

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL Y ACCIDENTALIDAD EN LA RUTA 2501 –  
TRAMO PR 45+000 – PR 83+000, IPIALES – PASTO (NARIÑO)**

**MARIO ANDRÉS MENDOZA LUNA  
WILLIAM RICARDO CHAMORRO FUERTES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL Y ACCIDENTALIDAD EN LA RUTA 2501 –  
TRAMO PR 45+000 – PR 83+000, IPIALES – PASTO (NARIÑO)**

**MARIO ANDRÉS MENDOZA LUNA  
WILLIAM RICARDO CHAMORRO FUERTES**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Ing. MSc. JORGE LUIS ARGOTY BURBANO  
Director**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2015**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores.

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Febrero de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de Nariño, Alma Mater y centro de conocimiento, por permitir formarnos profesionalmente en la rama de la Ingeniería Civil.

Al Ingeniero MSc. Jorge Luis Argoty Burbano, Director de proyecto, por brindarnos la oportunidad de trabajar en el presente proyecto de trabajo de grado, guiarnos respecto al desarrollo teórico y conceptual del mismo, su valioso tiempo aportado y las diferentes herramientas que como docente del área de Vías y Transporte nos aportó durante nuestra formación profesional.

A los Ingenieros Esp. Guillermo Muñoz Ricaurte y Esp. Luis Armando Merino Chamorro quienes con sus sugerencias y recomendaciones respecto a la formulación del Anteproyecto dieron claridad referente al camino a seguir para desarrollar un trabajo exitoso, e igualmente como docentes en el área de Vías y Transporte nos aportó durante nuestra formación profesional

A los docentes que compartieron sus enseñanzas y conocimientos para poder alcanzar objetivos cada vez más grandes.

## **DEDICATORIA**

*Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.*

*Quiero dedicar este trabajo a mi familia, mi papa Reinaldo Chamorro, mi mama Cruz Fuertes, y a mis tres hermanos, Jorge Armando, Héctor y Víctor Hugo, quienes fueron mi más grande apoyo en el transcurso de mi carrera y de mi vida.*

**WILLIAM RICARDO CHAMORRO FUERTES**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar este trabajo a mi familia, mi papá Luis Mendoza Olivo, mi mamá Rosa Socorro Luna y a mis dos hermanas Elizabeth Mendoza luna y Karol Mendoza Luna, quienes fueron mi más grande apoyo en el transcurso de mi carrera y de mi vida, y a quienes les debo quien soy.*

*También es dedicado este trabajo a los ingenieros Edison Delgado Chaves, Vivian Marcela Goyes y William Andrés Cumbal Chaves, quienes han sido mis mentores dándome la oportunidad de crecer profesionalmente en el campo laboral*

**MARIO ANDRÉS MENDOZA LUNA**

## **RESUMEN**

Debido a que la accidentalidad en las vías Colombianas representa una de las principales causas de muertes de forma inorgánica, es importante evaluar las vías regionales para controlar que estas no influyan en ese índice y con ello disminuya eventos de accidentalidad con magnitudes lamentables.

Es así que este trabajo de investigación pretende identificar esas zonas y puntos críticos, donde a causa de las distintas características y situaciones presentes, generan un alto riesgo a los usuarios de la vía poniéndolos en una vulnerabilidad de accidentalidad mortal que puede ser contrarrestada tomando las medidas necesarias; para ello se evaluó la vía en el tramo del PR 45+000 hasta el PR 83+000 de la vía Ipiales – Pasto, donde se encuentran las poblaciones de El Pedregal, Tangua, Yacuanquer, Catambuco y Pasto, y por medio de distintas herramientas tales como planos del diseño en planta y perfil de la vía existente se evaluó la geometría de la vía e identificaron las características que influyen en la accidentalidad, además en estos planos se dispuso toda la información de la investigación como son el inventario de señalización de tránsito, datos de accidentalidad, e información complementaria, por medio de información de accidentalidad aportada por Policía de Carreteras y la Secretaria de Tránsito y Transporte de Pasto, se realizó un análisis estadístico donde se determinó zonas y puntos críticos de accidentalidad; se diligencio un listado de chequeo por kilómetro identificando las características físicas, de seguridad comodidad y confiabilidad de la vía y su contexto, esta sirvió para identificar los puntos y zonas críticas e identificar las características generadoras de accidentes; por medio de registro fílmico y fotográfico se actualizo el inventario de señalización vial que se consignó en el plano existente y finalmente se juntó la información para determinar las zonas y puntos críticos de accidentalidad, sus características y posibles soluciones.



## **ABSTRACT**

Due to that the accidents in the Colombian roads represent one of the main causes of deaths of an inorganic way, it is important to assess the regional pathways to control that these ones do not influence this rate and thereby decrease the events of accidents with regrettable magnitudes.

That is how this research is aimed to identify those zones and critical points, where because of the different characteristics and present conditions, they generate a high risk of mortal accidents which can be counteracted by taking the necessary measures. For that this route was evaluated the highway Ipiales – Pasto, in the stretch PR45+000 until the PR 83+000, where we can find the villages of El Pedregal, Tangua, Yacuanquer, Catambuco and Pasto, and through different tools such as design drawings in plan and profile of the existing road the track geometry was evaluated and identify the characteristics that influence the accident, besides in these plans; He was available all the information of the research such as the inventory of traffic signaling, accident data, and complementary information. Through the information of accidents provided by the Highway Police and Ministry of Traffic and Transportation of Pasto, a statistical analysis was performed, where we can determine zones and critical points of accidents. We will fill a list of check per kilometer identifying physical, safety, comfort, and reliability characteristics of the highway and its context, this was useful to identify the points and critical zones and to identify the characteristics which generate accidents. Through film and photographic record, the signaling inventory update, and this was recorded in the existing plan and finally, the information was collected to determine the zones and critical points of accidents, their characteristics and possible solutions.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	16
1 SEGURIDAD VIAL Y ACCIDENTALIDAD EN COLOMBIA.....	17
1.1 LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA.....	17
1.2 ESTADO DE SITUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA.....	18
1.3 AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL .....	19
1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA .....	20
1.5 RUTA 2501 TRAMOS PR 45+000 – PR 83+000 VÍA IPIALES – PASTO .....	28
2 METODOLOGÍA.....	30
3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	33
4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE ACCIDENTALIDAD .....	36
4.1 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD .....	38
5 ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE SEÑALIZACIÓN VIAL .....	47
6 GENERACIÓN DE LISTADO DE CHEQUEO .....	49
7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.....	52
7.1 VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (VTR) .....	52
7.2 VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL TRAZADO EN PLANTA.....	53
8 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
8.1 RESULTADOS DE LISTADO DE CHEQUEO.....	63
8.2 ANÁLISIS DE PUNTOS Y ZONAS CRÍTICAS DE ACCIDENTALIDAD .....	63
8.3 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES ZONAS CRÍTICAS DE ACCIDENTALIDAD .....	65
8.4 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD.....	72
CONCLUSIONES .....	77
RECOMENDACIONES .....	78
BIBLIOGRAFÍA .....	79

