por la vía.
  
3. Señales de Información: son las que guían e informan al conductor sobre nombres y ubicación de poblaciones, rutas, destinos, direcciones, kilometrajes, distancias, servicios, puntos de interés y cualquier otra información geográfica, recreacional y cultural pertinente para facilitar la tarea de navegación y orientación de los usuarios. Estas señales se identifican con el código SI. Su ubicación depende de la información que contenga.

## 2.17 Requisitos a cumplir de los dispositivos de control de Tránsito

Las señales verticales deben cumplir con los siguientes requisitos fundamentales:

- Satisfacer una necesidad importante.
- Llamar la atención.
- Transmitir un mensaje claro.
- Imponer respeto a los usuarios.
- Guiar al usuario a lo largo del camino, y convencerlo de modificar su comportamiento al volante.
- Estar en el lugar apropiado, a fin de dar tiempo para reacción.

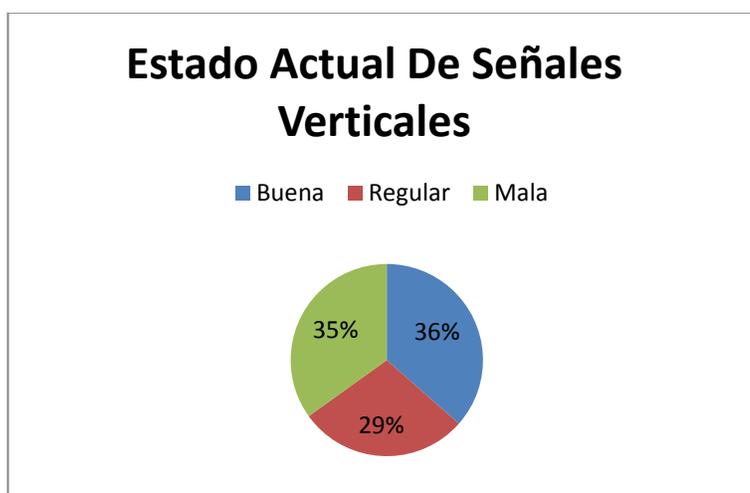
## 2.18 Señalización Actual de la Carretera

No todas las señales se encuentran en el mismo estado, por tal razón se dividirán en tres grupos:

- Señales en buen estado: son aquellas señales que no presentan ninguna alteración que pueda dificultar su interpretación.
- Señales en estado regular: se refiere a las señales que presentan leves alteraciones tales como manchones, corrosión en sus bases, sin embargo aún se entiende el mensaje que se transmite.
- Señales en mal estado: son las señales que debido a las condiciones climáticas y humanas ya no son capaces de transmitir el mensaje que se quiere, presentan un alto grado de deterioro.

De acuerdo a los parámetros anteriores, en el siguiente gráfico se muestra el porcentaje de señales en buen estado, estado regular y mal estado.

Gráfico 1



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

En la siguiente tabla se muestra todas las señales de tránsito verticales existentes en la vía, su ubicación, el estado en el que se encuentra cada una así como su clasificación y una observación.

Tabla 7 Señales Verticales Existentes

Estación	Tipo	Ubicación		Estado			Observaciones
		Derecha	Izquierda	Buena	Regular	Mala	
<b>Km 111</b>	<b>No hay PKM</b>						
111+050	Informativa	X		X			Proyecto Alcaldía
111+060	Preventiva	X				X	Tachuelones
	Informativa		X		X		Farmacia
111+070	Informativa		X			X	Farmacia
111+080	Informativa	X				X	Hospital
111+100	Informativa		X			X	Fondo Mundial
111+200	Informativa	X				X	Hotel Hamacas
111+250	Informativa	X		X			Fondo Mundial
	Informativa		X	X			Hostal Sn Marcos
111+260	Informativa		X		X		Hotel Bartola
<b>Km 112</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>		<b>X</b>			<b>PKM 112</b>
<b>Km 113</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>		<b>X</b>			<b>PKM 113</b>
<b>KM 114</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>		<b>X</b>			<b>PKM 114</b>
114+000	Preventiva	X		X			Advertencia zona

							escolar
114+060	Reglamentaria	X		X			Velocidad Máxima 25 KPH
114+230	Preventiva		X		X		Paso peatonal para escolares
114+360	Reglamentaria		X	X			Velocidad Máxima 25 KPH
114+410	Preventiva		X		X		Advertencia zona escolar
114+900	Informativa	X				X	Proyecto
<b>KM 115</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>			<b>X</b>		<b>PKM 115</b>
115+300	Preventiva	X			X		Advertencia zona escolar
115+350	Reglamentaria	X		X			Velocidad Máxima 25 KPH
115+480	Preventiva	X			X		Paso peatonal para escolares
115+520	Preventiva		X			X	Paso peatonal para escolares
115+650	Reglamentaria		X			X	Velocidad Máxima 25 KPH
115+700	Preventiva		X		X		Advertencia zona escolar
<b>Km 116</b>	<b>No hay PKM</b>						
<b>Km 117</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>			<b>X</b>		<b>PKM 117</b>
117+200	Reglamentaria		X			X	No adelantar
117+250	Preventiva		X			X	Proximidad a Curva
<b>KM 118</b>	<b>No hay PKM</b>						
118+100	Informativa	X			X		Bienvenidos a Tola
118+200	Informativa	X			X		Tola con Daniel
118+500	Informativa	X			X		Proyecto
118+700	Preventiva	X			X		Advertencia zona escolar
118+950	Reglamentaria	X		X			Velocidad Máxima 25 KPH
<b>Km 119</b>	<b>No hay PKM</b>						
119+230	Preventiva	X		X			Paso peatonal para escolares
119+270	Preventiva		X	X			Paso peatonal para escolares
119+300	Reglamentaria		X	X			Velocidad Máxima 25 KPH
119+450	Preventiva		X	X			Advertencia zona escolar
<b>Km 120</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>				<b>X</b>	<b>PKM 120</b>

<b>KM 121</b>	<b>Informativa</b>	<b>X</b>				<b>X</b>	<b>PKM 121</b>
121+300	Informativa	X		X			Hacienda Iguana
121+600	Informativa	X		X			Hacienda Iguana
121+700	Preventiva	X				X	Puente
121+750	Informativa		X			X	Proyecto BCIE
121+850	Informativa	X				X	Puente Zopilota
121+900	Informativa	X		X			Bienvenido a Tola
<b>Km 122</b>	<b>No hay PKM</b>						
122+100	Informativa		X	X			Tola desea buen viaje
122+150	Informativa	X		X			Proyecto UE
122+600	Informativa		X	X			Hotel Guasacate
	Informativa	X			X		Bienvenidos a Tola
122+800	Informativa	X		X			Playa Guanacaste
122+900	Informativa	X				X	Proyecto Alcaldía
<b>Km 123</b>	<b>No hay PKM</b>						
<b>FIN DEL TRAMO</b>							

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Campo.

En la siguiente tabla está la clasificación de las señales de tránsito encontradas existentes en el tramo.

Tabla 8 Resumen Señalización Vertical Existente

<b>Tipo de Señales</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de Señales en la Carretera</b>	<b>Total de Señales Verticales</b>
<b>Señal de Reglamentación</b>	Alto, Ceda el Paso, No Adelantar, etc.	7 Señales	
<b>Señal de Prevención</b>	Curva Hacia la Izquierda, Cruce de Peatón, etc.	14 Señales	
<b>Señal de Información</b>	Bienvenidos, Postes Kilométricos, etc.	42 Señales	<b>63 Señales</b>

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Campo.

Las señales de tránsito tienen la finalidad de advertir e informar a los usuarios de la vía, así como ordenar y reglamentar el comportamiento de los conductores. Es vital conocerlas y obedecerlas. En nuestro país lamentablemente el robo y deterioro de las señales verticales es un crimen silencioso. Muchas personas por falta de educación vial o por intención de perjudicar al patrimonio, modifican el contenido y colocan carteles sobre o frente a señales de tránsito de cualquier tipo.

Estas alteraciones antirreglamentarias inducen los conductores a la confusión por que se reducen la visibilidad y eficacia de la señal vertical, deslumbran a los usuarios de la vía o distraen su atención, lo cual es un factor de los accidentes de tránsito que provocan pérdidas tanto materiales como humanas.

Los dispositivos de control de Tránsito requieren un mantenimiento físico por la entidad que les compete (MTI, FOMAV, Alcaldía), y también se requiere mantenimiento funcional para ajustar los dispositivos de control requeridos a las condiciones actuales de la vía, para así remover los dispositivos innecesarios. El hecho de que un dispositivo está en buena condición física no debe ser la base para posponer un reemplazo o cambio justificado.

## **2.19 Señalización Vertical Faltante de la Carretera**

A lo largo del tramo se aprecia varias señales verticales que deben de ser reubicadas para que cumpla mejor su razón de ser, otras hay que cambiarlas por deterioro y manchas. En el siguiente cuadro se expresa la cantidad de señales verticales que faltan al tramo en estudio:

Tabla 9 Señalización Vertical Faltante

Tipo de Señales	Descripción	Nº de Señales Faltantes en la Carretera	Total de Señales Verticales Faltantes
<b>Señal de Reglamentación</b>	Parada de Bus, No Adelantar, etc.	16 Señales	
<b>Señal de Prevención</b>	Curva Hacia la Izquierda, Cruce de Peatón, etc.	47 Señales	
<b>Señal de Información</b>	Río Grande, Postes Kilométricos etc.	12 Señales	<b>75 Señales</b>

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Campo.

## 2.20 Defensas metálicas

Son un mecanismo de seguridad que tiene la función de absorber impactos de los vehículos hasta en un ángulo de 20° para evitar que los mismos se salgan del camino o invadan carriles opuestos en eventos inesperados. Actualmente solo se usan de láminas de acero de alta resistencia que puedan soportar impactos y absorber la fuerza de la colisión para minimizar los daños del impacto a los ocupantes y al vehículo.

La forma de instalación será aquella que permita un adecuado encausamiento de los vehículos fuera de control, y se deberá señalar, para alertar al conductor que desplaza en una zona de peligro, ya sea por alineamientos defectuosos del camino o accidentes topografía de la vía, estas deben ubicarse en curvas peligrosas o tangentes con terraplenes altos o en balcones.

Existen en el mercado varios tipos de amortiguadores de impacto para extremos de defensas laterales, presentamos algunos ejemplos:

Imagen 4 Amortiguadores de Impacto



Imagen 3 Amortiguadores de Impacto Con Tensor



Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Viales.

La altura del eje de simetría longitudinal de la defensa metálica deberá estar localizada a 50 cm. (+/- 2 cm) por encima del nivel del hombro del acotamiento. Se debe verificar el nivel y verticalidad de los postes, para presentar una correcta alineación y estética.

El traslape de dos secciones de defensa consecutivos se debe realizar de manera que quede una encima de la otra. Se debe colocar el reflectante con el tornillo de sujeción al separador y sujeto al mismo torque que los tornillos de traslape. El color del reflejante a utilizar y de la defensa lateral debe ser *amarillo tránsito*, el reflejante debe orientarse en sentido normal al sentido del tránsito.

La SIECA recomienda que las defensas laterales tengan un anclaje al suelo en el extremo de donde se aproxima el flujo vehicular para evitar el *efecto lanza* en caso de una colisión frontal de un vehículo.

En los casos para los que la topografía u otras condiciones del sitio no permitan que se realice el correcto anclaje, se recomienda la instalación de elementos de seguridad en los extremos.

Las defensas metálicas en la carretera en estudio se instalarán según las recomendaciones antes expuestas, anclándose los extremos de la dirección de donde proviene el flujo vehicular o instalándose los amortiguadores de impacto.

## 2.21 Señalización Horizontal

Las señales horizontales tienen como objetivo complementar las señales verticales indicando a los conductores las zonas indicadas para realizar las distintas maniobras, es decir, definen zonas donde se puede o no adelantar, pasos peatonales, zonas escolares, etc. es importante destacar que en todas la curvas se presenta línea amarilla continua.

El tramo en estudio solamente consta de dos carriles, la señalización horizontal existente en la vía, que sirve de complemento a la señalización vertical, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 10 Complementos Horizontales Existentes

Estación	Banda izquierda	Banda derecha
112+800	Reductor de velocidad	
113+300	Reductor de velocidad	
113+600	Reductor de velocidad	
113+090	Reductor de velocidad	
114+150		Palabra Escuela
114+250	Cruce peatonal de cebra	
114+500	Palabra Escuela	
114+800		Despacio 45 kph

115+500		Palabra Escuela
115+900	Palabra Escuela	
117+000	Cruce peatonal de cebra	
117+100	Cruce peatonal de cebra	
117+300	Despacio 45 kph	
118+600	Cruce peatonal de cebra	
118+800		Palabra Escuela
119+020	Reductor de velocidad	
119+035	Cruce peatonal de cebra	
119+200		Palabra escuela
119+400	Despacio	
120+000		Despacio
121+400		Despacio 45 kph
122+400	Reductor de velocidad	
122+600	Despacio 45 kph	

Fuente: Elaboracion Propia. Trabajo de Campo.

Cabe señalar que la señalización horizontal en todo el tramo en estudio requiere mantenimiento inmediato debido a que con el pasar tiempo se ha perdido la pintura y no se alcanzan a observar muchas de estas señales horizontales sobre todo los de los reductores de velocidad. Todas las marcas en el pavimento deberán mantenerse en todo momento en buenas condiciones para asegurar su Legibilidad y visibilidad.

## **CAPÍTULO III:**

### **AFORO VEHICULAR**

#### **3.1 Introducción**

La demanda de nuevas carreteras y el mejoramiento de las existentes permiten la utilización de estudios de tránsito para poder analizar una vía, uno de estos estudios es el aforo vehicular que toma en cuenta el volumen vehicular, los tiempos y la clasificación. Lo cual permite obtener información muy importante para el continuo mantenimiento de las carreteras y futuras ampliaciones.

La medición de los volúmenes de tránsito vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras. En las intersecciones, los estudios volumétricos de tránsito clasificados por dirección de los movimientos en los accesos a las mismas, durante periodos de tiempo determinados, proporcionan a su vez los datos básicos necesarios para enfrentar las particulares características de su diseño.

#### **3.2 Trabajo de Campo**

Bajo las recomendaciones y consideraciones del asesor Cmdo. Ing. Gilberto Solís, se decidió que los conteos vehiculares se realizaran en los puntos Hospital (111+200)<sup>3</sup> y Rio Grande (estación 121+900)<sup>4</sup>, los cuales presentan un tráfico muy distinto.

Se trabajó con un formato similar al que utiliza el MTI para periodos de 12 horas de 6:00 am a 6:00 pm los días martes, miércoles y jueves; siendo este el procedimiento utilizado en los aforos por el MTI

---

<sup>3</sup> Ver Anexo. Tabla 1, Pág. III Aforo Vehicular

<sup>4</sup> Ver Anexo. Tabla 2, Pág. VII Aforo Vehicular

El Resultado de Análisis de los aforos realizados se presentan en la tabla 11, en la cual se muestran las cantidades de autos contados en un periodo de 12 horas en los días Martes 28, Miércoles 29 y Jueves 30 de Abril del 2015 para el punto Rio Grande Estación 121+900, y los días Martes 05, Miércoles 06, Jueves 07 de Mayo del 2015 para el punto del Hospital Gaspar García Laviana Estación 111+200.

Tabla 11 Volumen de tránsito de 12 horas

Puntos de conteo	AFORO (Veh/día)		
	MARTES	MIERCOLES	JUEVES
<b>Rio Grande 121+900</b>	2060	2109	<b>2281</b>
<b>Hospital Gaspar García Laviana 111+300</b>	8466	8544	<b>8731</b>

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se encontró los días de mayor demanda siendo para el punto de conteo Rio Grande 121+900 el día jueves 30-04 con 2281 vehículos y el siguiente punto de control Hospital 111+200 el día Jueves 07-05 con 8731 vehículos, estos datos permite calcular la hora pico en el día de mayor demanda.

### 3.3 Horas Pico y Factor Pico Horario

La hora pico se determinó con el método de los volúmenes equivalentes para encontrar la hora exacta de mayor demanda. Se procedió a las sumatorias correspondiente para cada segmento del tramo en estudio.

El Factor Pico Horario calculado es el FPH real, determinado con la Ec 1:

$$FPH = \frac{VHP}{4 \times V15} \quad Ec 1$$

Dónde:

FPH: Factor Pico Horario

VHP: Volumen de Hora Pico

V15: Volumen del periodo de 15 minutos de mayor demanda en la hora pico

a) Rio Grande

Hora pico: 5:00 - 6:00 pm.

VHP= 242 Veh/h.<sup>5</sup>

V15= 69 Veh.

$$FPH = \frac{242}{4 \times 69} = 0.877$$

b) Hospital

Hora pico 7:00 - 8:00 am.

VHP = 932 Veh/h.<sup>6</sup>

V15: 264 Veh.

$$FPH = \frac{932}{4 \times 264} = 0.883$$

### 3.4 Volumen de Servicio

Consiste en determinar el nivel de servicio al cual opera una carretera, dada sus características geométricas, el tipo de terreno por donde pasa y los

---

<sup>5</sup> Ver Anexo Tabla 4, Pág. XII Hora Pico Río Grande

<sup>6</sup> Ver Anexo Tabla 3, Pág. XI Hora Pico Hospital Rivas

volúmenes de tránsito: Ec 2 fue tomada del libro Ingeniería de Transito, **Cal Y Mayor.**

$$Sf_i = 2,800 \times \left(\frac{v}{c}\right) \times f_D \times f_w \times f_{vp} \quad Ec 2$$

Dónde:

Sf<sub>i</sub>= Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado en veh/h.

V/c= Relación volumen/ capacidad para un nivel de servicio.

F<sub>D</sub>= Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional.

F<sub>w</sub>= Factor de ajuste por anchos de carril y distancia a obstáculos laterales.

F<sub>vp</sub>= Factor de ajuste por efectos de vehículos pesados.

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

El Manual de Capacidad de Carreteras de 1985 ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D y E, que van del mejor al peor. Las condiciones de operación de estos niveles, sistemas viales de circulación continua son:

- 1. Nivel de Servicio A:** Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro

del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón; es excelente.

- 2. Nivel de Servicio B:** Esta dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A.
- 3. Nivel de Servicio C:** Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individualmente se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.
- 4. Nivel de Servicio D:** Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.
- 5. Nivel de Servicio E:** El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a "ceder el paso". Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

### 3.5 Determinación de los Niveles de Servicio Operacional (Fs)

Flujo de Servicio.

El flujo de servicio servirá para hacer un comparativo de los diferentes niveles de servicios con las condiciones existentes de cada tramo.

$$FS = \frac{VHMD}{FHMD} \quad Ec 3$$

Dónde:

$FS$  = flujo de servicio para condiciones prevalecientes en veh/h en ambos sentidos.

$VHMD$  = Volumen horario de máxima demanda (*veh / hr*).

$FHMD$  = Factor horario de máxima demanda.

a) Tramo Rio Grande.

$VHMD = 242 \text{ veh / hr}$

$FHMD = 0.877$ .

$$FS = \frac{242}{0.877}$$

$$FS = 276 \text{ veh/hr}$$

b) Tramo Hospital.

$$VHMD = 932 \text{ veh/hr}$$

$$FHMD = 0.883.$$

$$FS = \frac{932}{0.883}$$

$$FS = 1056 \text{ veh/hr}$$

Las siguientes tablas son factores que sirven para calcular el tipo de nivel de servicio que tienen los dos tramos.