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente. ....	18
Figura 2. Evolución de la tasa de accidentalidad por cada 10000 vehiculos en Colombia periodo 2007 – 2011. ....	22
Figura 3. Participación de los accidentes de tránsito frente a otras causas de muerte violenta, Colombia, 2011. ....	22
Figura 4. Tasa de número de muertos por cada 100000 habitantes según país, 2011. ....	23
Figura 5. Niveles de gravedad total, en zona urbana y carretera. Colombia, 2011. ....	23
Figura 6. Distribución de accidentes, según gravedad, en área urbana y en carretera, Colombia, 2011. ....	24
Figura 7. Heridos y fallecidos en accidentes de tránsito, según usuario de la vía, Colombia, 2011. ....	25
Figura 8. Distribución de vehículos involucrados en accidentes de tránsito fatales, Colombia, 2011. ....	25
Figura 9. Distribución de vehículos involucrados en accidentes con muertos in situ en carretera, Colombia, 2011. ....	26
Figura 10. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007. ....	27
Figura 11. Causas probables de accidentes de tránsito. ....	27
Figura 12. Tendencia TPD vía Pedregal – Pasto 1997 – 2014. ....	38
Figura 13. Accidentalidad por año, policía de carreteras y STTP. ....	40
Figura 14. Causas probables de accidentes con lesionados. ....	41
Figura 15. Causas probables de accidentes con occisos. ....	42
Figura 16. Tipos de accidentes. ....	42
Figura 17. Índice de peligrosidad. ....	45
Figura 18. Índice de morbilidad. ....	45
Figura 19. Índice de mortalidad. ....	46
Figura 20. Índice de accidentalidad con respecto a kilometraje de viaje. ....	46
Figura 21. Comparación velocidad de operación y velocidad específica real de las curvas PR45+000 – PR60+200. ....	61
Figura 22. Comparación velocidad de operación y velocidad específica real de las curvas PR60+200 – PR83+000. ....	61
Figura 23. Comparación radio de diseño y radio real de las curvas PR45+000 – PR60+200. ....	62
Figura 24. Comparación radio de diseño y radio real de las curvas PR60+200 – PR83+000. ....	62

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Registro Histórico de las Estadísticas de Accidentalidad (2007 - 2011).....	21
Tabla 2. Número de muertos en accidentes de tránsito, según usuario de la vía y zona de ocurrencia. Colombia, 2011.....	24
Tabla 3. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007. ....	26
Tabla 4. Causas probables diseño metodológico de la investigación .....	30
Tabla 5. Datos de accidentalidad (Anexo 5).....	34
Tabla 6. Datos de accidentalidad (Anexo 5).....	35
Tabla 7. Datos de TPD vías de Colombia .....	37
Tabla 8. Datos de TPD vía Pedregal – Pasto 1997 – 2014.....	38
Tabla 9. Causas probables de accidentes con lesiones.....	40
Tabla 10. Causas probables de accidentes con occisos.....	41
Tabla 11. Tramos críticos de accidentalidad Pedregal - Pasto.....	43
Tabla 12. Zonas críticas de accidentalidad Pedregal - Pasto.....	46
Tabla 13. Puntos críticas de accidentalidad Pedregal - Pasto.....	46
Tabla 14. Inventario de señalización vial (Anexo 3) .....	48
Tabla 15. Resumen listado de chequeo .....	50
Tabla 16. Listado de chequeo ruta 2501, tramo Pr 45+000 Al Pr 83+000 vía Ipiales– Pasto .....	51
Tabla 17. Análisis velocidad de diseño y radios mínimos .....	60
Tabla 18. Zonas críticas de accidentalidad (por análisis estadístico de accidentalidad) .....	63
Tabla 19. Puntos críticos de accidentalidad (por datos de accidentalidad) .....	64
Tabla 20. Puntos críticos de accidentalidad final (por análisis geométrico) .....	64
Tabla 21. Zona crítica de accidentalidad (por Tesis).....	64
Tabla 22. Puntos críticos de accidentalidad (por Tesis) .....	65

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización general del tramo de vía Pedregal – Pasto.....	28
Imagen 2. Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pasto – Pedregal..	28
Imagen 3. Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pedregal – Pasto..	28
Imagen 4. Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pasto - Pedregal...	28
Imagen 5. Plano en planta tramo Ipiales - Pasto.....	33
Imagen 6. Plano en perfil tramo Ipiales - Pasto.....	33
Imagen 7. Listado de chequeo ASV Cali.....	34
Imagen 8. Convención de accidentalidad morbilidad - mortalidad .....	39
Imagen 9. Localización de puntos de accidentalidad en el plano en planta .....	39
Imagen 10. Localización de puntos de accidentalidad en el plano en perfil .....	39
Imagen 11. Plano en planta señalización vial.....	47
Imagen 12. Listado de chequeo diligenciado .....	50
Imagen 13. Tabla 2.1 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia) .....	53
Imagen 14. Tabla 2.2 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia) .....	54
Imagen 15. Tabla 3.2 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia) .....	54
Imagen 16. Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Sur-Norte .....	55
Imagen 17. Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Norte-Sur .....	56
Imagen 18. Velocidad de operación de autos, velocidad específica y velocidad de diseño de autos, sentido Sur-Norte y Norte-Sur.....	56
Imagen 19. Comparación entre velocidad específica, velocidad máxima permitida según señalización existente y velocidad de operación de autos. Sentido Sur-Norte.....	57
Imagen 20. Identificación de los elementos geométricos del tramo .....	57
Imagen 21. Velocidades de operación en tramo .....	58

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Planos Ruta 2501 planta perfil PR45 a PR83 (medio magnético)

Anexo 2. Listado de Chequeo por PR (medio magnético)

Anexo 3. Inventario de señales de tránsito en Excel (medio magnético)

Anexo 4. Video descriptivos del tramo de vía entre Pedregal – Pasto (medio magnético)

Anexo 5. Datos de accidentalidad.

Anexo 6. Análisis velocidad de diseño y radios mínimos

## GLOSARIO

**Accidentes con víctimas:** aquel en que una o varias personas resultan muertas o heridas

**Accidentes graves:** choque de un vehículo contra uno o más de ellos u objeto fijo que genera heridos y/o muertos

**Característica de la vía:** se define como vía la zona de uso público o privado, abierta al público destinada al tránsito de vehículos, personas y animales, las vías están compuestas por andenes, calzadas, ciclorutas, separadores, bermas y demás elementos de espacio público.

**Causas probables de accidentes:** son los factores apreciativos por los cuales se presentan un accidente. Se incluyen los relacionados con el conductor, el vehículo, el peatón, el pasajero o la vía.

**Estado de superficie:** el estado en que se encuentra la superficie de la vía en el área cercana del sitio en donde ocurrió el accidente, que tenga influencia en el mismo.

**Geometría de la vía:** características de la vía en el sitio del accidente.

**Herido:** toda persona que no ha resultado muerta en un accidente de circulación, pero ha sufrido una o varias heridas graves o leves

**Índice de peligrosidad:** número de accidentes (ocurridos en un periodo de tiempo) entre volumen de vehículos (que transitan en un periodo de tiempo).

**Lugar de accidente:** la descripción del lugar donde ocurrió el accidente.

**Muerto: (occiso)** toda persona que como consecuencia del accidente, fallezca en el acto o dentro de los treinta días siguientes.

**Reductores de velocidad:** dispositivos que obligan a disminuir la velocidad de operación de los conductores. Son dispositivos ubicados sobre la superficie de rodadura, cuya finalidad es la de mantener unas velocidades de circulación reducidas a lo largo de ciertos tramos de la vía.