1. En la tabla 12 se muestra la relación de capacidad-volumen con 20% de rebase.

\*NS: se refiere a nivel de servicio

Tabla 12 Capacidad vs Volumen

NS	A	B	C	D	E
V/C	0.12	0.24	0.39	0.62	1

Fuente: Highway Capacity Manual.

2. En la tabla 13 se muestra el factor de distribución lateral en este caso es de 50/50.

Tabla 13 Factor de distribución lateral

	50/50	60/40	70/30	80/20	90/10	100/0
FD	1	0.94	0.89	0.83	0.75	0.71

Fuente: Highway Capacity Manual.

3. En la siguiente tabla 14 se obtiene el factor de ancho de carril y distancia de obstáculo lateral, en este caso el ancho de carril de 3.6 m y distancia de obstáculo de 1.2 m

Tabla 14 Factor de ajuste ( $F_w$ ), por ancho de carril y distancia obstáculo lateral (D.O.L)

Ancho Carril	3.60 m.		3.30 m.		3.00 m.		2.70 m.	
	A-D	E	A-D	E	A-D	E	A-D	E
1.80 m.	1.00	1.00	0.93	0.94	0.84	0.87	0.70	0.76
1.20 m.	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.60 m.	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.00 m.	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: Highway Capacity Manual

4. En la tabla 15 se muestra el factor de ajuste por vehículos pesados.

Tabla 15 Factores debido a tipo de vehículo y terreno

Tipo de vehículo	Nivel de Servicio	Tipo de Terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones	A	2	4	7
	B Y C	2.2	5	10
	D Y E	2	5	12
Buses	A	1.8	3	5.7
	B Y C	2	3.4	6
	D Y E	1.6	2.9	6.5

Fuente: Highway Capacity Manual

El Factor de vehículos pesados está en dependencia del tipo de terreno y los porcentajes de camiones y buses a como se muestra en la Ec 4

$$F_{vp} = \frac{100}{100 + P_c(E_c - 1) + P_s(E_s - 1)} \quad Ec 4$$

Dónde:

Fvp: factor de ajuste por vehículos pesado.

Pc: porcentaje de camiones.

Ec: factor de camión según el tipo de terreno.

Ps: porcentaje de buses.

Es: factor de buses según el tipo de terreno.

### 3.6 Análisis del Nivel de Servicio Tramo Rio Grande

La siguiente tabla muestra las características del tramo Rio Grande:

Tabla 16 Datos para cálculos de nivel de servicio

Rio Grande	
<b>Capacidad</b>	2800
<b>Numero De Carril</b>	2
<b>Ancho De Carril</b>	3.6 mts
<b>Obstrucción Lateral</b>	1.2mts
<b>Tipo De Terreno</b>	Plano, ondulado montañoso
<b>VHMD</b>	242 veh/hr
<b>Distribución</b>	50/50
<b>Camiones</b>	9.21%

<b>Autobuses</b>	6.31%
<b>Automóviles</b>	84.48%
<b>FHMD</b>	0.877

Fuente: Elaboración propia

### a) Terreno Plano.

Cálculos para encontrar los niveles de servicio.

1.  $F_{vp}$  para NS: A (Ecuación 4).

$P_c = 9.21\%$

$E_c = 2$

$P_s = 6.31\%$

$E_s = 1.8$

$$F_{vp} = \frac{100}{100 + 9.21(2 - 1) + 6.31(1.8 - 1)} = 0.875$$

\* Este primer paso se realiza para cada nivel de servicio.

\* NS: A (Nivel de Servicio A)

En esta tabla se muestran los resultados de los Factores de vehículos pesados ( $F_{vp}$ ) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 17  $F_{vp}$  de los diferentes niveles de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	2.0	1.8	0.875

B	2.2	2.0	0.852
C	2.2	2.0	0.852
D	2.0	1.6	0.885
E	2.0	1.6	0.885

Fuente: Elaboración propia

2. De las tablas se utilizan los siguientes factores para NS. A:

$V/c = 0.12$       Tabla 12

$F_D = 1$             Tabla 13

$F_W = 0.92$         Tabla 14

$F_{vp} = 0.875$       Tabla 17

3. Volumen de Servicio para NS: A

$$Sf_A = 2800 \times 0.12 \times 1 \times 0.92 \times 0.875 = 270 \text{ veh/hr.}$$

En la tabla 18 se muestran los resultados  $Sf$  de todos los niveles de servicio para un terreno plano.

Tabla 18 Volumen de Servicio por cada nivel de servicio

Nivel de servicio	V/C	$F_D$	$F_W$	$F_{vp}$	$Sf_i$
A	0.12	1.00	0.92	0.875	270
B	0.24	1.00	0.92	0.852	527
C	0.39	1.00	0.92	0.852	856
D	0.62	1.00	0.92	0.885	1413
E	1.00	1.00	0.97	0.885	2404

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno plano ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 276 veh/h. Dicho valor está entre 270 veh/h nivel de servicio A y 527 veh/h nivel de servicio B, el más cercano es el nivel de servicio “A”.

**b) Terreno Ondulado.**

En la tabla 19 se muestran los Factor de vehículos pesados ( $F_{vp}$ ) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 19  $F_{vp}$  para los distintos niveles de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	4.0	3.0	0.713
B	5.0	3.4	0.658
C	5.0	3.4	0.658
D	5.0	2.9	0.672
E	5.0	2.9	0.672

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se muestran los resultados  $S_f$  de todos los niveles de servicio para un terreno ondulado.

Tabla 20 Volumen de servicio por cada nivel

Nivel de servicio	V/C	$F_D$	$F_W$	$F_{vp}$	$S_f$
A	0.12	1.00	0.92	0.713	220
B	0.24	1.00	0.92	0.658	407
C	0.39	1.00	0.92	0.658	661
D	0.62	1.00	0.92	0.672	1073
E	1.00	1.00	0.97	0.672	1825

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno ondulado ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 276 veh/h. dicho valor está entre 220 veh/h nivel de servicio A y 407 veh/h nivel de servicio B, el más cercano es el nivel de servicio “A”.

### c) Terreno Montañoso

En la tabla 21 se muestran los Factor de vehículos pesados ( $F_{vp}$ ) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 21  $F_{vp}$  para cada nivel de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	7.0	5.7	0.541
B	10.0	6.0	0.466
C	10.0	6.0	0.466
D	12.0	6.5	0.424
E	12.0	6.5	0.424

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 se muestran los resultados de todos los niveles de servicio para un terreno ondulado.

Tabla 22 Volumen de servicio por cada nivel

Nivel de servicio	V/C	$F_D$	$F_W$	$F_{vp}$	$S_{fi}$
A	0.12	1.00	0.92	0.541	167
B	0.24	1.00	0.92	0.466	288
C	0.39	1.00	0.92	0.466	468
D	0.62	1.00	0.92	0.424	677
E	1.00	1.00	0.97	0.424	1152

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno montañoso ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 276 veh/h. dicho valor está entre 167 veh/h nivel de servicio A y 288 veh/h nivel de servicio B, el más cercano es el nivel de servicio “B”.

### 3.7 Análisis del Nivel de Servicio Tramo Hospital

La siguiente tabla muestra las características del tramo Hospital.

Tabla 23 Datos para cálculos de nivel de servicio

Hospital	
<b>Capacidad</b>	2800
<b>Numero De Carril</b>	2
<b>Ancho De Carril</b>	3.6 mts
<b>Obstrucción Lateral</b>	1.2mts
<b>Tipo De Terreno</b>	Plano, ondulado montañoso
<b>VHMD</b>	932 veh/hr
<b>Distribución</b>	50/50
<b>Camiones</b>	4.12%
<b>Autobuses</b>	3.76%
<b>Automóviles</b>	92.12%
<b>FHMD</b>	0.883

Fuente: Elaboración propia

#### a) Terreno Plano.

En esta tabla se muestran los resultados de los Factores de vehículos pesados ( $F_{vp}$ ) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 24 Fvp de los diferentes niveles de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	2.0	1.8	0.933
B	2.2	2.0	0.920
C	2.2	2.0	0.920
D	2.0	1.6	0.940
E	2.0	1.6	0.940

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se muestran los resultados Sf de todos los niveles de servicio para un terreno plano.

Tabla 25 Volumen de Servicio por cada nivel de servicio

Nivel de servicio	V/C	FD	FW	Fvp	Sfi
A	0.12	1.00	0.92	0.933	288
B	0.24	1.00	0.92	0.920	569
C	0.39	1.00	0.92	0.920	924
D	0.62	1.00	0.92	0.940	1501
E	1.00	1.00	0.97	0.940	2553

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno plano ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 1056 veh/h. dicho valor está entre 924 veh/h nivel de servicio C y 1501 veh/h nivel de servicio D, el más cercano es el nivel de servicio **“C”**.

#### **b) Terreno Ondulado.**

En la tabla 26 se muestran los Factor de vehículos pesados (Fvp) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 26 Fvp para los distintos niveles de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	4.0	3.0	0.834
B	5.0	3.4	0.797
C	5.0	3.4	0.797
D	5.0	2.9	0.809
E	5.0	2.9	0.809

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se muestran los resultados Sf de todos los niveles de servicio para un terreno ondulado.

Tabla 27 Volumen de servicio por cada nivel

Nivel de servicio	V/C	F <sub>D</sub>	F <sub>W</sub>	F <sub>vp</sub>	S <sub>fi</sub>
A	0.12	1.00	0.92	0.834	258
B	0.24	1.00	0.92	0.797	493
C	0.39	1.00	0.92	0.797	801
D	0.62	1.00	0.92	0.809	1292
E	1.00	1.00	0.97	0.809	2197

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno ondulado ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 1056 veh/h. dicho valor está entre 801 veh/h nivel de servicio C y 1292 veh/h nivel de servicio D, el más cercano es el nivel de servicio “**D**”.

### c) Terreno Montañoso

En la tabla 28 se muestran los Factor de vehículos pesados (F<sub>vp</sub>) para los diferentes tipos de niveles de servicios.

Tabla 28 Fvp para cada nivel de servicio

Nivel servicio	Fact. Camión	Fact. Bus	Fact. Veh. Pesado
A	7.0	5.7	0.702
B	10.0	6.0	0.641
C	10.0	6.0	0.641
D	12.0	6.5	0.602
E	12.0	6.5	0.602

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se muestran los resultados de todos los niveles de servicio para un terreno ondulado.

Tabla 29 Volumen de servicio por cada nivel

Nivel de servicio	V/C	F <sub>D</sub>	F <sub>W</sub>	F <sub>vp</sub>	S <sub>fi</sub>
A	0.12	1.00	0.92	0.702	217
B	0.24	1.00	0.92	0.641	396
C	0.39	1.00	0.92	0.641	644
D	0.62	1.00	0.92	0.602	961
E	1.00	1.00	0.97	0.602	1635

Fuente: Elaboración propia

Con los niveles de servicio para terreno montañoso ya calculados para este tramo, podemos comparar el flujo de servicio actual que es de 1056 veh/h. dicho valor está entre 961 veh/h nivel de servicio D y 1635 veh/h nivel de servicio E, el más cercano es el nivel de servicio “D”.

## **CAPÍTULO IV:**

### **ESTUDIO DE VELOCIDADES**

#### **4.1 Velocidad**

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos de su diseño geométrico. La velocidad es de capital importancia para realizar cualquier tipo de estudio de tráfico, considerando que todos los conceptos fundamentales de los mismos están íntimamente ligados y relacionados con ella. Finalmente, un factor que hace a la velocidad muy importante en el tránsito, es que la velocidad de los vehículos actuales han sobrepasado los límites para los que fue diseñada la carretera, por lo que la mayor parte de los reglamentos resultan obsoletos.

Así, por la razón anterior, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad, confort y eficiencia. Velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, expresado en kilómetros por hora (km/h). Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t} \quad \text{Ec. 4.1}$$

Dónde:

v = velocidad constante (kilómetros por hora)

d = distancia recorrida (kilómetros)

t = tiempo de recorrido (horas)

El método utilizado fue el de velocidad de punto o mejor conocida como velocidad instantánea, que consiste en registrar la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de la carretera. Se utilizó un radar de velocidades marca Bushnell, captando la información a 100 metros y así se obtuvo el dato de la velocidad. Los puntos para la recolección de datos de velocidades en la carretera en estudio se determinaron bajo los siguientes criterios:

- Los tramos donde se observó que el flujo vehicular iba a exceso de velocidad.
- Los estacionamientos donde había señalización reglamentaria para el control de velocidad máxima.
- Los puntos donde las condiciones geométricas de la carretera varían.

Para la recolección de datos, se utilizó un formato de campo, donde se especifica el tipo de vehículo, la velocidad con la que circulaba y la estación donde se obtuvieron los datos.

Los puntos seleccionados a lo largo del tramo son:

- San Rafael Escuela Estación 114+210: Esta estación está en medio del poblado más grande dentro del tramo en estudio y próximo a zona escolar lo que ocasiona la restricción de la velocidad a 25 kph.
- San Rafael, Estación 114+940: En esta estación las características geométricas son propicias para que los vehículos alcancen altas velocidades, en el sentido de norte a sur posee la pendiente

descendente más pronunciada de todo el tramo en estudio y está ubicado a lo largo de una línea de residencias, por lo que se restringe la velocidad máxima a 40 km/h.

- Escuela José Dolores Estrada, Estación 115+500. En esta estación termina zona poblada, sin embargo está ubicada una escuela primaria lo que restringe la velocidad a 25 kph.
- Estación 117+350. Este tramo está ubicado al final de una curva con poca señalización y entrando a la comunidad “El Palmar”, restringiendo la velocidad máxima a 40 kph.
- Escuela Vicente Marín, Estación 119+250. En este tramo el ancho de carril, la visibilidad y la carpeta de rodamiento muy buena son factores propicios para que los automovilistas alcancen altas velocidades, pero el tramo es zona escolar por lo que se restringe la velocidad máxima a 25 kph.
- Estación 121+250 Este tramo está ubicado al final de una curva con poca señalización y entrando al cruce del camino que conlleva al pueblo de “Rio Grande”, además está próximo al puente la “Zopilota” que es de un solo carril, por lo que se restringe la velocidad máxima a 40 kph.

## 4.2 Presentación de Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de los registros de velocidades para cada estación<sup>7</sup>:

Tabla 30 Resumen de Velocidades

LUGAR	Escuela San Rafael Arcángel	San Rafael	Escuela José Dolores Estrada	La Providencia	Escuela Vicente Marín	Tola	Total
ESTACIÓN	114+210	114+940	115+500	117+350	119+250	121+250	
Velocidad Permitida	25 kph	40 kph	25 kph	40 kph	25 kph	40 kph	
Vehículos Totales	160	224	193	186	170	168	1101
Vehículos que exceden	144	201	185	176	170	150	1026
Porcentaje	90%	90%	96%	95%	100%	89%	93%

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Como se tenía previsto la mayoría de los usuarios automovilistas circulan en la carretera a exceso de velocidad, las estadísticas arrojan porcentajes dramáticos en todos los puntos de control, cabe señalar que durante el registro de velocidades de la estación 114+940 circuló una camioneta con placa perteneciente a la Policía Nacional la cual presento una velocidad de 60 kph donde lo permitido es 40 kph.

Del procesamiento de los datos de campo surgen los siguientes hechos:

- En su tipificación los vehículos que más exceden los límites de velocidad son los autos, las camionetas y los microbuses.

<sup>7</sup> Ver Anexos. Tabla7-12, Pág. XIV - XIX

- En el punto de control Escuela Vicente Marín ninguno de los automóviles respetan la velocidad reglamentaria haciendo también caso omiso a retenedores de velocidad, ubicados en la calzada, los cuales son esquivados por los conductores haciéndose un lado de la carretera.
- El punto de control Escuela San Rafael Arcángel se identificó como el punto donde los alumnos carecen en su totalidad de educación vial, durante el estudio ningún estudiante utilizó el paso peatonal pintado sobre la carretera, y otro aspecto que afecta en gran manera aparte del irrespeto a la velocidad permitida, es la falta de bahía de buses lo que ocasiona que los alumnos no tengan un lugar adecuado para esperar el autobús y se ven obligados a hacerlo sobre los hombros de la carretera poniendo en riesgos sus vidas.
- El registro de velocidades en zonas escolares se realizó en horas de entradas y salidas de estudiantes, y es preocupante el irrespeto a la velocidad reglamentaria, solo el 10% respeta el límite de velocidad en la Escuela San Rafael Arcángel, y el 4 % para Escuela José Dolores Estrada, en el caso de la Escuela Vicente Marín es todavía más alarmante el 0% respeta la velocidad reglamentaria.
- La velocidad máxima en las zonas escolares fue de 101 kph.
- En el inicio de la zona urbana de Tola el 89% no respeta el límite de velocidad, lo cual puede producir graves accidentes debido a la presencia de una curva y aproximación del puente la Zopilota el cual es de un solo carril.

# **CAPÍTULO V:**

## **ACCIDENTALIDAD VIAL**

### **5.1 Introducción**

Las dos consecuencias principales del problema del tránsito lo constituyen los accidentes y el congestionamiento, de ellos el primero es de orden vital y de gran importancia ya que significa grandes bajas en la población por el resultado en muertos, heridos y pérdidas económicas. Unos de los estudios más importantes de la Ingeniería de Tránsito es el de accidentes, las diversas soluciones aplicadas a través del correcto análisis del problema puede rendir muy valiosos resultados salvando muchas vidas y evitando un gran número de lesionados.

Los estudios de accidentalidad desde el punto de vista de infraestructura vial están asociados a la investigación de los llamados puntos críticos (tramos de concentración de accidentes), éstos tienen hasta un kilómetro de longitud en los que se producen tres o más accidentes con víctimas durante tres años consecutivos o donde la accidentalidad supere la media de otros tramos.

Para encontrar los puntos de concentración de accidentes en la carretera en estudio se hizo un análisis de los inventarios de accidentes realizados por la Dirección General de Tránsito de la Policía Nacional en Managua para los años 2011, 2012 y 2013<sup>8</sup>. Dicho análisis no solo pretendía mostrar los accidentes totales en la carretera con los que se determinarían los índices de accidentalidad, sino que los datos también fueron utilizados para la clasificación de los accidentes en todas las categorías posibles, esto con el propósito de encontrar las características de los mismos y comprender mejor el fenómeno accidente de nuestro tramo particular.

---

<sup>8</sup> Ver Anexos. Tablas 13-15, Pág. XX - XXV

Basados en estos datos de inventarios de accidentes se pudo observar de manera separada todos los factores que influyen en los accidentes, se logró clasificar los siniestros por causa, tipo, consecuencia, periodicidad, ubicación, temporalidad mensual, semanal, diaria y de hora específica.

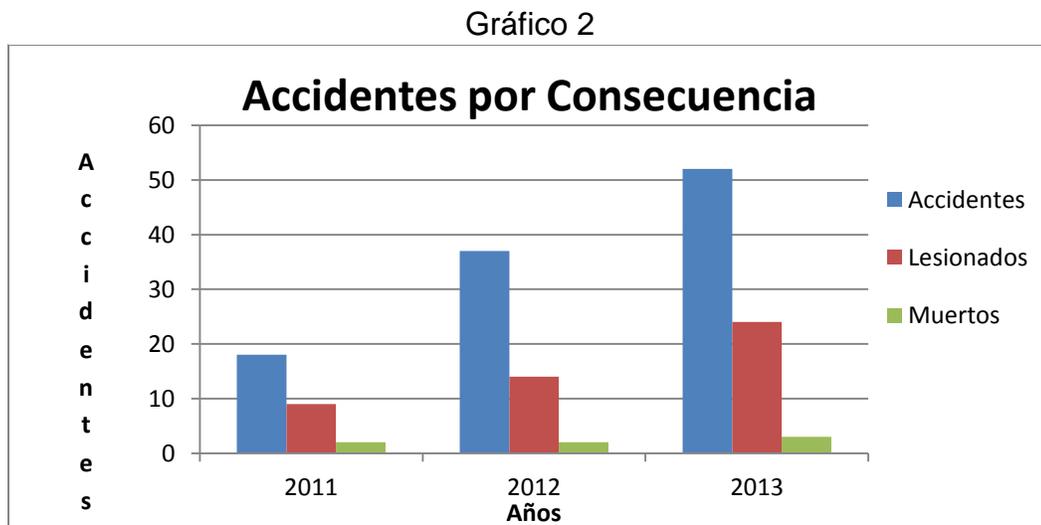
## 5.2 Estudio de Accidentes

Los resultados del análisis fueron los siguientes:

### 5.2.1 Accidentes por Consecuencia

Los accidentes en la carretera han tenido en los últimos años un aumento significativo en la cantidad y severidad. En el gráfico 2 se puede observar que en el año 2013 ocurrieron la mayor cantidad de accidentes, así como de heridos y muertos con respecto a los años anteriores.