**Señales horizontales:** elemento señalizador colocado o pintado sobre el pavimento.

**Señal vertical:** dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías, y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos.

**Tasa de morbilidad:** es la cantidad de personas o individuos considerados heridos durante un accidente en un espacio y tiempo determinados.

**Tasa de mortalidad:** es el indicador demográfico que señala el número de defunciones de una población, durante un periodo determinado durante la ocurrencia de un evento.

**Tiempo:** son las condiciones ambientales en el instante de la ocurrencia de la novedad. Esta variable se medirá con el resultado de la recolección de información incluida en el reporte de accidentes que corresponde al estado lluvioso o normal.

**Visibilidad:** mayor o menor distancia horizontal a la que un observador, según las condiciones geométricas de la vía y atmosféricas, pueden reconocer con claridad los objetos en el horizonte.

## INTRODUCCIÓN

Cuando las personas se refieren a vías, normalmente se asocia el término a condiciones físicas como explanaciones, puentes, pontones, obras de drenaje y al estado del pavimento en el mejor de los casos, sin tener en cuenta en sí otros aspectos importantes que están presentes que hacen de la parte física y estructural un sistema que entre en armonía, estos aspectos se refieren a la seguridad y comodidad que ofrece la vía a sus usuarios.

La seguridad vial se encuentra ligada esencialmente a varios factores que inciden sustancialmente y se deben tener en cuenta, en primera instancia se tiene la actitud o comportamiento de los usuarios y conductores, tema ampliamente difundido por el fondo de prevención vial; por otro lado, los diferentes tipos de señalizaciones de seguridad e información en los tramos de las vías y finalmente, las características del diseño geométrico de las carreteras y los detalles complementarios en ellas.

De tal manera que el diseño integral de la carretera que cubre aspectos como la geometría, estructura de pavimento, elementos de seguridad señalización y demarcación, quedan inmersos en el ámbito de prevención de accidentes.

El crecimiento de la red vial, el aumento del parque vehicular y la diversidad del mismo (vehículos más pequeños comparten la vía con vehículos más grandes), el aumento y la diversidad de edad de conductores, las imposiciones económicas en la construcción de las vías, el desarrollo económico de las localidades aledañas y el avance tecnológico, han contribuido a un potencial aumento de accidentes de tránsito

En la presente investigación aplicada, se realiza la evaluación de la seguridad vial y accidentalidad en la ruta 2501, en el tramo comprendido entre el PR 45+000 al PR 83+000 que comunica a la población de El Pedregal con la ciudad de Pasto; esta ruta es administrada por la concesión vial Desarrollo Vial de Nariño - DEVINAR S.A.

La evaluación se realiza por medio de la recopilación de información sobre accidentes presentados en el tramo, análisis del diseño geométrico, inspección de los elementos de señalización vertical y horizontal, delineación, semaforización si existiera, iluminación de la vía, condición o nivel de deterioro del pavimento, bermas, puentes, túneles si existieran, identificación de barreras para el libre tránsito vehicular, conectividad en alineación con vías de orden inferior, intersecciones, análisis del comportamiento de los peatones, y zonas de estacionamiento. Con base en esta información, se identifican los puntos críticos de accidentalidad y finalmente, dependiendo de las inconsistencias que se identifiquen con el análisis de seguridad vial y accidentalidad se plantearán recomendaciones y sugerencias en los sectores que así lo requieran como alternativas de solución.



## **1 SEGURIDAD VIAL Y ACCIDENTALIDAD EN COLOMBIA**

Existen varias causas que llevan a la accidentalidad en una vía, y que son preponderantes en estas eventualidades, las cuales se deben tener en cuenta debido a la influencia que tiene para el efecto, de ellas se puede mencionar las más trascendentes tales como la alta velocidad al conducir, el consumo de bebidas alcohólicas mientras se conduce un vehículo, la ausencia del casco y elementos de protección entre los motociclistas, la falta de uso de cinturones de seguridad en los automotores, distracciones dentro del automóvil como celulares o pantallas, estado pésimo de los vehículos, condiciones desfavorables de las vías, condiciones climática, diseños geométricos y falta de información visual.

Los costos económicos de la atención médica para quienes sufren traumatismos son significativos al igual que los gastos de reparación o pérdida de los automotores, esto sin tener en cuenta la disminución en una futura productividad de quienes se ven afectados. Se ha encontrado que pocos países disponen de una legislación apropiada y que para hacer frente a la accidentalidad la prevención es la mejor opción.

Por ello, en Colombia se creó en 1995, el Fondo de Prevención Vial, FPV, cuyo objetivo es reducir la accidentalidad vial y sus niveles de mortandad, a través de campañas de control, educación y persuasión para aumentar la conciencia de la sociedad sobre su importancia respecto a los accidentes de tránsito.

### **1.1 LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA**

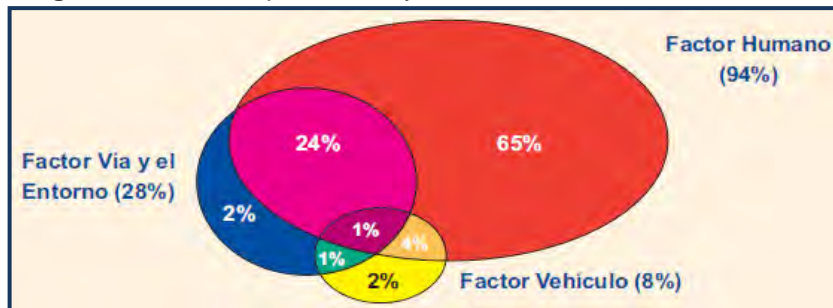
Desde el punto de vista accidentológico, existen tres elementos principales que contribuyen, individual o conjuntamente, a la ocurrencia de cada accidente de tránsito: el factor humano, el vehículo y la vía (entorno). Estos factores, a menudo, se combinan en una cadena de acontecimientos que resultan en un accidente. Los factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente pueden combinarse con condiciones climáticas adversas, actitudes de otros usuarios de la vía, elementos peligrosos al borde de la vía o un tramo de la vía defectuosa, que puede resultar en un accidente con consecuencias fatales. La interacción entre el usuario y la vía es compleja y la determinación de un factor principal que contribuye a un accidente es a menudo difícil.

Estudios internacionales han demostrado que estos tres factores, que contribuyen a la ocurrencia de los accidentes de tránsito, estadísticamente representan:

- Factor Humano (implicado en alrededor del 94% de los accidentes).
- Factor vehículo (implicado en alrededor del 8% de los accidentes).
- Factor vía y entorno (implicado en el 28% de los accidentes).

La relación de estos factores se muestra gráficamente en la figura 1.