Con esto se confirma la teoría de las autoridades municipales quienes han expresado que la problemática de accidentalidad es cada vez más preocupante, y por tal razón la necesidad de un estudio de este tipo.

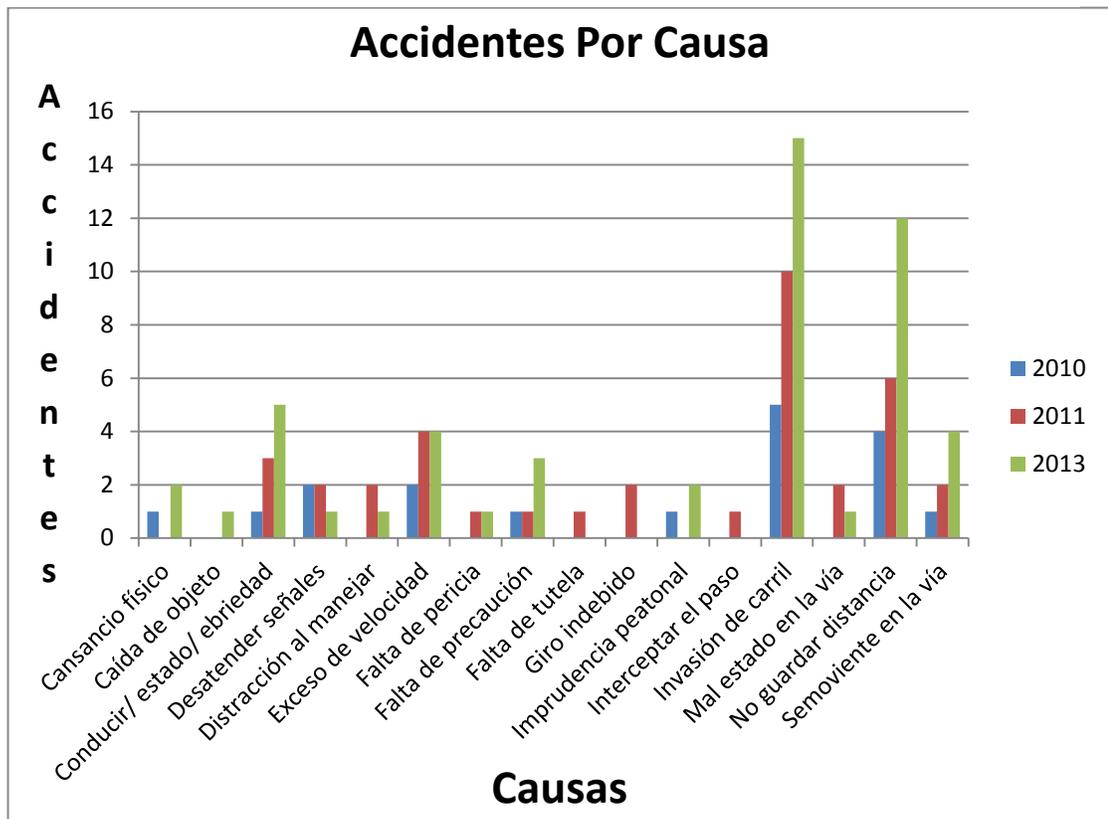


Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

## 5.2.2 Accidentes por Causa

La invasión de carril, no guardar distancia, conducir en estado de ebriedad y el exceso de velocidad han sido las principales causas de accidentes en los tres años en análisis. Esto tiene mucha relación con los resultados obtenidos del estudio de velocidades ya que el incumplimiento de los límites de velocidades forman parte de las mayores causas de accidentes tal y como se muestra en el grafico a continuación.

Gráfico 3

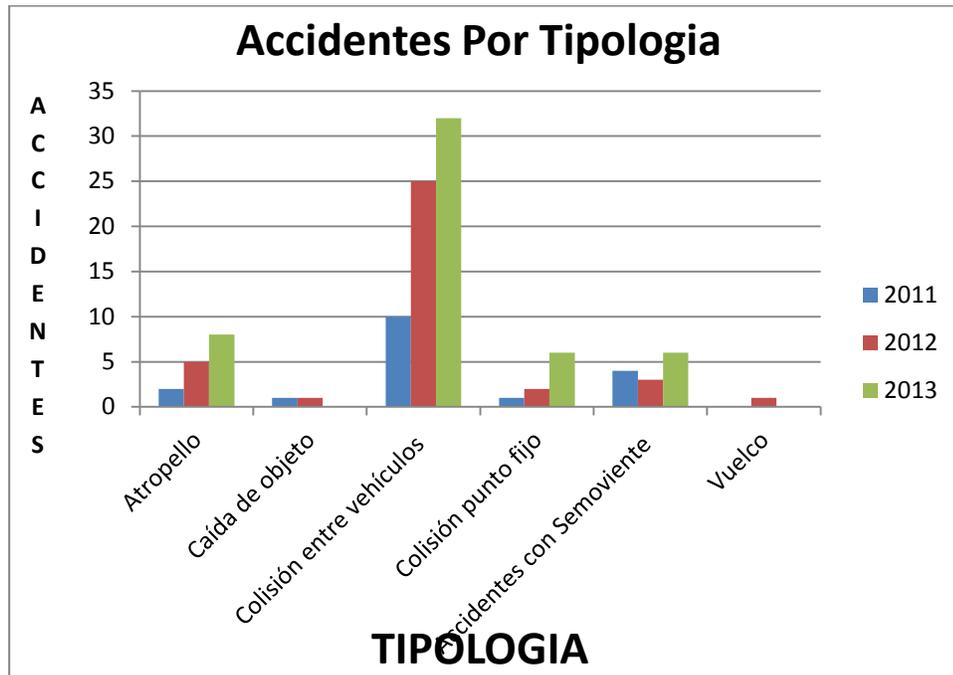


Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

### 5.2.3 Accidentes por Tipo

Los accidentes en la carretera en estudio son principalmente colisiones entre vehículos, la diferencia entre este tipo de accidentes y el resto de la clasificación obtenida en los inventarios es bastante amplia por lo que pueden ser considerados un “evento periódico”.

Gráfico 4



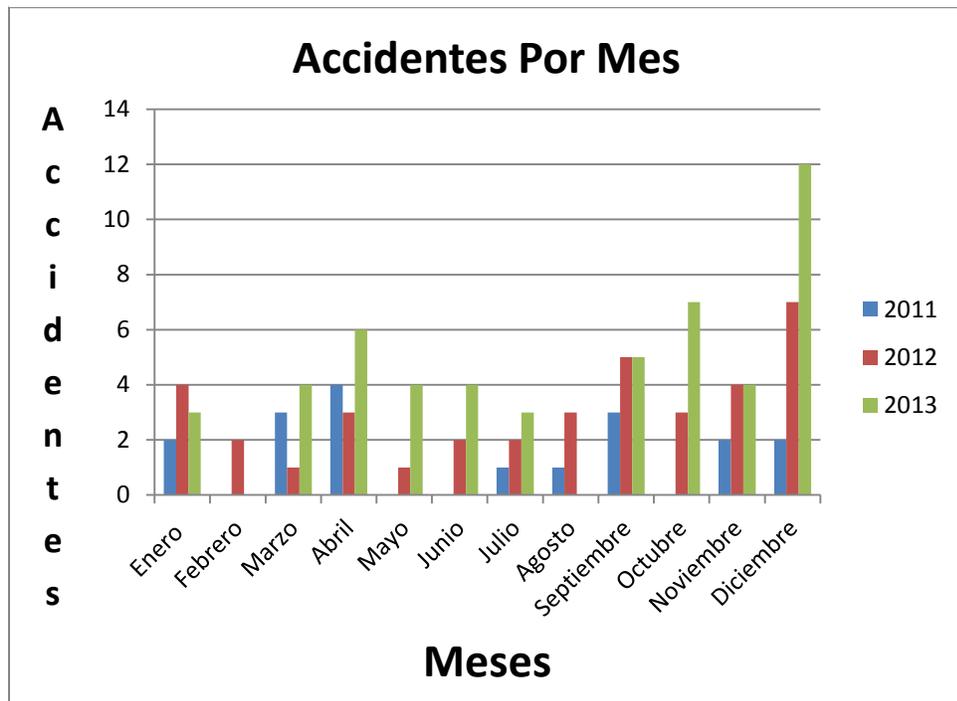
Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

### 5.2.4 Accidentes por Meses, Días y Horas

El período de los accidentes se dividió en tres etapas para cada año de estudio: Accidentalidad Mensual, Accidentalidad Diaria y Accidentalidad Horaria. Con lo que podemos determinar las siguientes afirmaciones:

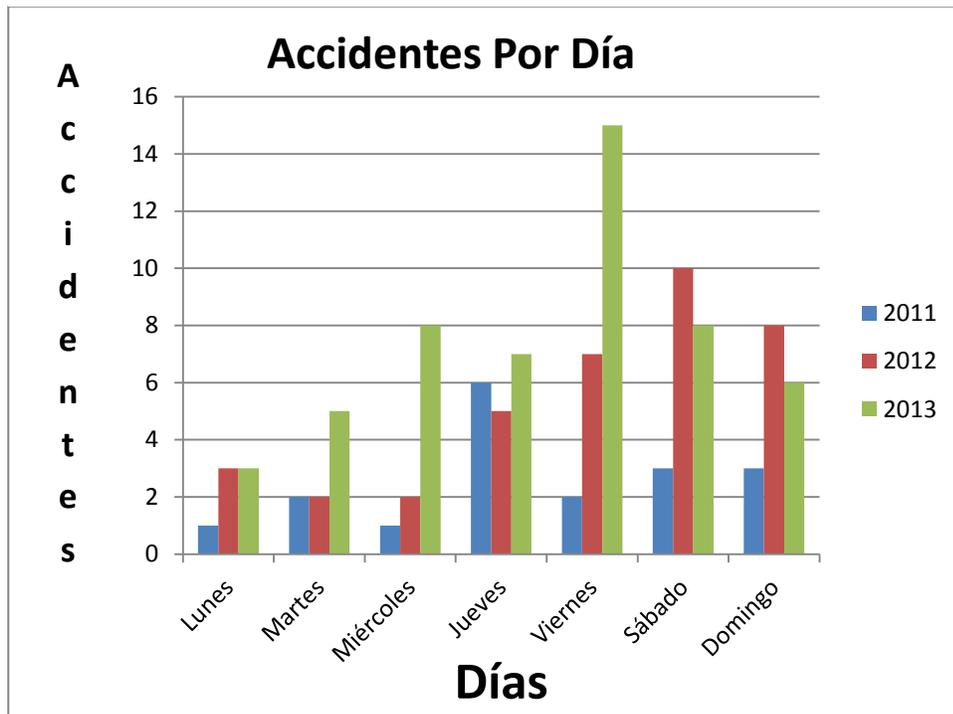
- La época del año donde ocurren más accidentes es en el verano en los meses de Diciembre, Marzo y Abril. En el invierno los meses con mayor accidentalidad son Septiembre y Octubre.
- Los días con mayor frecuencia de accidentes son a finales de semana jueves, viernes y sábado coincidiendo el día jueves como el día donde transcurren mayor cantidad de vehículos según aforos realizados.
- Las horas críticas donde se produce más accidentes es de 06:00 a.m. a 09:00 a.m. en la mañana y en la tarde de las 6:00 p.m. hasta las 8:00 p.m.

Gráfico 5



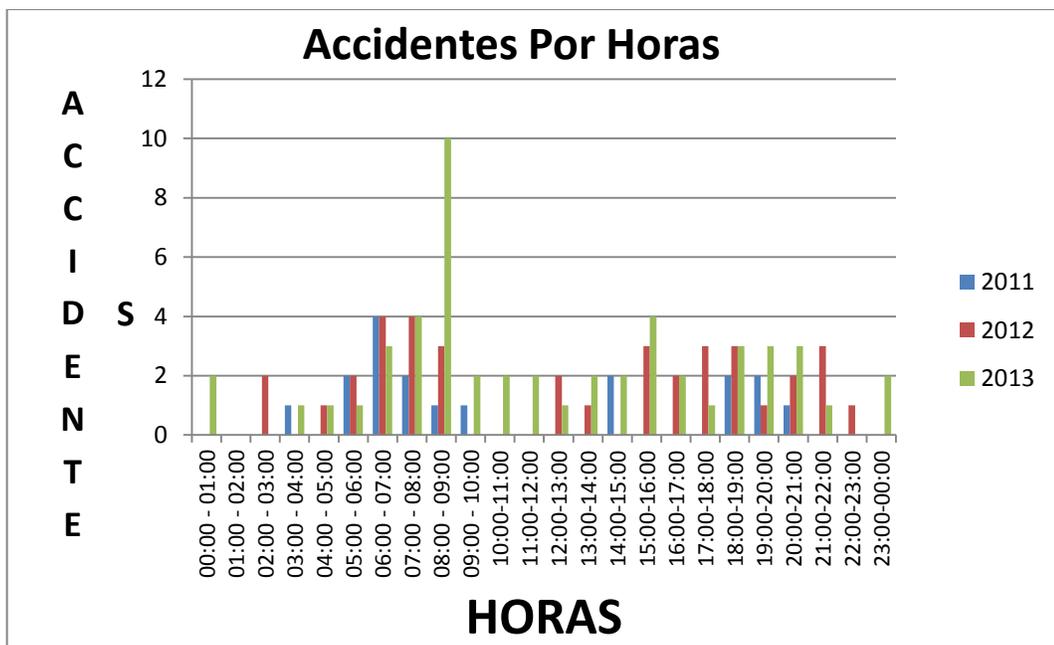
Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Gráfico 6



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Gráfico 7



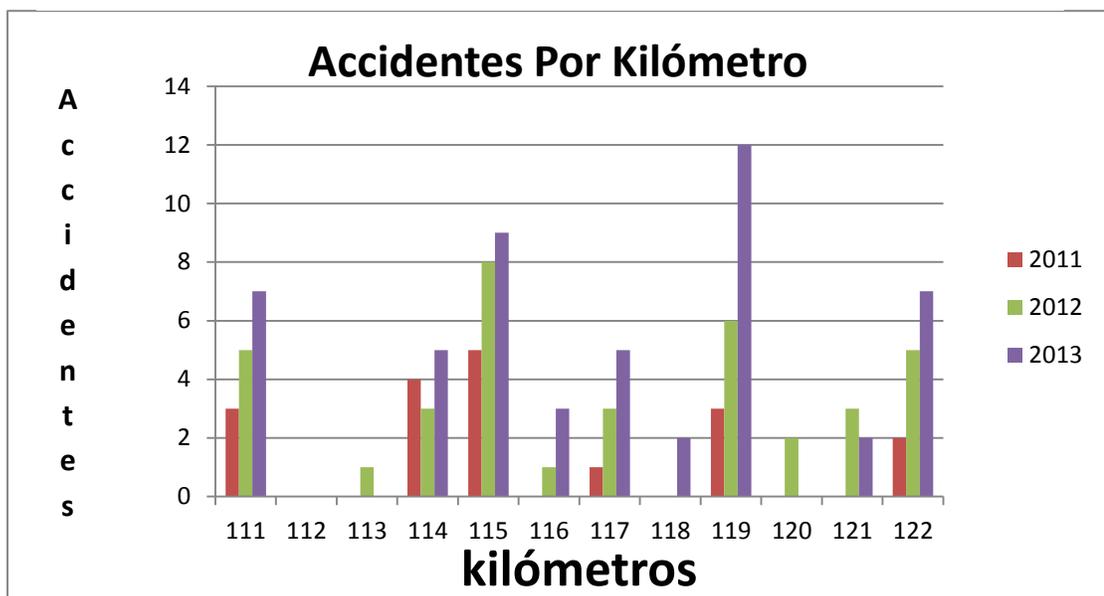
Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete

### 5.2.5 Accidentes por Kilómetro

En la localización de los accidentes por kilómetro se pudo observar (ver gráfico) que los tramos con mayor concentración de siniestros están comprendidos entre 115km-116km, 119km-120km, 111km-112km. Una de las principales causas de la elevada accidentalidad en este tramo es el irrespeto a las señales y la imprudencia de los conductores, cabe señalar también que en estos tramos es donde se encuentran el mayor movimiento de todo el tramo de estudio debido a la presencia de grandes poblados y la ubicación del hospital de Rivas tal es el caso del tramo 111 km – 112 km

El cuarto tramo con mayor concentración de accidentes está ubicado entre el kilómetro 114 y 115, correspondientes a las comunidades de San Rafael y Los Cerros, los siniestros son ocasionados por la imprudencia de los conductores, sin embargo existe bastante imprudencia de peatones quienes usan los hombros de la carretera para sentarse y hacer tertulia sobre todo en horas no laborales.

Gráfico 8



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

## 5.2.6 Accidentalidad Nocturna

En el análisis de Accidentalidad Nocturna se reveló que aproximadamente el 33% de los accidentes en la carretera en estudio suceden por la noche y madrugada, la distribución para cada año se distribuye a continuación:

Gráfico 9

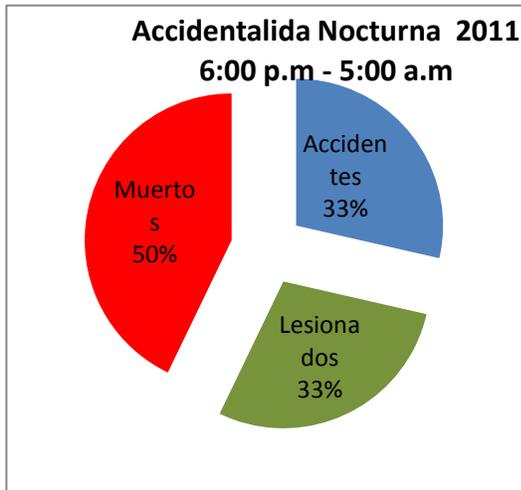
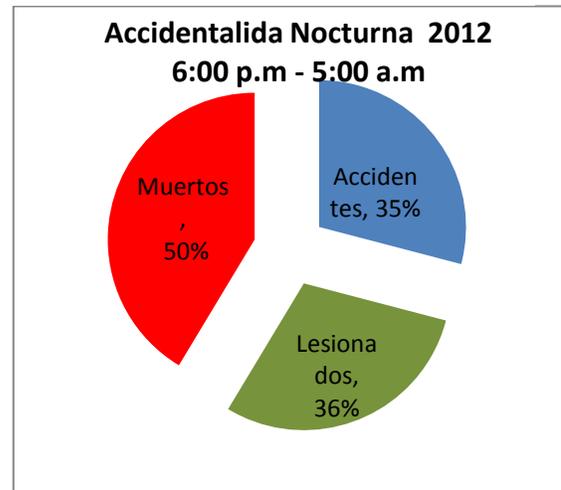
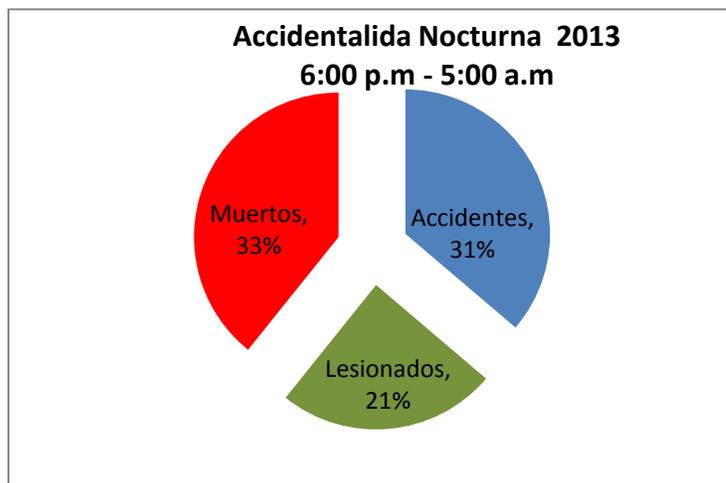


Gráfico 10



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Gráfico 11



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

### 5.3 Determinación de los Puntos Críticos

Cuando nos referimos al término punto crítico viene la idea de la ubicación exacta o de un estacionamiento en la carretera, pero en la realidad ubicarlos no es tan sencillo, este trabajo es un gran reto para los oficiales de policía debido a que no siempre es fácil dar la ubicación exacta de los accidentes al momento de llenar el informe de accidente cuando estos acontecen. Actualmente la nueva bibliografía, práctica y experiencia sugieren que el término más apropiado es “tramos de concentración de accidentes”; ya que es más fácil ubicar un siniestro en un tramo que en un punto en específico.