**Figura 1.** Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.



**Fuente:** Main Roads Western Australia, Investigación de Seguridad Vial, Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente. ([www.mrwa.wa.gov.au](http://www.mrwa.wa.gov.au))

## 1.2 ESTADO DE SITUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA

En términos de muertes con respecto al número de habitantes y parque automotor se evidencia aún más la mejora progresiva. Los avances más significativos se muestran en la tasa de muertos por vehículos más que en la tasa por el número de habitantes, esto se da debido al aumento del parque automotor por encima del crecimiento poblacional del país; en el 2002, por cada 1.000 habitantes habían 74 automotores, actualmente con la misma cantidad de habitantes hay 132 automotores. Respecto a la flota de motociclistas, durante los últimos años Colombia ha experimentado un aumento acelerado. El incremento del uso de la motocicleta como medio de desplazamiento ha venido acompañado de un aumento en la cantidad de accidentes de tránsito en los que estos vehículos están involucrados. (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012)

**Prevención de accidentes:** el tramo vial resulta de un intercambio de energía comprendido cuando un vehículo que posee energía cinética, impacta otro vehículo, un objeto lateral, o un ser humano y es una inevitable consecuencia de la movilidad. Ciertamente se pueden tomar medidas para minimizar estas consecuencias, o la probabilidad de que un vehículo se vea envuelto en una situación peligrosa, pero mientras haya movilidad es probablemente imposible erradicar los accidentes. Sin embargo, como con otras áreas de la salud pública y seguridad, el objetivo no puede ser realmente eliminar el problema, sino reducirlo a proporciones aceptables y manejables. (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012)

**Modificación de comportamiento:** en particular, la modificación exitosa del comportamiento humano parece ser capaz de éxito si se destina a afectar factores bajo el directo control de la voluntad del conductor por ejemplo, ajustarse el cinturón de seguridad

**Investigación de accidentes;** a menudo hay una actividad paralela realizada por la policía para determinar faltas (en sentido legal) de modo que los cargos puedan caer

contra la parte culpable. Desafortunadamente, los propósitos e intenciones de la policía y del ingeniero de seguridad vial no son los mismos, y a menudo están en conflicto. La policía se interesa en ejercer su responsabilidad para inculpar al usuario vial considerado haber infringido la ley, y así desea recoger evidencia probatoria. El ingeniero vial no se interesa por la falta, sino en establecer las características y procesos que condujeron al accidente, entendiendo que usualmente hay muchos factores involucrados en un accidente, no sólo el relacionado con acciones por parte de un individuo.

### **1.3 AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL**

Una auditoria es un examen formal de una vía, de un proyecto de tránsito o de cualquier proyecto que interactúa con los usuarios viales, en los cuales un examinador independiente y calificado revisa el potencial de accidentes y el comportamiento a la seguridad de los proyectos viales.

Los objetivos de la auditoria en seguridad vial son identificar los problemas de seguridad de los usuarios viales y otros afectados por un proyecto vial, y asegurar que se consideren medidas para eliminarlos o reducirlos.

Además las ASV, ayudan a asegurar que las cuestiones asociadas con la seguridad vial estén expresamente consideradas en todas las etapas de un proyecto. En casos donde la vía ya está en servicio, una auditoria de seguridad vial puede identificar deficiencias que, una vez mitigados, deberían mejorar su nivel de seguridad.

Entre las ventajas identificadas de realizar una auditoría de seguridad vial, se encuentran las siguientes:

- Minimizar el riesgo y gravedad de los accidentes viales afectados por el proyecto vial en el lugar o en la red vial próxima.
- Se reduce la necesidad de desarrollar trabajos correctivos.
- Consolida la inclusión segura de todos los usuarios de la vía y no solo de los conductores de vehículos motorizados
- Disminución de costos totales debido a la reducción de accidentes. Las redes viales son más seguras con menos probabilidades de accidentes, interrupciones del tránsito y lesiones.
- Menores costos en la vida útil de la vía, producto de una menor necesidad de modificar el diseño después de la construcción.
- Aumenta la importancia de la seguridad vial en la mente de todos los implicados en la planificación, el diseño, la construcción, y el mantenimiento de proyectos viales.
- Genera un mayor entendimiento y documentación de la ingeniería en seguridad vial, permitiendo el cruce de conocimientos entre los especialistas involucrados (de diseño, de mantenimiento, de tránsito, etc.).
- Mayor importancia de la ingeniería en seguridad vial y estímulo a los profesionales de esta área.

## 1.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA

**Las mortalidades en tránsito:** la recolección de antecedentes asociados a la siniestralidad en el tránsito es realizada por el Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, que considera los fallecidos hasta 30 días después de ocurrido el accidente, lo que es coincidente con el método internacional de los países que han desarrollado de manera sostenible políticas en seguridad vial. Así también se establece esta forma de recolección de datos en el “Informe sobre el estado de la seguridad vial en la región de las Américas”, de la Organización Panamericana de la Salud OPS, del año 2013.

Tomando en consideración la tasa de fallecidos en accidentes de tránsito cada 100.000 habitantes, en el, que según la información proporcionada por el Informe sobre el estado de la seguridad vial en la región de las Américas, de la OPS, Colombia registra bajo ese indicador 11.7 fallecidos, por debajo de varios países de la región que en promedio tienen una tasa de mortalidades superior, que es de 16 personas fallecidas.

Otro aspecto estadístico importante a considerar es que las mortalidades derivadas de los accidentes de tránsito, se constituyen, desde hace varios años en Colombia, como una de las principales causas de muertes no orgánicas o biológicas; en efecto, en el año 2002 las muertes por accidente de tránsito representaban el 15% del total de muertes violentas, superada solamente por los homicidios que en dicho año representaban el 71% de muertes no orgánicas o biológicas.

Los peatones y los motociclistas resultan los actores del tránsito más vulnerables, representando, entre ambos, un 70% de la mortalidad derivada de los accidentes de tránsito registrados en el país durante el año 2010. Preocupante es la situación de los motociclistas por cuanto el parque de motocicletas se incrementa progresivamente y la formación de sus conductores, como la certificación de su conocimiento y habilidades para conducir estos vehículos todavía son muy deficitarias.

**El factor humano en el sistema de tránsito vial:** el conocimiento del comportamiento humano, las capacidades y características del comportamiento, es un dato vital para la tarea del ingeniero vial y de tránsito, y un prerrequisito para comprender cómo influir sobre él. La ingeniería de seguridad vial se interesa en varios aspectos del control de tránsito, pero a menudo, cada control se introduce por medio de su influencia sobre el comportamiento humano. Consecuentemente, la operación segura del sistema vial depende fundamentalmente del usuario quien toma una serie de decisiones secuenciales que debieran ser correctas, y que si fueran incorrectas, para ellas debiera implementarse un entorno indulgente. (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012)

El ingeniero vial y de tránsito tienen una función vitalmente importante en ayudar al usuario para tomar decisiones correctas, mediante el control de toma de decisiones a la cual el humano es capaz de acomodarse, y la presentación de información de tránsito en forma tal que facilite las decisiones rápidas y correctas. La función de gran parte de la ingeniería de tránsito, tal como señales, semáforos, líneas de demarcación, etc., es

ayudar a los usuarios a viajar con seguridad. Sin embargo, los usuarios no son iguales en sus características, y se debe ser consciente de la necesidad de diseñar para un rango de características humanas, y una distribución de respuestas. Por ejemplo, hay diferencias sustanciales entre los conductores con y sin experiencia. Generalmente, los conductores inexpertos tienen dificultad en juzgar la velocidad, distancia y tiempo de reacción, tienden a concentrarse en los objetos cercanos, pierden información por no apreciar su relevancia, tiene pobre percepción de cómo puede volverse peligrosa una situación, fijan la vista en un objeto por un largo período, tienen dificultad en integrar la información, subestiman el riesgo de accidentarse y toman decisiones de conducción menos efectivas. (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012)

**Influencia del estado de la vía:** las características del estado de la vía tienen un efecto significativo en la seguridad de la misma. Las probabilidades de accidentes disminuyen cuando se cuenta con unas buenas características físicas como la superficie con buena adherencia, especialmente bajo condiciones de pavimento húmedo.

**Tabla 1.** Registro Histórico de las Estadísticas de Accidentalidad (2007 - 2011)

Departamento	2007				2008				2009				2010				2011			
	Poblacion	Accidentes	Heridos	Muertos	Poblacion	Accidentes	Heridos	Muertos	Poblacion	Accidentes	Heridos	Muertos	Poblacion	Accidentes	Heridos	Muertos	Poblacion	Accidentes	Heridos**	Muertos*
Amazonas	38,032	55	235	5	70,313	53	178	4	71,167	18	84	3	72,017	7	106	7	72,858	35	94	3
Antioquia	5,524,450	48,807	29,182	630	5,911,330	56,570	6,167	650	5,988,458	55,807	5,046	788	6,065,846	54,039	5,098	759	6,143,809	60,652	5,898	829
Arauca	235,178	224	533	23	241,446	167	494	35	244,507	221	591	43	247,541	245	542	53	250,569	147	485	70
Atlántico	2,214,824	4,891	4,269	192	2,255,164	4,817	1,658	185	2,284,840	4,601	1,461	182	2,314,447	4,634	1,440	134	2,344,077	5,183	1,474	134
Bogotá D.C.	7,050,133	37,355	27,472	527	7,155,052	35,975	2,845	522	7,259,597	31,326	2,399	516	7,363,782	32,794	3,282	522	7,467,804	34,377	2,899	544
Bolívar	1,898,677	5,646	3,136	170	1,937,316	5,504	1,030	119	1,958,224	5,678	943	132	1,979,781	5,308	900	118	2,002,531	5,724	972	142
Boyacá	1,103,922	1,871	2,759	134	1,263,281	1,929	1,109	163	1,265,517	1,819	1,311	155	1,267,597	1,783	1,209	159	1,269,405	1,876	1,268	144
Caldas	997,503	4,674	3,119	111	974,514	4,789	1,579	96	976,438	3,879	1,257	95	978,362	3,327	1,354	111	980,267	4,015	1,456	103
Caquetá	381,386	381	286	24	436,443	491	207	18	442,033	610	177	26	447,723	356	140	20	453,588	207	118	33
Casanare	288,830	498	464	35	313,433	629	201	38	319,502	642	609	86	325,596	620	519	75	331,734	854	654	106
Cauca	1,116,926	1,083	983	118	1,297,594	1,708	902	127	1,308,090	1,472	768	114	1,318,983	342	752	179	1,330,756	1,349	807	163
Cesar	889,547	920	757	164	941,207	1,337	575	137	953,827	941	693	217	966,420	513	804	245	979,054	1,290	946	235
Choco	241,295	215	280	15	467,099	201	221	9	471,601	203	117	38	476,173	40	109	13	480,820	150	130	21
Córdoba	1,500,614	1,845	1,760	112	1,535,375	1,555	519	114	1,558,793	1,572	461	102	1,582,718	1,556	452	94	1,607,519	818	643	120
Cundinamarca	1,887,827	3,065	2,912	388	2,397,511	4,449	1,980	367	2,437,151	5,136	3,513	439	2,477,036	3,981	3,905	446	2,517,215	5,519	3,810	448
Guainía	36,464	n.d	n.d	n.d	37,084	23	1	n.d	37,705	55	1	1	38,328	n.d	n.d	n.d	38,949	43	-	1
Guaviare	75,591	14	45	5	100,208	81	13	6	101,759	70	21	7	103,307	72	101	4	104,846	2,234	26	-
Huila	1,026,106	1,638	2,384	137	1,054,430	1,914	1,685	143	1,068,820	1,651	1,298	161	1,083,200	1,558	1,251	201	1,097,584	531	1,287	176
La Guajira	639,069	166	173	68	763,439	74	186	84	791,027	78	219	91	818,695	398	167	119	846,641	1,252	147	98
Magdalena	1,070,140	1,015	1,032	129	1,180,051	1,166	720	122	1,190,585	1,484	780	122	1,201,386	1,124	566	125	1,212,559	2,372	555	113
Meta	745,904	1,910	1,909	163	835,461	1,898	1,192	185	853,115	2,270	998	241	870,876	1,833	1,198	213	888,802	2,384	1,391	188
Nariño	1,207,818	2,094	1,225	118	1,599,646	2,172	1,356	148	1,619,464	2,067	753	152	1,639,569	1,987	673	147	1,660,062	1	891	142
Norte de Santander	1,140,753	612	2,101	143	1,275,781	1,966	1,087	185	1,286,728	1,480	1,087	236	1,297,842	1,229	1,148	205	1,309,265	1,646	1,108	177
Putumayo	233,541	116	327	10	319,390	111	171	39	322,681	65	164	30	326,093	51	154	39	329,598	120	143	45
Quindío	542,752	3,971	2,428	82	543,532	4,336	1,729	83	546,566	3,991	1,643	91	549,624	2,810	1,204	68	552,755	2,589	1,270	54
Risaralda	904,959	4,914	3,663	136	914,170	4,888	1,716	108	919,653	4,899	1,530	128	925,105	4,522	1,570	115	930,518	5,436	1,639	107
San Andrés	71,613	n.d	n.d	n.d	72,167	73	205	13	72,735	12	153	11	73,320	70	170	20	73,925	60	198	12
Santander	1,954,318	7,133	5,908	302	1,989,609	5,894	3,447	327	2,000,045	6,437	3,376	327	2,010,404	6,134	3,261	281	2,020,604	7,158	3,473	325
Sucre	736,027	793	454	62	794,904	623	401	76	802,733	508	322	83	810,650	364	274	84	818,689	453	319	98
Tolima	1,290,211	5,202	6,213	155	1,378,937	5,036	2,105	161	1,383,323	4,957	2,413	180	1,387,641	3,727	2,173	192	1,391,876	3,169	2,057	195
Valle del Cauca	4,237,465	28,092	12,022	807	4,293,230	34,386	4,611	777	4,337,909	31,574	4,561	825	4,382,939	30,691	4,707	743	4,428,675	29,776	4,553	693
Vaupés	40,198	n.d	n.d	n.d	40,649	n.d	n.d	n.d	41,534	n.d	1	n.d	41,534	n.d	n.d	4	41,965	n.d	n.d	n.d
Vichada	45,218	9	36	10	60,494	16	36	6	62,071	n.d	37	7	63,670	12	46	5	65,282	41	70	3

Fuente. Corporación Fondo de Prevención Vial

**Estadísticas de accidentalidad en Colombia:** cada accidente son consignados en un formulario llamado “informe de accidente” por los agentes de tránsito o la entidad encargada de acuerdo con lo estimado en la resolución 4010 de marzo de 2002 del Ministerio de Transporte, esta información tiene que ser lo más concisa y completa posible, existen muchos factores sobre los cuales el manejo inadecuado de la recolección y digitalización de la información pueden afectar los resultados de las estadísticas de accidentalidad.

En la tabla 1, se presenta el registro histórico de los accidentes en Colombia entre el año 2007 y el año 2012.