Con el concepto anterior como introducción, se establece para el presente estudio que los “tramos de concentración de accidentes” son aquellos tramos de hasta 1 kilómetro de carretera en los que ocurren tres o más accidentes por año durante un período mínimo de tres años; y son “tramos peligrosos” aquellos tramos de tres o más kilómetros formados por tramos de concentración de accidentes.

Los tramos peligrosos de la carretera (Nic 62, Rivas - Tola) son:

- Tramo 114+000 - 116+000 San Rafael – Los Cerros
- Tramo 111+000 – 112+000 Hospital de Rivas
- Tramo 119+000 – 120+000 El Palmar

Los resultados reflejaron que aunque los tramos de concentración de accidentes son distintos en los años en análisis, los tramos peligrosos son los mismos para el periodo evaluado.

Tabla 31 Accidentes, Heridos y Muertos en los años 2010, 2012 y 2013

Nº	Tramo	2011			2012			2013		
		Acc	Hdos	Mtos	Acc	Hdos	Mtos	Acc	Hdos	Mtos
1	111-112	3	2	0	5	1	0	7	4	1
2	114-116	9	3	2	11	6	0	14	8	0
3	119-120	3	2	0	6	3	1	12	4	1

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Acc: Accidentes

Hdos: Heridos

Mtos: Muertos

La tabla anterior muestra los tramos de concentración de accidentes consolidados en los tres años, en dichos tramos se concentra el 65% de los accidentes totales, el 71% de los fallecidos y el 70% de los lesionados en la carretera durante el período evaluado. Las causas más influyentes en la provocación de accidentes en este tramo son No Guardar Distancia, Conducir en estado de ebriedad, Exceso de velocidad e Invasión de carril, restando menos incidencia a las demás causas.

Las principales causas mencionadas anteriormente representan el 75% de los accidentes ocurridos en toda la carretera a lo largo de los tres años, en relación a las demás causas; así mismo estas causan producen el 72% de los heridos y el 43% de los muertos en toda la carretera. Los accidentes de este tipo de causas son provocados por errores humanos, dejando poca incidencia al factor vehículo y al factor entorno.

En el año 2011 podemos considerar como tramo de concentración de accidentes entre el kilómetro 114 y el kilómetro 116, debido a que ocurrieron 14 accidentes; en el año 2012 y 2013 también resalta como tramo de concentración de accidentes del kilómetro 114 al kilómetro 116, produciéndose 17 y 23 accidentes respectivamente.

A continuación se analiza cada tramo de concentración de accidentes, basados en las cuatro principales causas de accidentalidad:

Km 111 – 112: en este tramo está ubicado el hospital de Gaspar García Laviana y entradas a barrios como Las Piedras y La Conchagua lo que ocasiona que la cantidad de vehículos que transitan al día sea bastante elevada, dentro de estos medios de transporte se encuentran las bicicletas y triciclos que ocupan buena parte de cada carril ocasionando que los conductores aventajen impacientemente y con imprudencia convirtiéndolo en un tramo crítico. Predominando los accidentes por no guardar distancia y la invasión de carril.

Km 114 – 116: a lo largo de este tramo están ubicados los poblados de San Rafael y Los cerros, casi a la orilla de la carretera existen muchas viviendas y bares, se observó que los habitantes de esta zona son bien imprudentes al situarse a charlar y realizar otro tipo de actividades casi en los hombros de la carretera ocasionando muchos problemas a los conductores. Dentro de las causas más frecuentes de accidente se encuentra conducir en estado de ebriedad, e imprudencia por parte de los usuarios de la vía,

Km 119 – 120: En este tramo se encuentra la comunidad El Palmar, la visibilidad y el buen estado de la carpeta de rodamiento son factores propicios para que los conductores alcancen altas velocidades y a pesar que se encuentra una escuela a lo largo del tramo el exceso de velocidad forma parte de las causas principales de accidentes en este tramo junto con la invasión de carril y no guardar distancia.

Es importante señalar que el tramo de carretera del 122 km al 123 km de no ser por el año 2011 donde ocurrieron tan solo 2 accidentes sería considerado como un tramo de concentración de accidentes, debido a que en el año 2012 ocurrieron 5 accidentes, y para el año 2013 hubo 7 accidentes. En este tramo de

kilómetro se encuentra el Puente “La Zopilota”, dicho puente es de tan solo un carril con un ancho de 3 metros, a esto hay que sumarle la falta de señalización que presenta antes de llegar al punto lo que ha ocasionado gran parte de los accidentes en este sector. Otro punto dentro de este mismo tramo donde han sucedido varios accidentes es en las cercanías del km 123 a un lado de la carretera donde existe un canal pluvial de 2 m de hondo sin ninguna protección alrededor lo que combinado con los sedimentos acumulados sobre la carretera han ocasionado más de 2 accidentes en el mismo año, según afirman pobladores del lugar quienes se acercaron preocupados a informar del caso cuando se procedía a realizar el levantamiento del canal pluvial para incluirlo en el inventario vial de este estudio, estas personas también comunicaron que han expresado esta inquietud ante personal de la Alcaldía Municipal y no han tenido respuesta alguna de parte de ellos, y que al menos dos de las personas accidentadas en este punto han estado cerca de perder la vida al caer brutalmente sobre este canal.

#### **5.4 Magnitud del Problema. Índices de Accidentalidad**

Para este estudio se buscarán índices con respecto a tres variables, las cuales son: población, parque vehicular y longitud de la vía en estudio. Al relacionar los accidentes ocurridos, proporcionalmente con la población y con los vehículos se dispondrá de cifras o índices que permitirán hacer comparaciones acerca del comportamiento de la accidentalidad, éstas darán la escala para juzgar la magnitud del problema.

El cálculo de dichos índices consiste en la multiplicación de la cantidad de (accidentes, lesionados o muertos) por cierto indicador de población, vehículos y longitud; divididos entre una base (las cuales serán población, parque vehicular y longitud del tramo en estudio).

### 5.4.1 Índices con Respecto a la Población

Los índices son el de accidentalidad (número de accidentes), el de morbilidad (número de heridos) y el de mortalidad (número de muertos); con respecto al número de habitantes de que se trate expresado por cada 100 mil habitantes.

En este caso se tomó en cuenta la población del departamento de Rivas, la población estimada para el año 2013 según estudios del INIDE fue de 174,589 habitantes.

#### a) Índice de Accidentalidad.

$$I_{A/P} = \frac{n^{\circ} \text{ de accidentes en el año} * 100,000}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad \text{Ec. 5}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$I_{A/P2011} = \frac{18 * 100,000}{174,589} = 10.31$$

$$I_{A/P2012} = \frac{37 * 100,000}{174,589} = 21.19$$

$$I_{A/P2013} = \frac{52 * 100,000}{174,589} = 29.78$$

#### b) Índice de Morbilidad.

$$I_{morb/P} = \frac{n^{\circ} \text{ de heridos en el año} * 100,000}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad \text{Ec. 6}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación:

$$I_{morb/P2010} = \frac{9 * 100,000}{174,589} = 5.15$$

$$I_{morb/P2012} = \frac{14 * 100,000}{174,589} = 8.02$$

$$I_{morb/P2013} = \frac{24 * 100,000}{174,589} = 13.74$$

**c) Índice de Mortalidad.**

$$I_{mort/P} = \frac{n^{\circ} \text{ de muertos en el año} * 100,000}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \quad Ec. 7$$

Sustituyendo los valores en la ecuación:

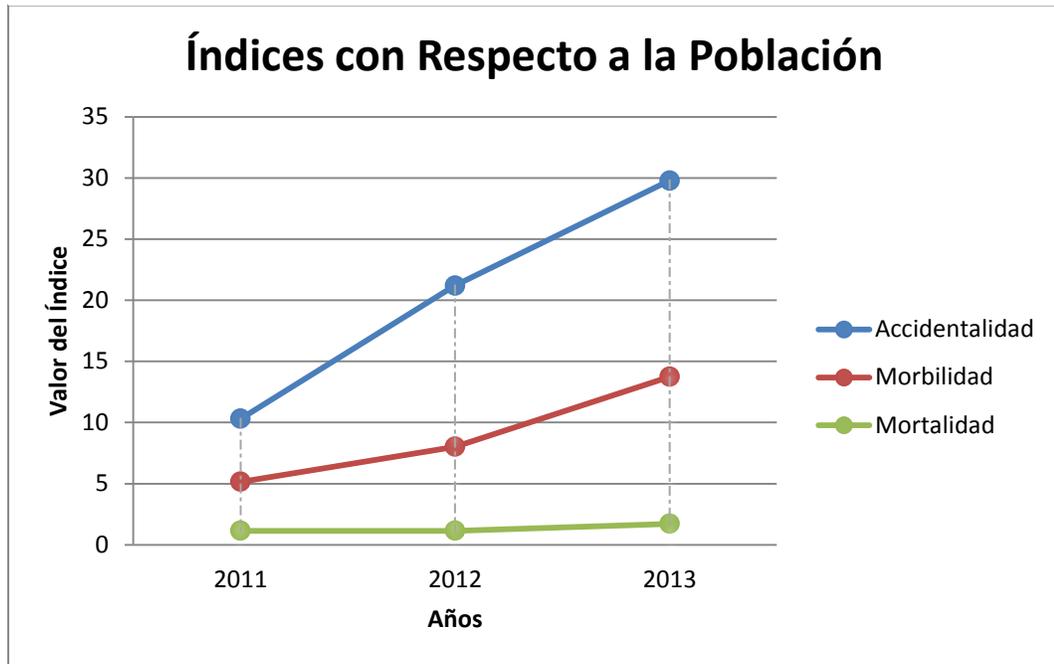
$$I_{mort/P2011} = \frac{2 * 100,000}{174,589} = 1.14$$

$$I_{mort/P2012} = \frac{2 * 100,000}{174,589} = 1.14$$

$$I_{mort/P2013} = \frac{3 * 100,000}{174,589} = 1.72$$

A continuación en el gráfico se plantea la relación de cada uno de los índices para los años 2011, 2012 y 2013:

Gráfico 12



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Tabla 32 Índices con Respecto a la Población

	Índice de Accidentalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Mortalidad
2011	10.31	5.15	1.14
2012	21.19	8.02	01.14
2013	29.78	13.74	1.72

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

#### 5.4.2 Índices con respecto al Parque Vehicular

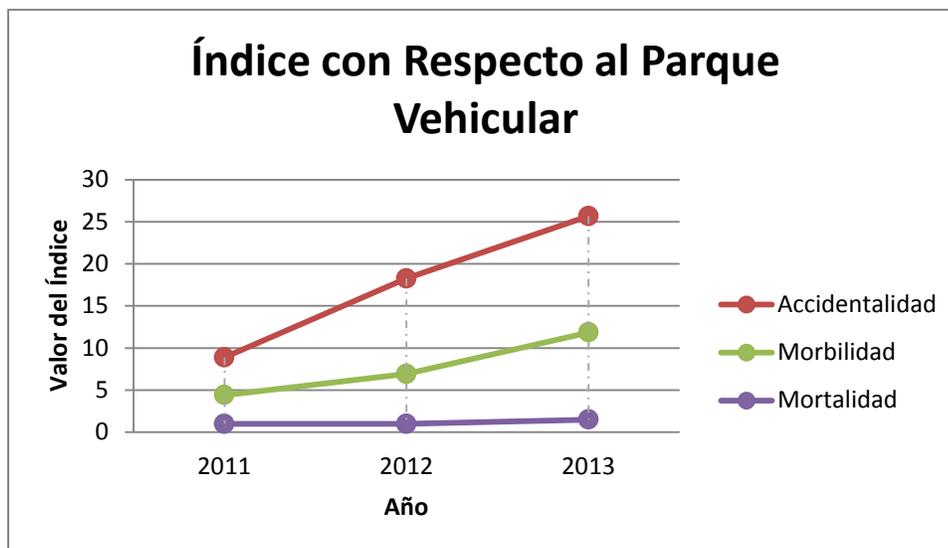
Al igual que en el caso anterior, los índices son el de accidentalidad, de morbilidad y de mortalidad; pero con respecto al número de vehículos registrados en el año respectivo por cada 10,000 vehículos.

Para el cálculo de estos índices se consideró el total del parque vehicular facilitado por la Dirección de Tránsito Nacional; según la información obtenida

hay registrados para el año 2013 de un parque vehicular igual a 20,267 vehículos en el departamentos de Rivas.

A continuación en el gráfico se plantea la relación de cada uno de los índices, con respecto al parque vehicular, para los años 2011, 2012 y 2013:

Gráfico 13



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Tabla 33 Índices con Respecto al Parque Vehicular

	Índice de Accidentalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Mortalidad
2011	8.88	4.4	0.98
2012	18.26	6.91	0.98
2013	25.67	11.84	1.48

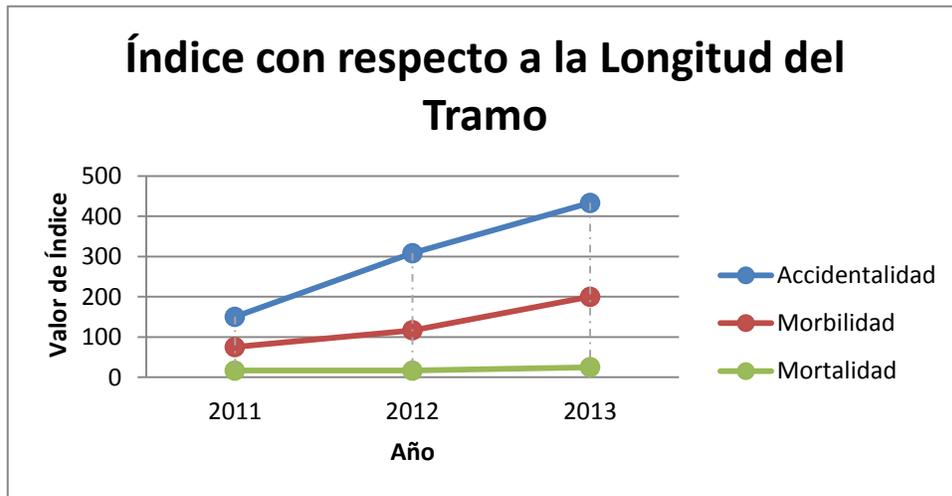
Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

### 5.4.3 Índices con respecto a la Longitud

Al igual que en el caso anterior los índices son el de accidentalidad, morbilidad y mortalidad, pero con respecto a la longitud del tramo en estudio, 12 kilómetros, por cada 100 kilómetros.

A continuación en el gráfico se plantea la relación de cada uno de los índices, con respecto a la longitud del tramo, para los años 2010, 2012 y 2013:

Gráfico 14



Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

Tabla 34 Índices con Respecto a la Longitud del Tramo

	Índice de Accidentalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Mortalidad
2011	150	75	16.66
2012	308.33	116.66	16.66
2013	433.33	200	25

Fuente: Elaboración Propia. Trabajo de Gabinete.

## ***CAPÍTULO VI: PROPUESTA TÉCNICA***

### **6.1 Introducción**

En este capítulo se presentan las propuestas técnicas, que según los resultados de los estudios anteriores, deberían implementarse en la carretera para mejorar la seguridad vial en la misma. El problema de accidentalidad vial es un problema global que abarca varios factores entre los más importantes son la vía, el vehículo, el conductor y el peatón, por tanto se puede reducir la cantidad de accidentes en una vía a niveles muy bajos si se hace conciencia de las consecuencias que ocasionan estos siniestros.

### **6.2 Soluciones Propuestas.**

#### **6.2.1 Ojos de Gato**

La principal ventaja de la marcación con delineadores horizontales u ojos de gato es que aumenta notablemente el margen de seguridad del conductor por la visibilidad de señalamiento sobre todo en la noche, cuando llueve, el pavimento está mojado, hay neblina y lugares de la vía donde hay poca iluminación debido a la vegetación. Está comprobado que el conductor se siente más seguro y descansado conduciendo por vías que poseen marcadores reflectantes.

Existen estadísticas que en diversos países donde los accidentes de tránsito han disminuido sensiblemente en la misma ruta después que haya sido marcada con tachas reflectantes, porcentajes que van del 35% al 60% de disminución de accidentes.

Los ojos de gato son utilizados normalmente en los siguientes casos:

- Como divisorias en los ejes de vía con doble sentido.
- Canalizando el tráfico en sus respectivos carriles en avenidas, con varios de ellos.
- Delimitando accesos.
- Indicando prohibición de paso.
- Marcando pasos y vías peatonales.
- Alertando sobre lugares peligrosos o conflictivos (colegios, hospitales, bomberos, etc.)
- Señalando giros, salidas, isletas, rotondas, desvíos, rampas y estacionamientos.

Dada la información anterior se instalarán tachuelas reflectantes en toda la longitud de la carretera. El color de los reflectantes debe ser amarillo tránsito para la línea central y blanco para los bordes de la calzada, excepto en las curvas peligrosas, donde se debe instalar color amarillo en el borde exterior de la curva. Los ojos de gato se pueden colocar sobre las líneas de la carretera o adyacentes a dichas líneas.

A lo largo de la carretera existen tramos con poca iluminación debido a los árboles adyacentes a la vía, lo cual puede representar un peligro por las noches, estos tramos coinciden con los puntos de concentración de accidentes, por tal razón se colocarán los ojos de gato auto luminiscente, éstos tienen la capacidad de absorber y almacenar energía cuando es expuesto a cualquier fuente de luz convencional como luz diurna o luz eléctrica y la emite en la oscuridad durante un largo periodo de tiempo; éstos emiten luz sin ningún tipo de intervención humana mecánico o eléctrica.