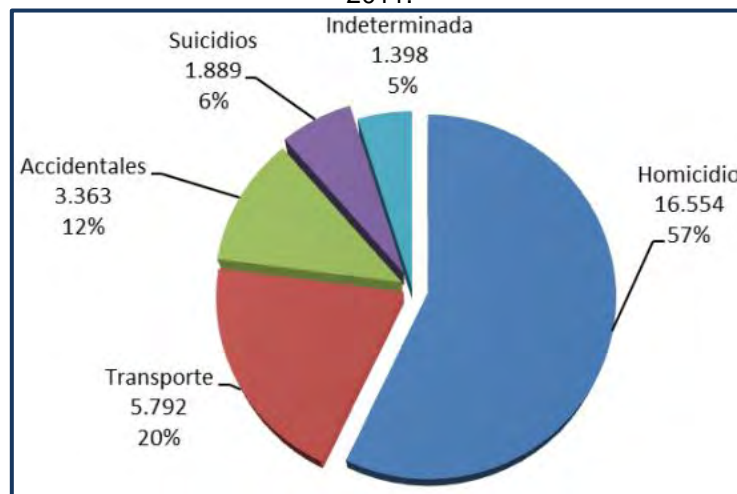
La figura 2 muestra la tasa de accidentes por cada 10.000 vehículos.

**Figura 2.** Evolución de la tasa de accidentalidad por cada 10000 vehiculos en Colombia periodo 2007 – 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

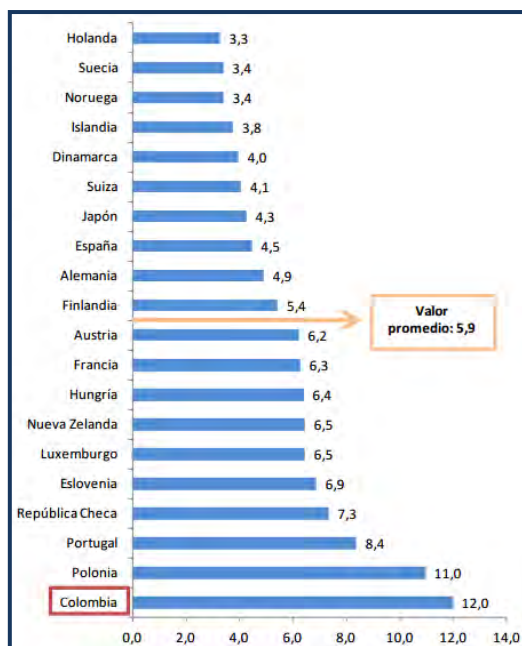
**Figura 3.** Participación de los accidentes de tránsito frente a otras causas de muerte violenta, Colombia, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

La tasa de muertos por cada 100.000 habitantes es un indicador que permite comparar la mortalidad en accidentes de tránsito entre varios países, independientemente de sus condiciones particulares.

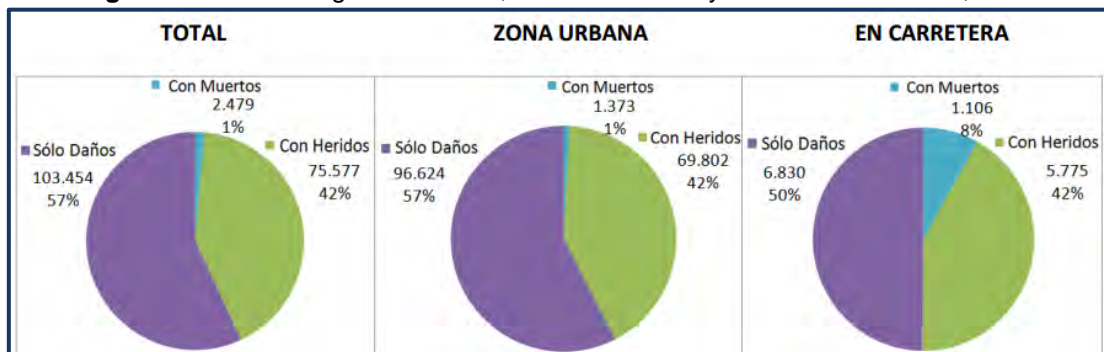
**Figura 4.** Tasa de número de muertos por cada 100000 habitantes según país, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

Como se observa en la figura 4, Colombia registra 12 muertos por cada 100.000 habitantes, lo cual es muy superior al promedio de la muestra (5,9). Así, Colombia se ubica como el país con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito de la muestra, seguida de Polonia y Portugal. Entre los países con menor tasa de mortalidad se encuentran Holanda, Suecia y Noruega, con tasas inferiores a los 3,5 muertos por cada 100.000 habitantes.

**Figura 5.** Niveles de gravedad total, en zona urbana y carretera. Colombia, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

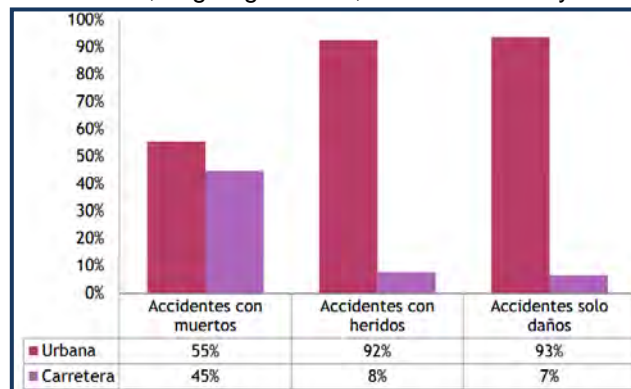
Durante 2011 se presentó un total de 78.056 accidentes graves, de los cuales 9 de cada 10 ocurrieron en zonas urbanas, mientras que el resto tuvo lugar en carretera. Los usuarios de motocicleta y los peatones representan la mayoría de víctimas en accidentes clasificados como graves, tanto en el ámbito urbano como en carretera. La tabla 2, muestra a los usuarios de la vía involucrados en accidentes graves, así como el total de muertos a escala urbana y en zona rural. En la figura se observa que los actores más vulnerables por cada 1.000 accidentes graves son los peatones y los motociclistas, quienes representan cerca del 50% y el 25%, respectivamente.

**Tabla 2.** Número de muertos en accidentes de tránsito, según usuario de la vía y zona de ocurrencia. Colombia, 2011.

Modo de transporte	Total muertos, año 2011	Total muertos en zona urbana, año 2011	Total muertos en zona rural, año 2011
Motocicleta	2.296	1.445	851
Peatón	1.552	1.230	322
Particular	392	150	242
Bicicleta	324	226	98
Transporte de pasajeros	277	91	186
Transporte de carga	119	29	90
Otro	37	13	24

**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

**Figura 6.** Distribución de accidentes, según gravedad, en área urbana y en carretera, Colombia, 2011.

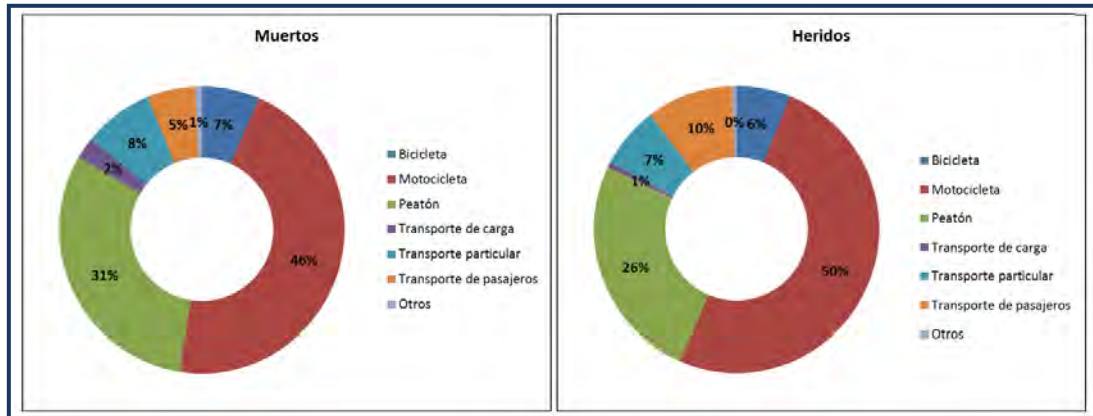


**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

Al discriminar los accidentes de acuerdo con el nivel de gravedad y con su ubicación, se obtiene una distribución porcentual según la cual los accidentes en zonas urbanas superan en todas las categorías a los accidentes en carretera. Por otra parte, en la gráfica se observa que las muertes que suceden en carretera son mucho más significativas respecto al porcentaje de accidentes con heridos y solo daños (7% y 8% respectivamente), luego se evidencia que, comparado con el total de muertes, las ocurridas en carretera representan casi la mitad (45%).



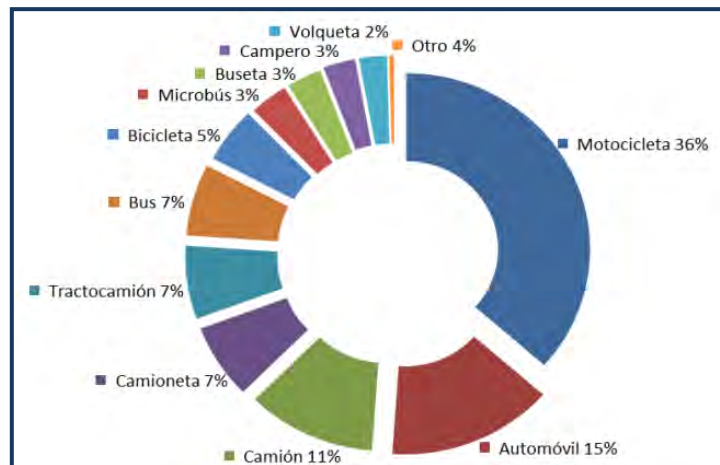
**Figura 7.** Heridos y fallecidos en accidentes de tránsito, según usuario de la vía, Colombia, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

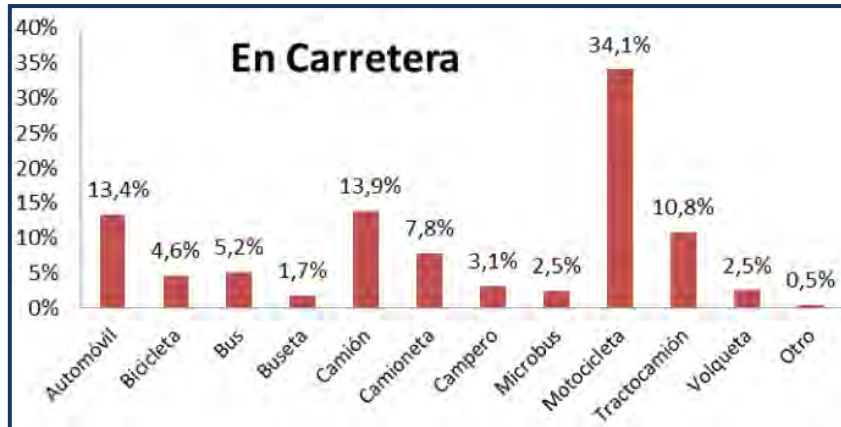
La figura 7 muestra la distribución porcentual de las víctimas en accidentes de tránsito según el usuario de la vía. Como se puede observar, la participación del motociclista y el peatón representan más del 70% de las víctimas, tanto para heridos como para muertos. Es importante resaltar que el usuario de motocicleta es el que aporta el mayor número de víctimas: el 46% del total de muertos y el 50% del total de heridos. El peatón ocupa el segundo lugar, con una participación del 31% en víctimas fatales y del 26% de los heridos. Se destaca la participación del transporte particular en los muertos, con el 8%, y la del transporte de pasajeros en heridos, con el 10%.

**Figura 8.** Distribución de vehículos involucrados en accidentes de tránsito fatales, Colombia, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

**Figura 9.** Distribución de vehículos involucrados en accidentes con muertos in situ en carretera, Colombia, 2011.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

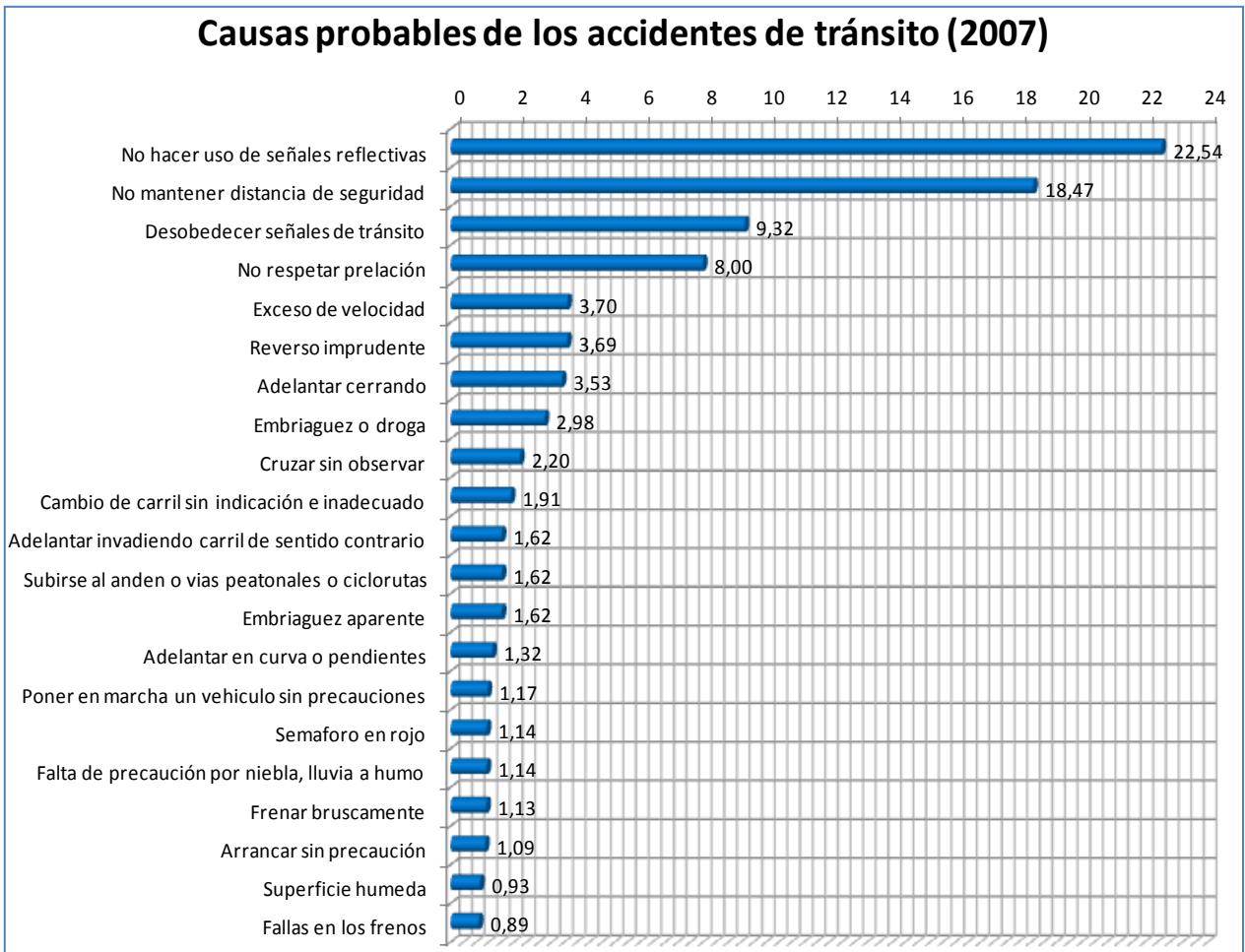
**Causas probables de los accidentes:** la tabla 3 y las figuras 10 y 11 muestran las causas probables más comunes de los accidentes ocurridos en Colombia.