*Imagen 5 Ojos de Gato Normal*



*Imagen 6 Ojos de Gato Luminiscente*



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

## **6.2.2 Reductores de Velocidad**

Los reductores de velocidad constituyen dispositivos colocados sobre la superficie de rodamiento de la vía o de marcados, para obligar a los conductores a disminuir su velocidad de circulación. Mediante sobresalto o efecto visual, principalmente con la intención de reducir el riesgo potencial de accidentes de tránsito.

Se instalarán rayas logarítmicas en las escuelas José Dolores Estrada y Vicente Marín para producir al conductor una ilusión óptica y auditiva de que su vehículo se acelera y necesita disminuir su velocidad, este tipo de reductor se emplea generalmente en pasos a nivel de peatones y en zonas escolares. Se colocarán en forma transversal al eje de la carretera y serán siempre de color blanco reflejante de 0.40 m de anchura, pintadas y adheridas al pavimento. La distancia longitudinal y el número de líneas requeridas para estas marcas, estarán en función de la diferencia entre la velocidad de entrada y la velocidad requerida para la restricción, para esto se ha considerado la colocación de señal preventiva que indique velocidad máxima 45 kph siendo esta la velocidad de entrada de los vehículos.

Tabla 35 Separación entre rayas con espaciamento logarítmico

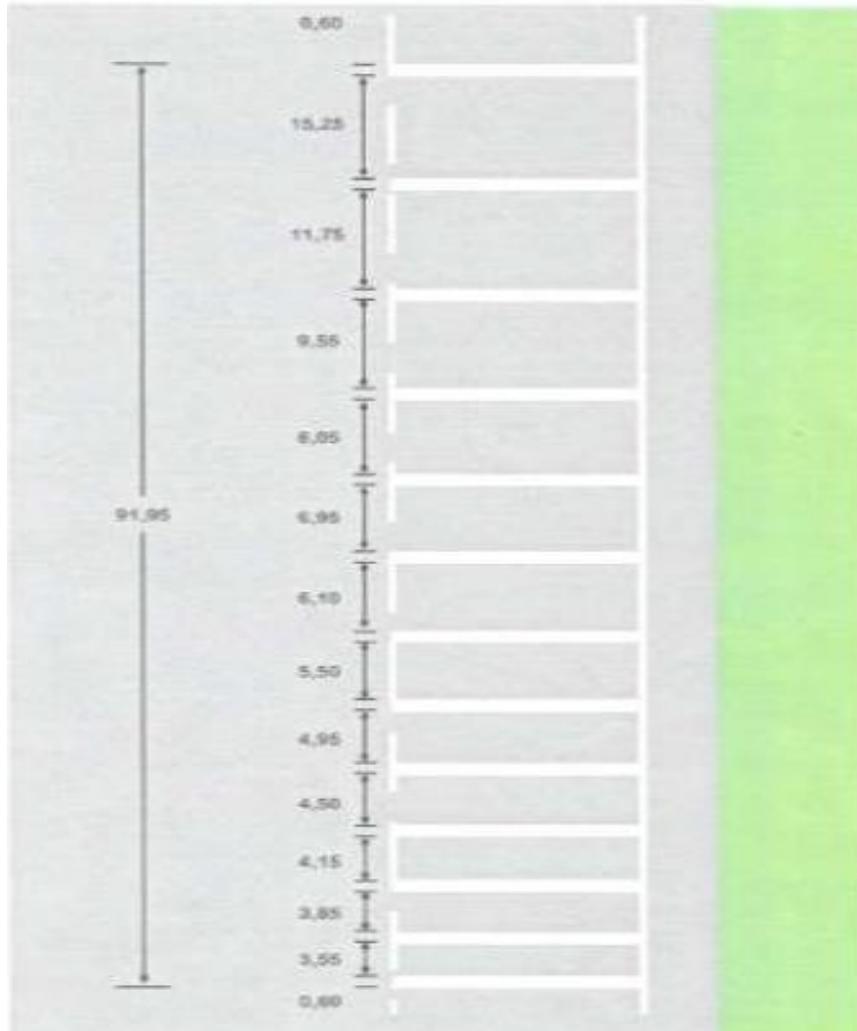
		Diferencia de velocidades (km/h) / Número de líneas requeridas					
		20 / 13	30 / 20	40 / 26	50 / 32	60 / 38	70 / 44
Separación entre rayas m	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25
	11,75	12,55	13,10	13,50	13,70	13,90	14,05
	9,55	10,70	11,50	12,05	12,50	12,80	13,05
	8,05	9,30	10,25	10,90	11,45	11,85	12,15
	6,95	8,25	9,25	10,00	10,60	11,05	11,40
	6,10	7,40	8,40	9,20	9,80	10,30	10,70
	5,50	6,70	7,70	8,50	9,15	9,70	10,10
	4,95	6,10	7,15	7,95	8,60	9,15	9,60
	4,50	5,65	6,60	7,40	8,10	8,65	9,10
	4,15	5,25	6,20	7,00	7,65	8,20	8,65
	3,85	4,85	5,80	6,60	7,25	7,80	8,25
	3,55	4,55	5,45	6,25	6,90	7,45	7,90
		4,30	5,15	5,90	6,55	7,10	7,55
		4,05	4,90	5,60	6,25	6,80	7,25
		3,85	4,65	5,35	6,00	6,55	7,00
		3,65	4,45	5,10	5,75	6,30	6,75
		3,45	4,25	4,90	5,50	6,05	6,50
		3,30	4,05	4,70	5,30	5,80	6,25
		3,15	3,90	4,50	5,10	5,60	6,05
			3,75	4,35	4,90	5,40	5,85
			3,60	4,20	4,75	5,25	5,65
			3,45	4,05	4,60	5,10	5,50
			3,30	3,90	4,45	4,95	5,35
			3,20	3,75	4,30	4,80	5,20
			3,10	3,65	4,20	4,65	5,05
				3,55	4,10	4,50	4,90
				3,45	4,00	4,35	4,75
				3,35	3,90	4,25	4,65
				3,25	3,80	4,15	4,55
				3,15	3,70	4,05	4,45
				3,10	3,60	3,95	4,35
					3,50	3,85	4,25
				3,40	3,75	4,15	
				3,30	3,65	4,05	
				3,20	3,55	3,95	
				3,10	3,45	3,85	
				3,05	3,35	3,75	
					3,30	3,65	
					3,25	3,55	
					3,20	3,45	
					3,15	3,40	
					3,10	3,35	
					3,05	3,30	
						3,25	
						3,20	
						3,15	
						3,10	
						3,05	
						3,00	
						2,95	
$\Sigma_1$	<b>84,15</b>	<b>122,30</b>	<b>158,40</b>	<b>194,40</b>	<b>231,25</b>	<b>266,35</b>	<b>304,20</b>
$\Sigma_2$	<b>91,95</b>	<b>134,30</b>	<b>174,00</b>	<b>213,60</b>	<b>254,05</b>	<b>292,75</b>	<b>334,80</b>

$\Sigma_1$  = Longitud de espaciamento

$\Sigma_2$  = Longitud total (espaciamento + anchura de la raya)

Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

Imagen 7 Rayas con espaciamiento logarítmico a usar



Fuente: Manual Centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito

### 6.2.3 Bahía de Buses

En la carretera Riva – Tola no existen bahías de buses, ocasionando que los usuarios de transportes principalmente los estudiantes se vean obligados a esperar los buses a la intemperie y expuestos a cualquier tipo de accidentes.

Imagen 8 Niños a la espera del autobús



Fuente: Trabajo de campo.

En la imagen 7 se muestra como los niños están altamente expuestos a accidentes, debido a la falta de una bahía donde puedan refugiarse y esperar el autobús sin necesidad de hacerlo sobre los hombros de la carretera.

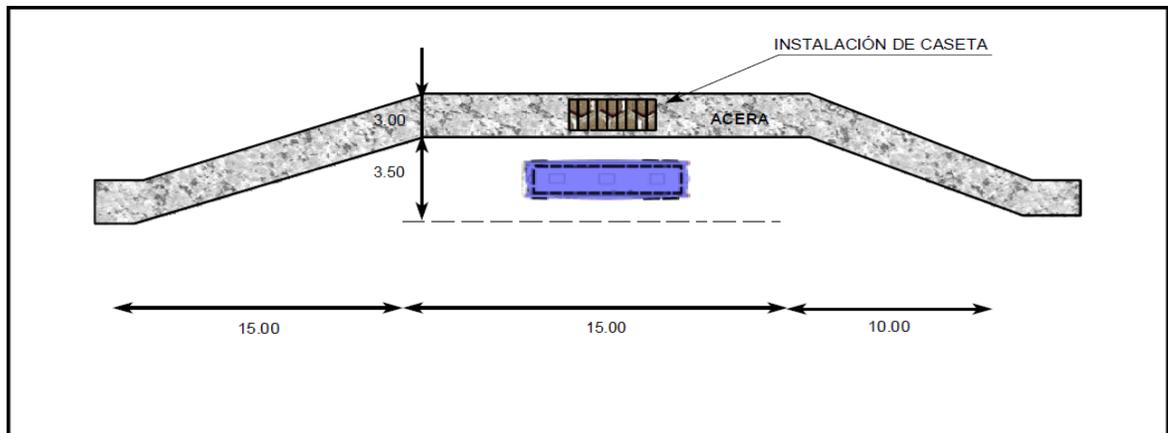
En la propuesta de señalización se orienta la instalación de los elementos correspondientes para las bahías de buses. Basados en las dimensiones típicas de las bahías para el refugio de buses en las carreteras regionales de la SIECA, se consideran las siguientes medidas:

Tabla 36 Dimensionamiento de Bahías de Buses en Carreteras Regionales

Diseño	Entrada (mts)	Parada (mts)	Salida (mts)	Ancho (mts)	Longitud Total (mts)
Un Bus	10	15	15	3 a 4	40
Dos Buses	10	30	15	4 a 4	55
Tres Buses	15	45	15	5 a 4	75

Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Viales.

Tabla 37 Geometría de una Bahía de Bus



Fuente: Manual Centroamericano de Diseño Geométrico de Viales.

Las bahías de buses se construirán siguiendo dicha geometría.

#### 6.2.4 Zonas Escolares

En las zonas escolares solamente hubo propuestas de señalización vertical<sup>9</sup>, en cuanto a la señalización horizontal, éstas están completas pero en mal estado, por lo cual se requieren de mantenimiento de pintura. Para la propuesta de la señalización se consideró como base el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, SIECA.

<sup>9</sup> Tabla 38, Pág. 95. Documento Monográfico

## 6.2.5 Señalización Vertical

El inventario vial realizado en el presente estudio reveló que la señalización vertical de la carretera no es completa y su situación actual no es la óptima. Como se mencionó anteriormente el 29% de la señalización está en estado regular, el 36% en buen estado y un 35% en mal estado, por lo cual se orienta efectuar mantenimiento a las señales que se encuentre en condiciones regulares, en su mayoría éstas han sido víctimas del vandalismo; se orienta también la reinstalación de las señales que se encuentre en mal estado, las cuales solamente pueden ser reemplazadas por señales nuevas.

Tabla 38 Señales Verticales Propuestas

ESTACIÓN	CÓDIGO	TIPO	UBICACIÓN		OBSERVACIÓN
			IZQUIERDA	DERECHA	
111+000	II-2	Informativa		X	PKM 111
111+020	R-13-8	Reglamentaria		X	Prohibido el uso de bocina
111+030	IS-1-8	Informativa		X	Hospital
111+060	P-9-14	Preventiva	X		Quitar (Tachuelones)
111+065	R-8-1	Reglamentaria			No estacionar
111+070	IS-1-9	Informativa	X		Colocar Farmacia
111+090	P-9-1	Preventiva		X	Peatones en la vía
111+100	R-10-1	Reglamentaria		X	Parada de Buses
111+140	P-9-1	Preventiva	X		Peatones en la vía
111+200	IS-1-8	Informativa	X		Hospital
111+220	R-13-8	Reglamentaria	X		Prohibido el uso de bocina
112+500	R-16-1	Reglamentaria		X	Use cinturón de seguridad
112+780	P-9-11	Preventiva		X	Palabra Reductor
112+780	P-9-12	Preventiva		X	Lomo o policía dormido
112+820	P-9-11	Preventiva	X		Palabra Reductor
112+820	P-9-12	Preventiva	X		Lomo o policía dormido
113+280	P-9-11	Preventiva		X	Palabra Reductor
113+280	P-9-12	Preventiva		X	Lomo o policía dormido
113+320	P-9-11	Preventiva	X		Palabra Reductor
113+320	P-9-12	Preventiva	X		Lomo o policía dormido
113+700	P-9-1	Preventiva		X	Peatones en la vía
113+970	P-9-11	Preventiva		X	Palabra Reductor

113+970	P-9-12	Preventiva		X	Lomo o policía dormido
114+010	P-9-11	Preventiva	X		Palabra Reductor
114+010	P-9-12	Preventiva	X		Lomo o policía dormido
114+010	E-1-1	Preventiva		X	Reubicar advertencia zona escolar
114+160	E-2-1	Preventiva	X		Parada de buses
114+190	E-1-3	Preventiva		X	Paso peatonal escolares
114+260	E-2-1	Preventiva		X	Parada de buses
114+800	P-9-1	Preventiva		X	Peatones en la vía
115+100	R-2-1	Reglamentaria		X	Velocidad Máxima 45 kph
115+300	P-9-1	Preventiva	X		Peatones en la vía
115+450	E-2-1	Preventiva	X		Parada de buses
115+520	E-1-3	Preventiva	X		Reemplazar Paso peatonal escolares
115+550	E-2-1	Preventiva		X	Parada de buses
115+650	R-2-1	Reglamentaria	X		Reemplazar velocidad máxima
115+700	E-2-4	Reglamentaria		X	Fin zona escolar
115+900	R-2-1	Reglamentaria	X		Velocidad Máxima 45 kph
116+000	II-2	Informativa		X	PKM 116
116+400	P-1-6	Preventiva		X	Curva adelante
116+500	R-13-1	Reglamentaria		X	No adelantar
116+600	P-1-6	Preventiva	X		Curva adelante
117+200	R-13-1	Reglamentaria	X		Reemplazar No adelantar
117+250	P-1-6	Preventiva	X		Curva adelante
118+250	P-1-6	Preventiva		X	Curva adelante
118+400	R-2-1	Reglamentaria		X	Velocidad Máxima 45 kph
118+580	P-1-6	Preventiva	X		Curva adelante
119+000	II-2	Informativa		X	PKM 119
119+050	E-1-1	Preventiva		X	Advertencia de zona escolar
119+050	E-2-4	Reglamentaria	X		Fin zona escolar
119+100	R-2-1	Reglamentaria		X	Velocidad máxima 25kph
119+160	E-2-1	Preventiva	X		Parada de buses
119+400	E-2-1	Preventiva		X	Parada de buses
119+450	E-2-4	Reglamentaria		X	Fin zona escolar
119+600	R-2-1	Reglamentaria	X		Velocidad Máxima 45 kph
119+700	P-9-1	Preventiva	X		Peatones en la vía
120+000	II-2	Informativa		X	Remplazar PKM 120
120+100	P-1-6	Preventiva		X	Curva adelante
120+300	P-1-6	Preventiva	X		Curva adelante
121+000	II-2	Informativa		X	Remplazar PKM 121
121+100	P-10-1	Preventiva		X	Proximidad a zona pecuaria

121+300	P-1-6	Preventiva		X	Curva adelante
121+700	P-1-6	Preventiva	X		Curva adelante
121+700	P-5-6	Preventiva		X	Reemplazar Puente
121+750	P-5-7	Preventiva		X	Puente angosto
121+850	IG-4	Información		X	Nombre de puente
121+900	P-10-1	Preventiva	X		Proximidad a zona pecuaria
122+000	II-2	Informativa		X	PKM 122
122+100	IG-4	Información	X		Nombre de puente
122+200	P-5-7	Preventiva		X	Puente angosto
122+300	P-5-6	Preventiva		X	Puente
122+580	P-9-11	Preventiva		X	Palabra Reductor
122+580	P-9-12	Preventiva		X	Lomo o policía dormido
122+620	P-9-11	Preventiva	X		Palabra Reductor
122+620	P-9-12	Preventiva	X		Lomo o policía dormido
123+000	II-2	Informativa		X	PKM 123

Fuente: Elaboración Propia

## 6.2.6 Postes Guías y Delineadores Tipo Chevron

En la carretera hay mucha deficiencia en cuanto a los postes guías, el inventario vial reveló que 67 postes se encuentran instalados; y 9 postes se encuentran caídos y/o siendo utilizados por pobladores aledaños a la carretera, no se encontró ningún delineador de tipo chevron los cuales son muy útiles para indicar la alineación del camino, y en particular, los cambios de dirección.

Se instalarán 108 postes guías que exige la geometría y la topografía de la carretera, se debe ubicar 41 postes nuevos y reutilizar del inventario actual<sup>10</sup>, todo aquel que se encuentre en buen estado, habiendo recibido el debido mantenimiento de pintura. De igual manera, se instalarán 108 delineadores tipo chevron, actualmente en la carretera no existe ningún delineador tipo chevron por lo que los 108 serán nuevos.

<sup>10</sup> Ver Anexo. Tabla 5, Pág. XIII

### **6.2.7 Defensas Metálicas**

A lo largo del tramo en estudio se considera colocar defensa metálica<sup>11</sup> en la curva horizontal ubicada en el kilómetro 118+950 donde aparte de ser considerada una curva peligrosa, se encuentra ubicada dentro del poblado del Palmar y con una diferencia de nivel considerada al lado de la calzada. El otro punto donde se considera utilizar defensa metálica se encuentra en la curva del km 121+800.

---

<sup>11</sup> Ver Anexo. Tabla 5, Pág. XIII

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

Los objetivos para este trabajo monográfico fueron alcanzados y se comprobó la veracidad de la hipótesis, pudiendo concluir de ésta lo siguiente:

- La señalización en el tramo en estudio es incompleta, no necesariamente inadecuada como se pensaba, sino que la carretera necesita complementos de señalización que informen a los usuarios de las condiciones geométricas de la carretera y que protejan en caso de un evento inesperado.
- La falta de precaución es, en efecto, una de las principales causas de accidentes, como se sospechaba, el exceso de velocidad de los automovilistas es una realidad preocupante. El error humano resulta de mucha gravedad, magnificando las posibilidades de fatalidad en un evento inesperado.

### **Factor Humano**

El exceso de velocidad incide notablemente en los accidentes de tránsito ocurridos en la carretera Rivas – Tola y manifiesta que no hay aptitudes para la aplicación de la normativa que regula la circulación.

Se llegó a la conclusión de que el error humano es el principal causante de los accidentes en la carretera en estudio.

Se evidencia con lo observado y con los resultados de los análisis, que los usuarios manifiestan un importante desconocimiento de las normas de

circulación y de la ley que rige el tránsito por las vías de nuestro país, creando un clima de desinterés por la seguridad vial.

### **Factor Vehicular**

El desperfecto mecánico no representa ninguna causa de accidente.

Los inventarios de accidentes lamentablemente, la Policía Nacional, no tiene contemplado factores como: si los usuarios llevan cinturón de seguridad ni qué tipo de vehículos fueron los involucrados en los accidentes, esta información facilitaría la determinación de este aspecto (vehículo tipo) y su relevancia en este factor (vehicular), dada la fama del transporte colectivo interurbano en este país, no se logró determinar la incidencia de los mismos en los accidentes de tránsito en la carretera en estudio.

### **Factor Entorno**

A lo largo de la carretera se pudo observar que los hombros están siendo desgastados por la erosión, en general la señalización está incompleta y carece de un mantenimiento preventivo, no existen dispositivos de refugio y seguridad tales como bahías de buses, se comprobó que el puente la Zopilota es de alto riesgo ya que es de un solo carril angosto y no presenta señalización preventiva, la sedimentación en las alcantarillas y ciertas partes de la carretera a provocado problemas de inundaciones en el invierno afectando la seguridad de las personas.

De acuerdo con la información recolectada de los aforos vehiculares la carretera en estudio no presenta problemas en cuanto a congestión vehicular, por lo cual no requiere un rediseño geométrico.

## RECOMENDACIONES

### Factor Humano

Los conductores en la carretera exceden los límites de velocidad, razón por la cual se recomendó la instalación de dos reductores de velocidad en dos zonas escolares, debido a que en éstas se alcanzan las mayores velocidades; las dos zonas escolares restantes se ven restringidas por una curva horizontal y una zona urbana.

Se recomienda realizar capacitación acerca de educación vial principalmente a los alumnos de las 3 escuelas que se encuentran dentro del tramo de carretera Rivas Tola, promover campañas de concientización que contribuyan y eduquen en materia de seguridad vial a los pobladores que habitan en las comunidades aledañas a este tramo de carretera.

Evaluar y mejorar la calidad de la formación y los exámenes para conductores que deseen adquirir su licencia de tránsito.

Se recomienda que el departamento de Ingeniería Vial de la Policía Nacional mejore los formatos de inventario de accidentes que permitan tener más información de los mismos y se logren mejores resultados en estudios de este tipo.

Desde el punto de vista ingenieril, el pensum de nuestra carrera está exigiendo una actualización importante con respecto a las herramientas para el desarrollo del campo de trabajo en el nuevo milenio, resulta necesaria la incorporación de la seguridad vial a las asignaturas de la especialidad de vías de transporte, para garantizar que las nuevas generaciones estén mejor preparados para el reto de construir carreteras seguras, confortables y eficientes.

## **Factor vehicular**

Se recomienda que la Policía Nacional extienda sus inspecciones mecánicas periódicas a todo el sector transporte y no sólo al sector de transporte colectivo.

Se recomienda también ser más exigente en dichas inspecciones con el transporte que brinda el servicio público, de igual forma mejorar el registro de accidentes de tránsito e incorporar más datos que sin duda alguna serán de gran importancia al momento de realizar este tipo de estudios.

Para un mayor control del tránsito en los tramos peligrosos se recomienda la presencia de agentes de tránsito por parte de la Policía Nacional para que apliquen multas a los automovilistas que irrespeten las señales de tránsito y sobrepasen los límites de velocidad.

## **Factor entorno**

Se recomienda a las autoridades competentes realizar un adecuado y continuo mantenimiento de la carretera, esto incluye la limpieza de sedimentos en la vía al igual que en las alcantarillas debido a que se pudo observar que este problema afecta en gran manera al último kilómetro de la carretera en estudio<sup>12</sup>.

Se recomienda construir bahías de buses en la carretera tengan la geometría de diseño adecuada para la protección de los vehículos de transporte público y sus usuarios.

Debido al crecimiento de la zona, a la cantidad de vehículos que transitan hacia Tola, y la cantidad de accidentes que han ocurrido en el puente la Zopilota, se recomienda la construcción de un puente con dos carriles que permita la libre circulación de los vehículos en ambos sentidos, mientras esto ocurre, se

---

<sup>12</sup> Ver Anexo. Imagen 3, Pág. XXIX

recomienda instalar señales que adviertan con anterioridad a los conductores acerca de que el puente la Zopilta es de un solo carril angosto y se debe tener sumo cuidado.

Las propuestas técnicas descritas en el capítulo anterior tienen como objetivo principal proporcionar más y mejores condiciones de seguridad con el propósito de disminuir los factores intervinientes y las causas reales de los accidentes de tránsito, se espera, que el Ministerio de transporte e Infraestructura, el Fondo de Mantenimiento Vial y tengan en el presente documento más herramientas para la aplicación de criterios de seguridad en futuras rehabilitaciones y /o ampliaciones en la carretera.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

- Anuario Estadístico, 2011 y 2012. Policía Nacional.
- Cifras Municipales INIDE, 2012.
- Highway Capacity Manual. Transportation Research Board. Executive Committee 2004
- Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones. 7ma edición, Rafael Cal y Mayor Reyes. Editorial alfaomega 1994.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA), 2000.
- Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA), 2014
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calle y Carreteras, Dirección General de Servicios Técnicos México, Abril 1986.
- Manual Centroamericano “Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales”. Secretaría de Integración Centroamericana (SIECA) 2000.
- Monografía “Estudio de seguridad vial en el tramo La Garita Nejapa – El Crucero – Diriamba”. Víctor Palacios, Anielka Gaitán y Harim Cordero, 2011.
- Normas de Culminación de Estudios. Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC). Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

- Red Vial de Nicaragua, División General de Planificación MTI, 2012.
- Una Metodología para el Tratamiento de Sitios de Alta Incidencia de Accidentes en Carreteras, Federico Alberto Rivera, 2002.

**Páginas Web.**

[www.arpsura.com](http://www.arpsura.com)

[www.eltiempo.com](http://www.eltiempo.com)

[www.elnuevodiario.com.ni](http://www.elnuevodiario.com.ni)

[www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com)

[www.ieepp.org](http://www.ieepp.org)

[www.lavozdelsandinismo.com](http://www.lavozdelsandinismo.com)

[www.laprensa.com.ni](http://www.laprensa.com.ni)

[www.monografias.com](http://www.monografias.com)

[www.mti.gob.ni](http://www.mti.gob.ni)

[www.rivas.gob.ni](http://www.rivas.gob.ni)

[www.rpp.com.pe](http://www.rpp.com.pe)

[www.policia.gob.ni](http://www.policia.gob.ni)

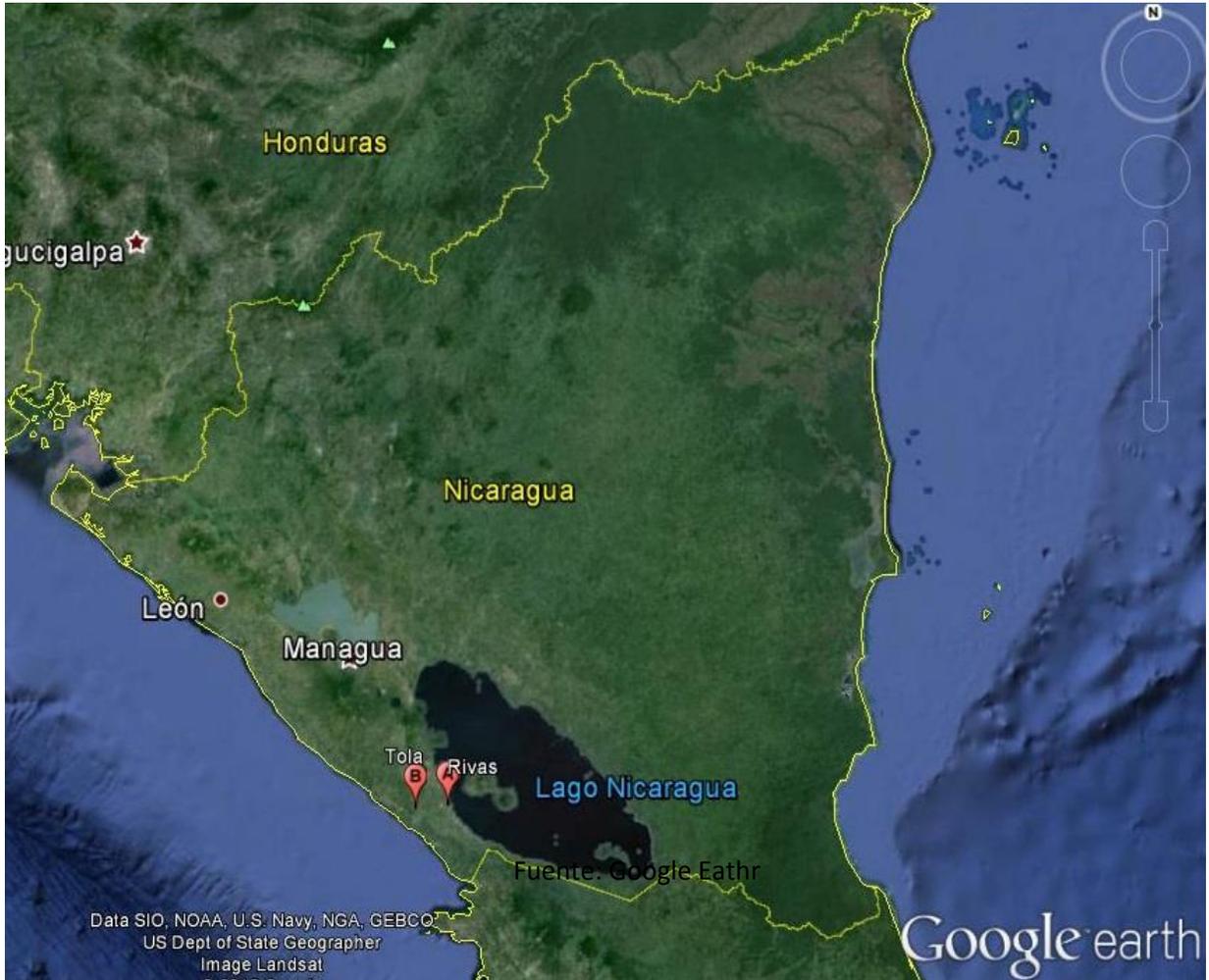
## INDICE

<b>CAPÍTULO I:</b> .....	<b>1</b>
<b>PRELIMINARES</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 <i>Objetivo General</i> .....	4
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.6 MARCO TEÓRICO.....	6
1.6.1 <i>Accidentes de Tránsito</i> .....	6
1.6.2 <i>Seguridad vial</i> .....	7
1.6.3 <i>Definición de la línea</i> .....	7
1.6.4 <i>Accidentalidad</i> .....	9
1.6.5 <i>Accidentes viales</i> .....	9
1.6.6 <i>Tipos de Accidentes de Tránsito</i> .....	10
1.6.7 <i>Causas de Accidentes de Tránsito</i> .....	11
1.6.8 <i>Fases de un Accidente de Tránsito</i> .....	12
<b>CAPÍTULO II:</b> .....	<b>14</b>
<b>INVENTARIO VIAL</b> .....	<b>14</b>
2.1 INTRODUCCIÓN .....	14
2.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	14
2.3 LOCALIZACIÓN .....	15
2.4 CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.....	15
2.5 TOPOGRAFÍA.....	15
2.6 USO DE SUELO .....	16
2.7 ELEMENTOS NOTABLES.....	16
2.8 ANCHO DE LA CALZADA .....	17
2.9 HOMBROS .....	17
2.10 BAHÍAS DE BUSES .....	18
2.11 POSTES GUÍAS .....	19
2.12 DRENAJE MENOR .....	21
2.13 INTERSECCIONES.....	23
2.14 CURVAS HORIZONTALES .....	24
2.15 SEÑALIZACIÓN .....	24
2.16 CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES.....	25
2.17 REQUISITOS A CUMPLIR DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO.....	27
2.18 SEÑALIZACIÓN ACTUAL DE LA CARRETERA .....	27
2.19 SEÑALIZACIÓN VERTICAL FALTANTE DE LA CARRETERA.....	31
2.20 DEFENSAS METÁLICAS.....	32
2.21 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL .....	34
<b>CAPÍTULO III:</b> .....	<b>36</b>
<b>AFORO VEHICULAR</b> .....	<b>36</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	36
3.2 TRABAJO DE CAMPO.....	36
3.3 HORAS PICO Y FACTOR PICO HORARIO .....	37

3.4	VOLUMEN DE SERVICIO .....	38
3.5	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO OPERACIONAL (Fs) .....	41
3.6	ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO TRAMO RIO GRANDE.....	44
3.7	ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO TRAMO HOSPITAL.....	49
<b>CAPÍTULO IV: .....</b>		<b>53</b>
<b>ESTUDIO DE VELOCIDADES.....</b>		<b>53</b>
4.1	VELOCIDAD .....	53
4.2	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	56
<b>CAPÍTULO V: .....</b>		<b>58</b>
<b>ACCIDENTALIDAD VIAL.....</b>		<b>58</b>
5.1	INTRODUCCIÓN .....	58
5.2	ESTUDIO DE ACCIDENTES .....	59
5.2.1	<i>Accidentes por Consecuencia.....</i>	<i>59</i>
5.2.2	<i>Accidentes por Causa.....</i>	<i>60</i>
5.2.3	<i>Accidentes por Tipo .....</i>	<i>61</i>
5.2.4	<i>Accidentes por Meses, Días y Horas .....</i>	<i>61</i>
5.2.5	<i>Accidentes por Kilómetro.....</i>	<i>64</i>
5.2.6	<i>Accidentalidad Nocturna .....</i>	<i>65</i>
5.3	DETERMINACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS .....	66
5.4	MAGNITUD DEL PROBLEMA. ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD .....	69
5.4.1	<i>Índices con Respecto a la Población .....</i>	<i>70</i>
5.4.2	<i>Índices con respecto al Parque Vehicular .....</i>	<i>72</i>
5.4.3	<i>Índices con respecto a la Longitud.....</i>	<i>73</i>
<b>CAPÍTULO VI: PROPUESTA TÉCNICA.....</b>		<b>75</b>
6.1	INTRODUCCIÓN .....	75
6.2	SOLUCIONES PROPUESTAS.....	75
6.2.1	<i>Ojos de Gato .....</i>	<i>75</i>
6.2.2	<i>Reductores de Velocidad .....</i>	<i>77</i>
6.2.3	<i>Bahía de Buses.....</i>	<i>80</i>
6.2.4	<i>Zonas Escolares.....</i>	<i>81</i>
6.2.5	<i>Señalización Vertical.....</i>	<i>82</i>
6.2.6	<i>Postes Guías y Delineadores Tipo Chevron .....</i>	<i>84</i>
6.2.7	<i>Defensas Metálicas.....</i>	<i>85</i>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>86</b>
CONCLUSIONES.....		86
<i>Factor Humano .....</i>		<i>86</i>
<i>Factor Vehicular.....</i>		<i>87</i>
<i>Factor Entorno .....</i>		<i>87</i>
RECOMENDACIONES .....		88
<i>Factor Humano .....</i>		<i>88</i>
<i>Factor vehicular .....</i>		<i>89</i>
<i>Factor entorno .....</i>		<i>89</i>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>		<b>91</b>

# ANEXOS

Imagen 1 Mapa de Macro Localización



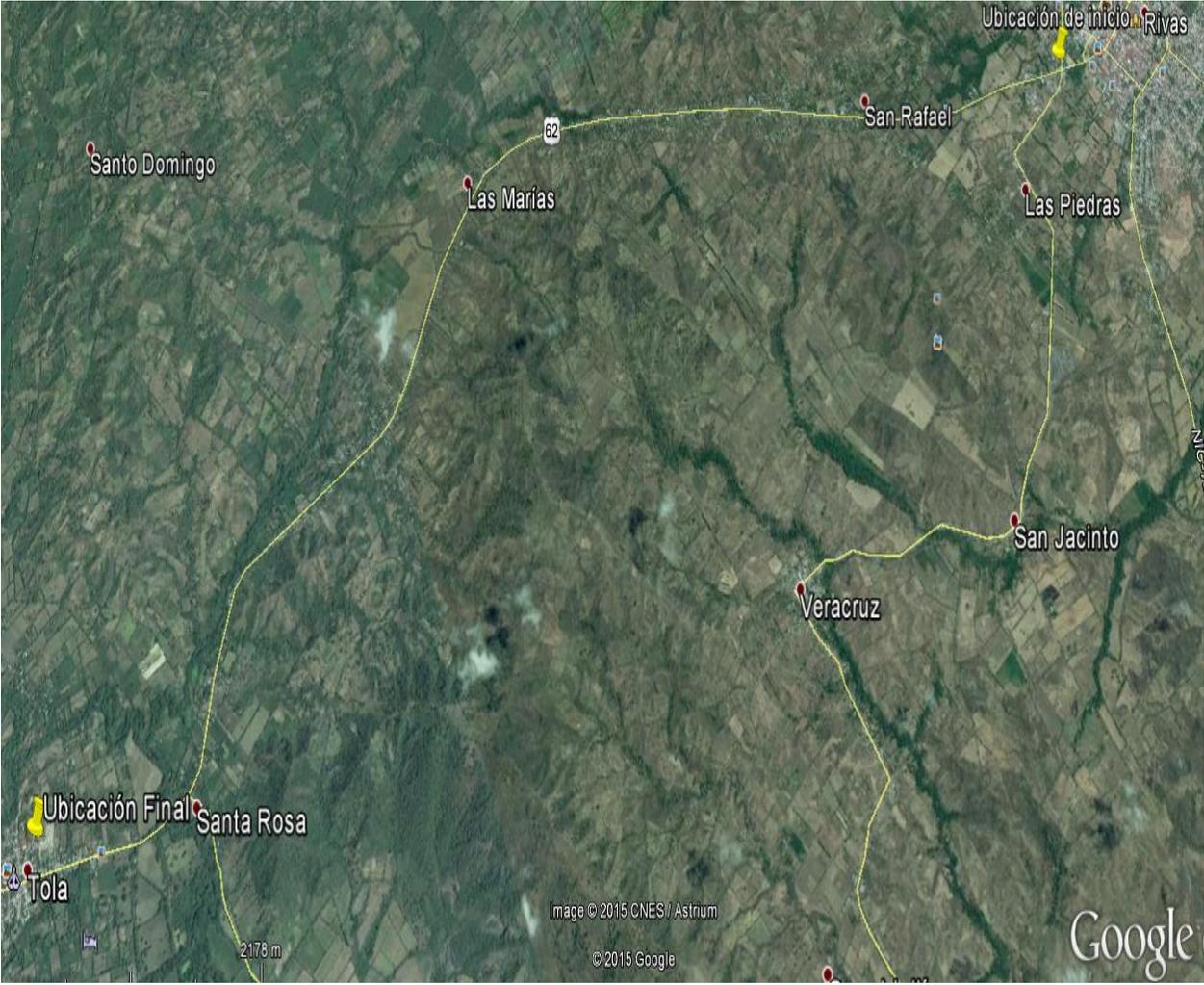
Dónde:

A: Municipio de Rivas, Estación 111+000

B: Municipio de Tola, Estación 122+000

—

**Imagen 2 Mapa de Micro localización del Tramo de Estudio**



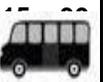
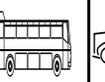
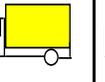
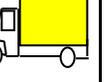
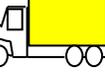
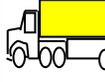
Fuente: Google Eathr

Dónde:

**Ubicación de inicio:** Municipio de Rivas, Estación 111+000.

**Ubicación final:** Municipio de Tola, Estación 122+00

**Tabla 1 Aforo Vehicular**

Camino: NIC - 62    Dirección: Rivas Hospital    Período de días: 3    Jueves 07 de Mayo 2015    Est: 111+300												
TOTAL	PERIODO	Vehículos de Pasajeros					Vehículos de Carga					
		Motos 	Autos 			+30 	2-5 Tn 	5+ Tn 	TxSx 	TxSx 	TxSx 	Otros
165	6:00 am - 6:15	56	42	2	2	2	3	2		1		55
187	6:15 - 6:30	58	49	3	3	2	4	3				65
167	6:30 - 6:45	53	48	1	2		2			1		60
233	6:45 - 7:00	59	95	2	3	3	3	1				67
220	7:00 - 7:15	78	84	3	1	4						50
216	7:15 - 7:30	68	85	3		4	8	2				46
232	7:30 - 7:45	98	80	4	1	2	4	2				41
264	7:45 - 8:00	116	88	3	2	2	5	1				47
200	8:00 - 8:15	97	59	2		2	1		1			38

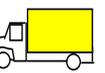
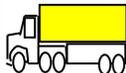
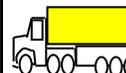
203	<b>8:15 - 8:30</b>	71	56	2	1	3	3	1				66
180	<b>8:30 - 8:45</b>	58	56			2		4				60
170	<b>8:45 - 9:00</b>	67	50	1	1	1	5					45
171	<b>9:00 - 9:15</b>	62	48			1	7				1	52
175	<b>9:15 - 9:30</b>	66	46	2		4	10	1			1	45
139	<b>9:30 - 9:45</b>	54	44	1		1	2	2				35
167	<b>9:45 - 10:00</b>	61	55	2	2	3	5	1				38
183	<b>10:00 - 10:15</b>	58	59	1	1	2	6	1				55
134	<b>10:15 - 10:30</b>	50	40	1		2	6	1				34
159	<b>10:30 - 10:45</b>	50	58	3	1	3	5	4				35
189	<b>10:45 - 11:00</b>	73	70	1	1		5	2	1			36
184	<b>11:00 - 11:15</b>	69	70	2	1	3	5	2				32
154	<b>11:15 - 11:30</b>	52	61			1	6	1				33
156	<b>11:30 - 11:45</b>	52	57	2	1	1	6	1			1	35

196	<b>11:45 - 12:00</b>	76	65	2	1		2					50
198	<b>12:00 - 12:15</b>	79	57	1		3	3	4				51
226	<b>12:15 - 12:30</b>	79	75	1	1	3	6	4	1			56
160	<b>12:30 - 12:45</b>	61	55	1	1	3	3					36
147	<b>12:45 - 1:00 pm</b>	55	42	3	1	1	4	2				39
190	<b>1:00 - 1:15</b>	62	60	6	2	4	6	3			1	46
173	<b>1:15 - 1:30</b>	58	75	4		7	3	2	1			23
131	<b>1:30 - 1:45</b>	41	45	4	1	4	10	2				24
168	<b>1:45 - 2:00</b>	70	47	2	3	1	5	2			1	37
170	<b>2:00 - 2:15</b>	45	61	1	2	6	12	1		1		41
122	<b>2:15 - 2:30</b>	40	51		1	3	5	1				21
176	<b>2:30 - 2:45</b>	53	75	6	1	1	6	3	1			30
175	<b>2:45 - 3:00</b>	59	69	1	1	3	6	3	1			32
126	<b>3:00 - 3:15</b>	43	49	1		3	6	1		1		22

158	<b>3:15 - 3:30</b>	54	65	3	2	1	6	1				26
203	<b>3:30 - 3:45</b>	50	77	6	3	4	6	4	1			52
211	<b>3:45 - 4:00</b>	72	62	1	3	2	4					67
145	<b>4:00 - 4:15</b>	42	45	3	2	3	5	4	2			39
164	<b>4:15 - 4:30</b>	49	63	2	4	3	5	3	1			34
204	<b>4:30 - 4:45</b>	78	63	6	1	1	6	3				46
239	<b>4:45 - 5:00</b>	77	100	5	4	8	3	3				39
164	<b>5:00 - 5:15</b>	47	62	6	3	3	6	2			1	34
213	<b>5:15 - 5:30</b>	60	91	4	3	5	9	2			2	37
202	<b>5:30 - 5:45</b>	40	76	6	4	5	11	3	2			55
222	<b>5:45 - 6:00 pm</b>	64	71	6	4	10	7	3	2			55
<b>8731</b>	<b>Totales</b>	2980	3001	122	71	135	246	88	14	4	8	2062

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 2 Aforo Vehicular**

Camino: NIC - 62    Dirección: Tola Río Grande    Período de días: 3    Jueves 07 de Mayo 2015    Est: 121+900												
TOTAL	PERIODO	Vehículos de Pasajeros					Vehículos de Carga					
		Motos 	Autos 	-15 	15 - 30 	+30 	2-5 Tn 	5+ Tn 	TxSx 	TxSx 	TxSx 	Otros
31	6:00 am - 6:15	12	12			1	3	2		1		
37	6:15 - 6:30	11	9		4	4	6	3				
32	6:30 - 6:45	7	15	3	1	2	2					2
40	6:45 - 7:00	20	15				3	1				1
54	7:00 - 7:15	26	24			2	1			1		
52	7:15 - 7:30	17	21	2		5	2	1	1	1		2
52	7:30 - 7:45	18	25	3		2	3					1
48	7:45 - 8:00	19	23	1	1	2	2					
57	8:00 - 8:15	22	28	2		3	2		1			
53	8:15 - 8:30	20	23	3		3	4					

40	8:30 - 8:45	14	22	1		1	2					
43	8:45 - 9:00	18	17		1	2	5					
37	9:00 - 9:15	16	15	1	1		1			1		
39	9:15 - 9:30	14	20	2	1							
45	9:30 - 9:45	11	25	2			6					
39	9:45 - 10:00	10	26	1			1					
42	10:00 - 10:15	9	25				6	1				
42	10:15 - 10:30	17	19				1	4				
58	10:30 - 10:45	25	28				2	2		1		
56	10:45 - 11:00	21	27	2	1			2			1	1
32	11:00 - 11:15	11	17			1	2	1			1	
41	11:15 - 11:30	15	21	1		1		2			1	
42	11:30 - 11:45	18	19			2	1	1		1		
38	11:45 - 12:00	10	19	1		1	3	1	2	1		

45	12:00 - 12:15	16	25			2				1		1
39	12:15 - 12:30	9	25	1		1	3					
54	12:30 - 12:45	15	29	2		1	6		1			
37	12:45 - 1:00 pm	16	16	1		1		1	1			1
50	1:00 - 1:15	22	20	1		1	4	2				
51	1:15 - 1:30	19	27			2	3					
41	1:30 - 1:45	16	20				1	3	1			
56	1:45 - 2:00	15	25		2	3	8	2		1		
45	2:00 - 2:15	13	26			3	3					
44	2:15 - 2:30	12	24				4	3				
46	2:30 - 2:45	24	14			1	5	2				
40	2:45 - 3:00	13	20			1	3		1			
47	3:00 - 3:15	6	32	2	1	1	2	2	1			
38	3:15 - 3:30	15	16			2	2	1				2

62	3:30 - 3:45	21	34			1	4	1	1			
58	3:45 - 4:00	17	36			3	1	1				
64	4:00 - 4:15	23	26		1	1	8	3				
57	4:15 - 4:30	18	33	2	1		3	1				
53	4:30 - 4:45	14	32	1	1	2	4					
57	4:45 - 5:00	20	30		1	2	3	1				
51	5:00 - 5:15	23	23		1	3				1		
60	5:15 - 5:30	23	29		2	2	2		1	1		
69	5:30 - 5:45	30	30		2	1	4	1				
62	5:45 - 6:00 pm	27	24	1	1	4	4	1				
2276												

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 3 Hora Pico Hospital**

<i>HORA</i>	<i>VOLUMEN</i>
6:00 am - 7:00	752
06:15 - 7:15.	807
6:30 - 7:30	836
6:45 - 7:45	901
<b>7:00 - 8:00</b>	<b>932</b>
07:15 - 8:15.	912
7:30 - 8:30	899
7:45 - 8:45	847
8:00 - 9:00	753
08:15 - 9:15.	724
8:30 - 9:30	696
8:45 - 9:45	822
9:00 - 10:00	652
09:15 - 10:15.	664
9:30 - 10:30	623
9:45 - 10:45	643
10:00 - 11:00	198
10:15 - 11:15.	655
10:30 - 11:30	686
10:45 - 11:45	683
11:00 - 12:00	690
11:15 - 12:15.	704
11:30 - 12:30	164
11:45 - 12:45	776
12:00 - 1:00 pm	731

HORA PICO

<i>HORA</i>	<i>VOLUMEN</i>
12:15 - 1:15.	723
12:30 - 1:30	670
12:45 - 1:45	641
1:00 - 2:00	662
1:15 - 2:15.	642
1:30 - 2:30	591
1:45 - 2:45	636
2:00 - 3:00	643
2:15 - 3:15.	599
2:30 - 3:30	635
2:45 - 3:45	662
3:00 - 4:00	698
3:15 - 4:15.	717
3:30 - 4:30	723
3:45 - 4:45	724
4:00 - 5:00	752
4:15 - 5:15.	771
4:30 - 5:30	820
4:45 - 5:45	818
5:00 - 6:00 pm	801

HORA PICO	
HORA	VOLUMEN
7:00 - 7:15	220
7:15 - 7:30	216
<b>7:30 - 7:45</b>	<b>232</b>

V15

Fuente: Elaboración Propia. (Valores Críticos Resaltados)

**Tabla 4 Hora Pico Río Grande**

<b>HORA</b>	<b>VOLUMEN</b>
6:00 am - 7:00	140
06:15 - 7:15.	163
6:30 - 7:30	178
6:45 - 7:45	198
7:00 - 8:00	206
07:15 - 8:15.	209
7:30 - 8:30	210
7:45 - 8:45	198
8:00 - 9:00	193
08:15 - 9:15.	173
8:30 - 9:30	159
8:45 - 9:45	164
9:00 - 10:00	160
09:15 - 10:15.	165
9:30 - 10:30	168
9:45 - 10:45	181
10:00 - 11:00	198
10:15 - 11:15.	188
10:30 - 11:30	187
10:45 - 11:45	171
11:00 - 12:00	153
11:15 - 12:15.	166
11:30 - 12:30	164
11:45 - 12:45	176
12:00 - 1:00 pm	175

<b>HORA</b>	<b>VOLUMEN</b>
12:15 - 1:15.	180
12:30 - 1:30	192
12:45 - 1:45	179
1:00 - 2:00	198
1:15 - 2:15.	193
1:30 - 2:30	186
1:45 - 2:45	191
2:00 - 3:00	175
2:15 - 3:15.	177
2:30 - 3:30	171
2:45 - 3:45	192
3:00 - 4:00	210
3:15 - 4:15.	227
3:30 - 4:30	241
3:45 - 4:45	232
4:00 - 5:00	231
4:15 - 5:15.	218
4:30 - 5:30	221
4:45 - 5:45	237
5:00 - 6:00 pm	242

HORA PICO

<b>HORA PICO</b>	
<b>HORA</b>	<b>VOLUMEN</b>
5:00 - 5:15	51
5:15 - 5:30	60
5:30 - 5:45	69
5:45 - 6:00 pm	62

V15

Fuente: Elaboración Propia. (Valores Críticos Resaltados)

**Tabla 5 Propuesta de Postes Guías, Delineadores y Defensas Metálicas**

Estación		Longitud (m)	Distancia (m)	Postes Guías de Concreto		Delineador tipo Chevrón		Defensa metálica	
Inicio	Fin			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha (ml)	Izquierda (ml)
112+500	112+770	270	15		19				
113+210	113+900	690	40				18		
115+460	115+560	100	15		7				
116+920	117+140	220	20		12				
117+540	118+000	460	30	16					
118+175	118+410	235	20		12				
118+910	119+140	230							230
119+860	120+395	535	35				16		
121+730	121+950	220							220

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6 Propuesta en Intersección Río Grande**

Estación	Tipo	Ubicación		Código
		Derecha	Izquierda	
121+600		Río Grande		
121+400	Preventiva		X	P-2-7
121+570				
121+620				
121+750	Preventiva	X		P-2-8

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 7 Resumen De Velocidades Estación 114+000**

RANGO DE VELOCIDADES KPH	Motos 	Autos 	- 15 psj 	15 - 30 psj 	+ 30 psj 	2-5 Ton 	5+ Ton 	TxSx  	Total Veh	%
0 - 25	7	4	2	0	1	1	1	0	16	10
26 - 40	13	24	0	0	0	2	0	0	39	24
41 - 50	13	20	3	1	0	1	3	1	42	26
51 - 60	12	13	0	1	0	2	4	0	32	20
61 - 70	5	6	0	3	0	0	0	0	14	9
71 - 80	2	2	0	5	0	0	0	0	9	6
81 - 90	4	3	0	1	0	0	0	0	8	5
91 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101 - 110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	88%	94%	60%	100%	0%	83%	88%	100%	160	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 8 Resumen De Velocidades Estación 114+940**

<b>RANGO DE VELOCIDADES KPH</b>	<b>Motos</b> 	<b>Autos</b> 	<b>- 15 psj</b> 	<b>15 - 30 psj</b> 	<b>+ 30 psj</b> 	<b>2-5 Ton</b> 	<b>5+ Ton</b> 	<b>TxSx</b>  	<b>Total Veh</b>	<b>%</b>
0 - 30	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31 - 40	16	5	0	0	0	1	0	0	22	10
41 - 50	41	15	0	0	1	2	2	0	61	27
51 - 60	24	24	0	0	4	4	3	0	59	26
61 - 70	17	22	0	1	0	1	2	1	44	20
71 - 80	5	18	1	1	1	0	0	0	26	12
81 - 90	1	8	0	0	1	1	0	0	11	5
91 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101 - 110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	84%	95%	100%	100%	100%	89%	100%	100%	224	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9 Resumen De Velocidades 115+500**

<b>RANGO DE VELOCIDADES KPH</b>	<b>Motos</b> 	<b>Autos</b> 	<b>- 15 psj</b> 	<b>15 - 30 psj</b> 	<b>+ 30 psj</b> 	<b>2-5 Ton</b> 	<b>5+ Ton</b> 	<b>TxSx</b> 	<b>Total Veh</b>	<b>%</b>
0 - 25	5	3	0	0	0	0	0	0	8	4
26 - 40	8	3	0	0	0	0	0	0	11	6
41 - 50	23	11	0	0	1	4	0	0	39	20
51 - 60	21	14	0	1	1	0	0	1	38	20
61 - 70	17	38	0	1	1	0	0	2	59	31
71 - 80	7	12	0	1	1	1	1	1	24	12
81 - 90	1	7	0	0	1	0	0	0	9	5
91 - 100	1	3	0	0	0	0	0	0	4	2
101 - 110	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	94%	97%	0%	100%	100%	100%	100%	100%	193	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10 Resumen De Velocidades Estación 117+350**

<b>RANGO DE VELOCIDADES KPH</b>	<b>Motos</b> 	<b>Autos</b> 	<b>- 15 psj</b> 	<b>15 - 30 psj</b> 	<b>+ 30 psj</b> 	<b>2-5 Ton</b> 	<b>5+ Ton</b> 	<b>TxSx</b>  	<b>Total Veh</b>	<b>%</b>
0 - 30	1	1	0	0	0	0	0	0	2	1
31 - 40	7	1	0	0	0	0	0	0	8	4
41 - 50	11	2	0	0	2	3	0	0	18	10
51 - 60	12	16	2	0	0	4	0	0	34	18
61 - 70	16	30	0	1	1	7	2	0	57	31
71 - 80	10	19	0	1	2	3	0	0	35	19
81 - 90	5	15	0	0	1	3	0	1	25	13
91 - 100	0	1	0	0	1	1	1	1	5	3
101 - 110	0	2	0	0	0	0	0	0	2	1
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	87%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	186	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11 Resumen De Velocidades Estación 119+700**

<b>RANGO DE VELOCIDADES KPH</b>	<b>Motos</b> 	<b>Autos</b> 	<b>- 15 psj</b> 	<b>15 - 30 psj</b> 	<b>+ 30 psj</b> 	<b>2-5 Ton</b> 	<b>5+ Ton</b> 	<b>TxSx</b> 	<b>Total Veh</b>	<b>%</b>
0 - 25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26 - 40	7	1	0	0	0	0	0	0	8	5
41 - 50	15	3	1	1	2	0	3	0	25	15
51 - 60	11	40	1	4	0	3	0	2	61	36
61 - 70	15	27	1	2	1	0	0	4	50	29
71 - 80	2	15	0	2	0	0	0	0	19	11
81 - 90	1	5	0	0	0	0	0	0	6	4
91 - 100	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
101 - 110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	170	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 12 Resumen De Velocidades Estación 121+250**

<b>RANGO DE VELOCIDADES KPH</b>	<b>Motos</b> 	<b>Autos</b> 	<b>- 15 psj</b> 	<b>15 - 30 psj</b> 	<b>+ 30 psj</b> 	<b>2-5 Ton</b> 	<b>5+ Ton</b> 	<b>TxSx</b> 	<b>Total Veh</b>	<b>%</b>
0 - 30	1	0	0	0	1	1	0	0	3	2
31 - 40	3	8	0	0	3	1	0	0	15	9
41 - 50	11	8	1	1	0	3	2	1	27	16
51 - 60	14	10	0	1	0	1	1	1	28	17
61 - 70	9	28	1	3	0	2	0	2	45	27
71 - 80	4	22	1	5	0	0	0	1	33	20
81 - 90	2	10	0	1	0	0	0	0	13	8
91 - 100	0	3	0	0	0	0	0	0	3	2
101 - 110	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
% Que Exceden Por Tipo De Vehículo	91%	91%	100%	100%	0%	75%	100%	100%	168	100

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 13 Accidentes 2011**

No	Tipo de Accidente	Causa Inmediata	Total	Total	Dirección exacta	Hora	Fecha	Día
			Ldos	Mtos				
1	Atropello a peatón	Imprudencia peatonal	1		Los cerros	08:30	07/03/2011	Lunes
2	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		Frente al cuadro deportivo del palmar, tola Rivas	6:30	15/09/2011	Jueves
3	Atropello a peatón	Invasión de carril			Frente al cuadro deportivo de San Rafael, Rivas	07:00	16/04/2011	Sábado
4	Accidentes con semoviente	Semoviente en la vía			Frente al civite	09:15	07/07/2011	Jueves
5	Caída de objeto	Invasión de carril			carretera a tola, frente a civite	6:40	05/04/2011	Martes
6	Colisión entre vehículos	No guardar distancia			Entrada al hospital de Rivas	19:05	05/03/2011	Sábado
7	Colisión entre vehículos	Desatender señal	1		km. 112 carretera a Tola, Rivas	07:40	10/08/2011	Miercoles
8	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	1		km. 112 carretera a Tola, Rivas	20:15	17/11/2011	Jueves

9	Colisión entre vehículos	No guardar distancia			San Rafael, Rivas	18:20	28/01/2011	Viernes
10	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		San Rafael, Rivas	14:00	15/09/2011	Jueves
11	Colisión punto fijo	Cansancio físico		1	km 114 carretera a Tola, Rivas	19:45	18/12/2011	Domingo
12	Accidentes con semoviente	Conducir en estado de ebriedad			km 115 carretera a Tola, Rivas	3:30	13/01/2011	Jueves
13	Colisión entre vehículos	No guardar distancia			km. 115 carretera a Tola, Rivas	6:15	04/09/2011	Domingo
14	Colisión entre vehículos	Exceso de velocidad			los cerros	14:00	21/04/2011	Jueves
15	Accidentes con semoviente	Exceso de velocidad	2	1	km 115 carretera a Tola, Rivas	5:00	23/12/2011	Viernes
16	Colisión entre vehículos	Desatender señal			km. 117 carretera a Tola, Rivas	6:15	26/03/2011	Sábado
17	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		punto la Zopilota, Tola	18:30	20/11/2011	Domingo
18	Accidentes con semoviente	Falta de precaución	1		km. 122 carretera a Tola, Rivas	5:30	12/04/2011	Martes

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito, Policía Nacional.

**Tabla 14 Accidentes 2012**

No	Tipo de Accidentes	Causa Inmediata	Total	Total	Dirección exacta	Hora	Fecha	Día
			Ldos	Mtos				
1	Salido de la Vía	Mal estado de la vía			Carretera a Tola, Frente a CIVITE	06:40	23-04-12	Martes
2	Colisión y Fuga	No guardar distancia	1		El Palmar, Tola	17:00	05-03-12	
3	Colisión entre vehículos	Desatender señales	1		Entrada a la Conchagua, Rivas	07:40	11-01-12	Miércoles
4	Colisión entre vehículos	No guardar distancia			Entrada al hospital de Rivas	15:15	31-05-12	Jueves
5	Colisión entre vehículos	Giro indebido			km. 112 carretera a tola, Rivas	18:20	27-01-12	Viernes
6	Atropello a peatón	Mal estado de la vía	1		km. 115 carretera a tola, Rivas	12:00	05-01-12	jueves
7	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	1		San Rafael, Rivas	16:45:00 a.m.	12-02-12	40951
8	Colisión entre vehículos	Conducir en estado de ebriedad			Entrada a la Conchagua, RIVAS	02:30	21-01-12	Viernes
9	Colisión entre vehículos	Invasión de carril			km. 112 carretera a Tola, Rivas	06:15	11-06-12	40973
10	Atropello a peatón	Exceso de velocidad	1		km. 115 carretera a Tola, Rivas	15:00	09-08-12	Jueves
11	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		El Palmar, Tola	02:00	17-02-12	Viernes
12	Colisión entre vehículos	Interceptar el paso			KM 120 carretera a Tola, Rivas	06:15	01-09-12	Sábado
13	Atropello a peatón	Falta de precaución	1		San Rafael, Rivas	12:00	01-10-12	40973
14	Colisión entre	Invasión de carril			Frente al bar el Almendro,	04:00	30-06-12	Sábado

	vehículos				TOLA			
15	Colisión entre vehículos	Giro indebido	1		km. 115 carretera a Tola, Rivas	05:30	06-09-12	Jueves
16	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		San Rafael, Rivas	08:00	11-04-12	Miércoles
17	Atropello a peatón	Falta de tutela			km. 114 carretera a Tola, Rivas	13:00	17-08-12	Viernes
18	Colisión entre vehículos	Invasión de carril			Segundo reductor San Rafael	17:00	07-08-12	Martes
19	Colisión entre vehículos	Invasión de carril			Puente La Zopilota Tola	05:00	14-07-12	Sábado
20	Accidentes con Semoviente	Exceso de velocidad			Km 119 carretera a Tola, Rivas	08:00	22-04-12	Domingo
21	Colisión entre vehículos	Semoviente en la vía			Km 120 carretera a Tola, Rivas	15:15	08-11-12	Jueves
22	Colisión punto fijo	Exceso de velocidad			El Palmar, Tola	16:00	08-12-12	Sábado
23	Atropello a peatón	Giro indebido			Km 113 carretera a Tola, Rivas	06:00	26-08-12	Domingo
24	Colisión entre vehículos	Invasión de carril			Km 122 carretera a Tola, Rivas	17:15	02-11-12	Viernes
25	Colisión entre vehículos	Exceso de velocidad			La Providencia Tola, Rivas	08:00	20-10-12	Sábado
26	Accidentes con Semoviente	Falta de pericia			km. 115 carretera a Tola, Rivas	18:15	31-08-12	Viernes
27	Colisión entre vehículos	Conducir en estado de ebriedad	1	1	Km 119 carretera a Tola, Rivas	07:00	22-12-12	Sábado
28	Colisión punto fijo	Distracción al manejar			La Providencia Tola, Rivas	18:45	29-07-12	Domingo
29	Colisión entre vehículos	Invasión de carril			km. 115 carretera a Tola, Rivas	19:30	22-12-12	Sábado

30	Accidentes con Semoviente	Distracción al manejar			Km 117 carretera a Tola, Rivas	20:00	25-11-12	Domingo
31	Colisión entre vehículos	Desatender señales			Frente al bar el Almendro, TOLA	20:30	26-08-12	Domingo
32	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	1		Km 121 carretera a Tola, Rivas	21:20	01-12-12	Sábado
33	Colisión entre vehículos	No guardar distancia		1	Puente La Zopilota Tola	07:15	11-03-12	Domingo
34	Colisión entre vehículos	No guardar distancia			El Palmar, Tola	21:15	09-12-12	Domingo
35	Colisión entre vehículos	Invasión de carril	2		Km 122 carretera a Tola, Rivas	22:40	10-11-12	Sábado
36	Colisión entre vehículos	No guardar distancia	1		Km 116 carretera a Tola, Rivas	21:45	30-12-12	Domingo
37	Vuelco	Conducir en estado de ebriedad			Puente La Zopilota Tola	07:30	22-12-12	Sábado

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito, Policía Nacional.

**Tabla 15 Accidentes 2013**

No	Tipo de Accidentes	Causa Inmediata			Dirección exacta	Hora	Fecha	Dia
			Total Ldos	Total Mtos				
1	COLISION ENTRE VEHICULOS	DESATENDER SEÑALES			BAR EL ALMENDRO 100VRS ESTE TOLA	21:30	07/09/2013	SÁBADO
2	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		COMARCA EL PALMAR, TOLA	17:00	15/02/2013	LUNES
3	COLISION PUNTO FIJO	ESTADO DE EBRIEDAD			CALLE DEL HOSPITAL, RIVAS	14:30	17/01/2013	JUEVES
4	COLISION ENTRE VEHICULOS	ESTADO DE EBRIEDAD	1	1	COMARCA EL PALMAR, TOLA	13:30	12/04/2013	VIERNES
5	ATROPELLO DE PEATONES	ESTADO DE EBRIEDAD	1		DEL CUADRO 200MTS NORTE, EL PALMAR. TOLA	06:30	29/09/2013	DOMINGO
6	COLISION ENTRE VEHICULOS	EXCESO DE VELOCIDAD	1	1	ENTRADA AL HOSPITAL 100 M AL SUR, RIVAS	08:00	15/03/132	VIERNES
7	COLISION ENTRE VEHICULOS	EXCESO DE VELOCIDAD			ENTRADA #2 A LAS PIEDRAS RIVAS	19:00	28/05/2013	MARTES
8	ATROPELLO DE PEATONES	FALTA DE PERICIA	2		ENTRADA BARRIO CONCHAGUA, RIVAS	08:30	02/12/2013	LUNES
9	COLISION ENTRE VEHICULOS	ESTADO DE EBRIEDAD	1		FRENTE A LA ESC. DEL PALMAR TOLA	06:30	03/04/2013	LUNES
10	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA	2		ESCUELA EL PALMAR TOLA	15:30	13/09/2013	VIERNES
11	COLISION ENTRE VEHICULOS	EXCESO DE VELOCIDAD	1		FRENTE A HOSPITAL GASPAR GARCIA LAVIANA, RIVAS	08:00	28/12/2013	VIERNES

12	ATROPELLO DE PEATONES	CANSANCIO FÍSICO	1		INTERCECCION DE LOS CERRITOS 150 M AL NORTE, RIVAS	18:20	23/01/2013	MIÉRCOLES
13	ATROPELLO DE PEATONES	IMPRUDENCIA PEATONAL			INTERCECCION DE LOS CERRITOS 100M AL NORTE, RIVAS	08:15	11/12/2013	MIÉRCOLES
14	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		KM. 114, SAN RAFAEL CARRETERA A TOLA	20:15	04/09/2013	MIÉRCOLES
15	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		KM. 114, SAN RAFAEL FRENTE CUADRO DE BASEBALL	06:45	18/01/2013	VIERNES
16	COLISION ENTRE VEHICULOS	EXCESO DE VELOCIDAD			KM. 114, SAN RAFAEL CARRETERA A TOLA	19:15	09/10/2013	MIÉRCOLES
17	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL	1		KM. 114, SAN RAFAEL DEL CUADRO DE BASEBALL 200M AL NORTE	14:00	17/12/2013	MARTES
18	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			KM. 115, CARRERTARA A TOLA.	23:40	20/12/2013	VIERNES
19	ATROPELLO DE PEATONES	IMPRUDENCIA PEATONAL	1		KM. 115, LOS CERRITOS, RIVAS	08:15	10/03/2013	DOMINGO
20	COLISION PUNTO FIJO	ESTADO DE EBRIEDAD	1		KM. 115, LOS CERROS, RIVAS	18:15	18/12/2013	MIÉRCOLES
21	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL	1		KM. 115, LOS CERROS, RIVAS	20:00	27/09/2013	VIERNES
22	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			KM. 115, LOS CERROSL, RIVAS	00:30	26/12/2013	MIÉRCOLES
23	ATROPELLO DE PEATONES	FALTA DE PRECAUCION	1		KM. 115, CARRERTARA A TOLA.	10:30	31/03/2013	DOMINGO
24	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			KM. 116, CARRETERA A TOLA.	23:00	25/10/2013	VIERNES

25	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		KM. 116, CARRETERA A TOLA.	11:15	14/12/2013	VIERNES
26	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA	1		KM. 116, CARRETERA A TOLA.	20:30	11/05/2013	VIERNES
27	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL		1	KM. 117, LA PROVODENCIA, RIVAS	09:30	08/11/2013	VIERNES
28	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		KM. 117, LA PROVODENCIA, RIVAS	07:00	01/10/2013	MARTES
29	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA			KM. 117, LA PROVODENCIA, RIVAS	08:30	23/04/2013	MARTES
30	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			KM. 117, LA PROVODENCIA, RIVAS	03:15	31/10/2013	JUEVES
31	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			KM. 117, LA PROVODENCIA, RIVAS	10:30	23/03/2013	SÁBADO
32	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			KM 118, CARRETERA A TOLA	08:00	06/07/2013	SÁBADO
33	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			KM 118, CARRETERA A TOLA	09:30	25/04/2013	JUEVES
34	COLISION PUNTO FIJO	FALTA DE PRECAUCION			KM 119, CARRETERA A TOLA	08:00	25/05/2013	VIERNES
35	ATROPELLO DE PEATONES	INVASIÓN DE CARRIL			KM 119, CARRETERA A TOLA	07:30	13/11/2013	MIÉRCOLES
36	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			KM 119, CARRETERA A TOLA	11:00	27/04/2013	SÁBADO
37	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA			KM 119, CARRETERA A TOLA	04:00	25/12/2013	MIÉRCOLES
38	COLISION PUNTO FIJO	FALTA DE PRECAUCION			KM 119, EL PALMAR CARRETERA A TOLA	12:30	03/10/2013	JUEVES
39	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			KM 119, EL PALMAR CARRETERA A TOLA	08:15	12/07/2013	VIERNES

40	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA			KM 119, CARRETERA A TOLA	14:15	23/11/2013	SÁBADO
41	COLISION ENTRE VEHICULOS	MAL ESTADO DE LA VIA	1		KM 121 CARRETERA A TOLA, FRENTE AL BAR EL ALMENDRO	13:00	04/06/2013	MARTES
42	ATROPELLO DE PEATONES	DISTRACCIÓN AL MANEJAR			KM 122, CARRETERA A TOLA	15:00	10/10/2013	JUEVES
43	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			KM 122, CARRETERA A TOLA	07:15	09/06/2013	DOMINGO
44	COLISION PUNTO FIJO	CANSANCIO FÍSICO			KM 122, CARRETERA A TOLA	05:40	29/06/2013	SÁBADO
45	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL	1		KM 122, CARRETERA A TOLA	08:15	27/12/2013	VIERNES
46	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			LOS CERRITOS 3501MTS OESTE, RIVAS	19:15	19/05/2013	DOMINGO
47	ACCIDENTE CON SEMOVIENTE	SEMOVIENTE EN LA VIA			LOS CERROS, RIVAS	15:00	12/10/2013	SÁBADO
48	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			LOS CERROS, RIVAS	07:30	21/07/2013	DOMINGO
49	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA	1		PUENTE LA ZOPILOTA, TOLA	18:30	08/11/2013	VIERNES
50	COLISION PUNTO FIJO	CAÍDA DE OBJETO			PUENTE LA ZOPILOTA, TOLA	16:00	28/12/2013	SÁBADO
51	COLISION ENTRE VEHICULOS	INVASIÓN DE CARRIL			PUENTE LA ZOPILOTA, TOLA	15:15	27/06/2013	JUEVES
52	COLISION ENTRE VEHICULOS	NO GUARDAR DISTANCIA			SGUNDO REDUCTOR DE SAN RAFAEL	00:00	12/12/2013	JUEVES

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito, Policía Nacional

## Fotos de la Carretera y sus Elementos

**Imagen 4** Tramo de concentración de accidentes km 114.



**Imagen 3** Hombros km 119



**Imagen 5** km 122



**Imagen 6** Puente la Zopilota



**Imagen 7 Señal Preventiva Oculta  
Km 111**



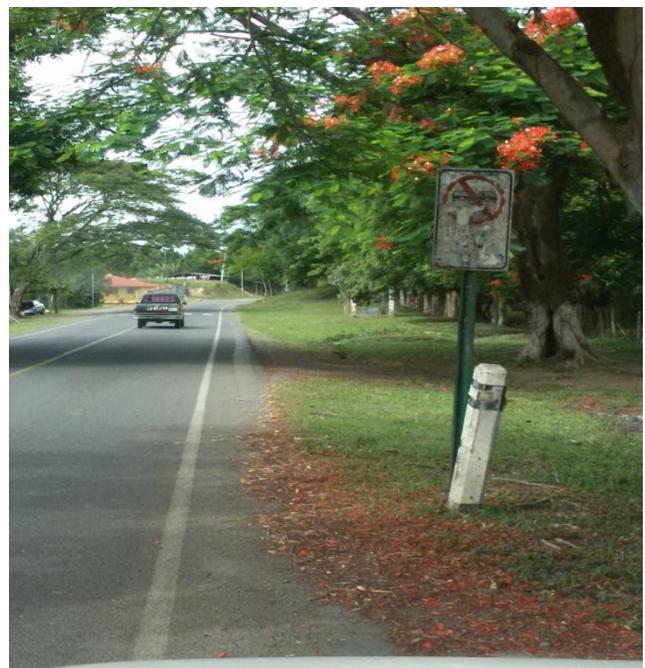
**Imagen 8 Señal Informativa Oculta  
Km 111**



**Imagen 9 Señal Preventiva Oculta**



**Imagen 10 Señal Reglamentaria en mal estado**



**Imagen 11 km 121**



**Imagen 12 Señal Inadecuada Km 111**



**Imagen 13 Postes Guía sobre el suelo Km 114**



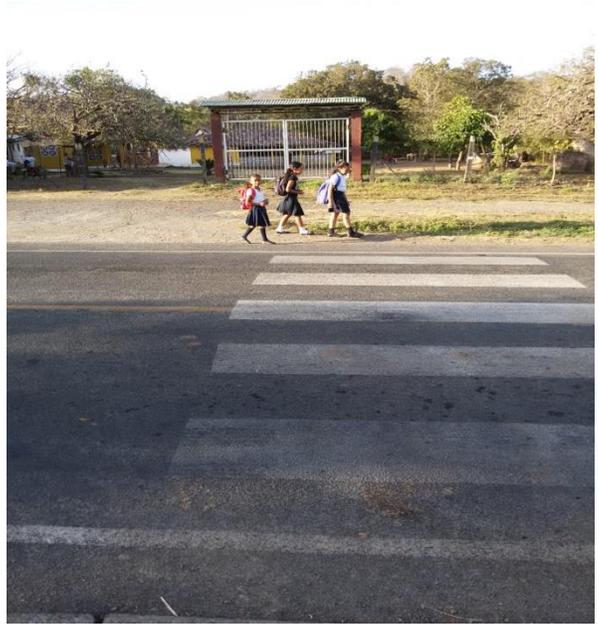
**Imagen 14 Tramo Concentración de accidentes km 119**



**Imagen 15 Tramo de Concentración de accidentes km 115**



**Imagen 16 Señal Horizontal Complementaria**



**Imagen 17 Reductor de Velocidad km 122**



**Imagen 18 km 122**



Imagen 19 Hoja de Campo Aforo Vehicular

Tolerancia	Hora	Moto	Auto	Jeep	Mch	Mchs	Bus	Camion	Remis	Taxi	6:06 am
16	6:00 - 6:15										Taxi
19	6:15 - 6:30										1-1-15-52
22	6:30 - 6:45										
30	6:45 - 7:00										
21	7:00 - 7:15										
24	7:15 - 7:30										
30	7:30 - 7:45										
33	7:45 - 8:00										Taxi
35	8:00 - 8:15										
18	8:15 - 8:30										
13	8:30 - 8:45										
16	8:45 - 9:00										
14	9:00 - 9:15										
31	9:15 - 9:30										
20	9:30 - 9:45										
18	9:45 - 10:00										
11	10:00 - 10:15										
11	10:15 - 10:30										



date	Auto	3ccp	sub sis	micr	commig	Bus space	commion	Comfory	Tr - SV	Totals
10-10-15									79521	20 ←
10-10-15										25 →
10-10-15										26 ←
10-10-15									79521	28 →
10-10-15										25 ←
10-10-15										26 →
10-10-15										27 ←
10-10-15										22 →
10-10-15									79521	20 ←
10-10-15										23 →
10-10-15									79521	21 ←
10-10-15										27 →
10-10-15									79521	18 ←
10-10-15										18 ←
10-10-15									79521	25 ←
10-10-15										35 →
10-10-15										4 ←
10-10-15										20 →
10-10-15										25 ←
10-10-15										22 →
10-10-15										18 ←
10-10-15										27 →
10-10-15									79521	17 ←
10-10-15										32 →
10-10-15									79521	19 ←
10-10-15										19 →

ADG	TEEP	MOB15	MOB20	MOB25	MOB30	MOB35	MOB40	MOB45	MOB50	MOB55	MOB60	MOB65	MOB70	MOB75	MOB80	MOB85	MOB90	MOB95	TOTAL
																			21 ←
																			18 →
																			25 ←
																			22 →
																			20 ←
																			20 →
																			21 ←
																			22 →
																			23 ←
																			24 →
																			27 ←
																			27 →
																			28 ←
																			30 →
																			26 ←
																			28 →
																			29 ←
																			30 →

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>Imagen 1 Mapa de Macro Localización .....</b>	<b>I</b>
<b>Imagen 2 Mapa de Micro localización del Tramo de Estudio .....</b>	<b>II</b>
<b>Tabla 1 Aforo Vehicular .....</b>	<b>III</b>
<b>Tabla 2 Aforo Vehicular .....</b>	<b>VII</b>
<b>Tabla 3 Hora Pico Hospital .....</b>	<b>XI</b>
<b>Tabla 4 Hora Pico Río Grande .....</b>	<b>XII</b>
<b>Tabla 5 Propuesta de Postes Guías, Delineadores y Defensas Metálicas .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabla 6 Propuesta en Intersección Río Grande .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabla 7 Resumen De Velocidades Estación 114+000.....</b>	<b>XIV</b>
<b>Tabla 8 Resumen De Velocidades Estación 114+940.....</b>	<b>XV</b>
<b>Tabla 9 Resumen De Velocidades 115+500 .....</b>	<b>XVI</b>
<b>Tabla 10 Resumen De Velocidades Estación 117+350 .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Tabla 11 Resumen De Velocidades Estación 119+700 .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>Tabla 12 Resumen De Velocidades Estación 121+250 .....</b>	<b>XIX</b>
<b>Tabla 13 Accidentes 2011 .....</b>	<b>XX</b>
<b>Tabla 14 Accidentes 2012 .....</b>	<b>XXII</b>
<b>Tabla 15 Accidentes 2013 .....</b>	<b>XXV</b>
<b>Fotos de la Carretera y sus Elementos .....</b>	<b>XXIX</b>