**Tabla 3.** Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007.

Causa Probable	%
No hacer uso de señales reflectivas	22,54
No mantener distancia de seguridad	18,47
Desobedecer señales de tránsito	9,32
No respetar prelación	8,00
Exceso de velocidad	3,70
Reverso imprudente	3,69
Adelantar cerrando	3,53
Embriaguez o droga	2,98
Cruzar sin observar	2,20
Cambio de carril sin indicación e inadecuado	1,91
Adelantar invadiendo carril de sentido contrario	1,62
Subirse al andén o vías peatonales o ciclorutas	1,62
Embriaguez aparente	1,62
Adelantar en curva o pendientes	1,32
Poner en marcha un vehículo sin precauciones	1,17
Semaforo en rojo	1,14
Falta de precaución por niebla, lluvia a humo	1,14
Frenar bruscamente	1,13
Arrancar sin precaución	1,09
Superficie húmeda	0,93
Fallas en los frenos	0,89

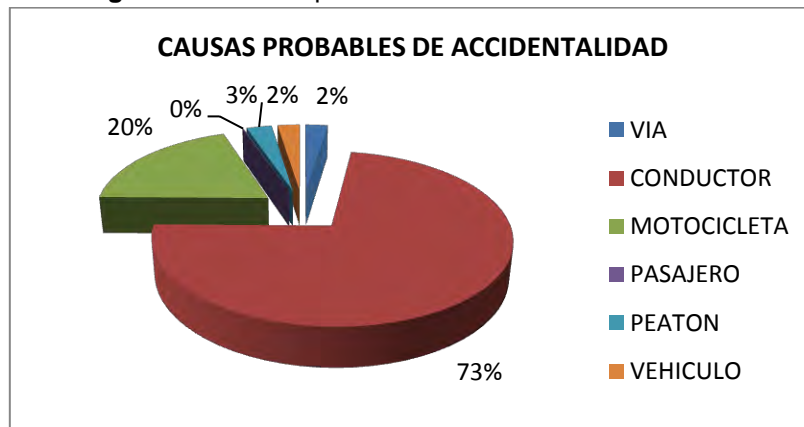
**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

**Figura 10.** Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

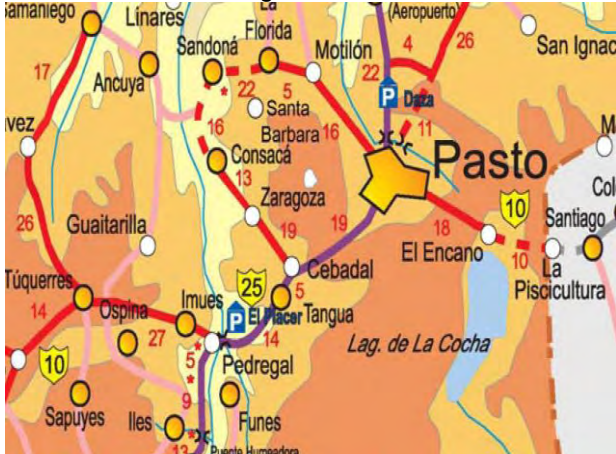
**Figura 11.** Causas probables de accidentes de tránsito.



**Fuente:** Corporación Fondo de Prevención Vial

## 1.5 RUTA 2501 TRAMOS PR 45+000 – PR 83+000 VÍA IPIALES – PASTO

**Imagen 1.** Localización general del tramo de vía Pedregal – Pasto



Fuente: google maps.

**Imagen 2.** Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pasto – Pedregal



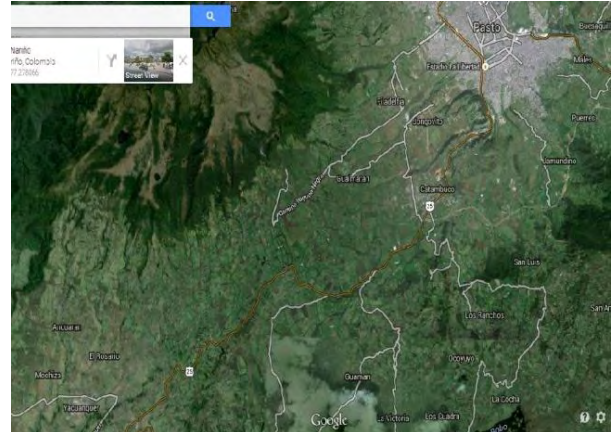
Fuente: google earth.

**Imagen 3.** Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pedregal – Pasto



Fuente: google earth.

**Imagen 4.** Accidentes geográficos del tramo de vía vista dirección Pasto - Pedregal



Fuente: google earth.

La Ruta Nacional 25, comúnmente llamada Troncal de Occidente o Troncal Occidental, hace parte del corredor vial Nacional de Colombia que parte del Puente Rumichaca en la Frontera con Ecuador y termina en la ciudad de Barranquilla. Es la principal vía del Occidente del país y hasta el momento la única vía que bordea el Pacífico debido a la no terminación de la Ruta 5.

Según el Decreto 1735 de 2001 del Ministerio de Transporte y a cargo del Instituto Nacional de Vías, la Ruta Nacional 25 fue rebautizada como la Troncal de Occidente y generalmente tomó gran parte de los tramos y ramales que conforma la Ruta 25 aunque también de la Ruta 31.

Tiene una extensión de 1.498,13 km siendo una de las rutas más extensas del país. La ruta se encuentra pavimentada en su totalidad.

El Ministerio de Transporte, en base al proyecto de los Corredores de Competitividad, ha iniciado la adjudicación de dobles calzadas en diversas vías del país que incluye sectores de la Ruta 25 como Puente internacional de Rumichaca-Pasto, Popayán-Cali, La Paila(Zarzal)-Medellín y Caucasia-Carreto(San Juan de Nepomuceno).

El tramo evaluado de la ruta 2501, que corresponde a la vía primaria denominada Panamericana, que conecta la ciudad de Pasto hasta el corregimiento del Pedregal del municipio de Imues, cruza zonas pobladas como el Placer, Tangua, el Cebadal y Catambuco además de un peaje ubicado en el PR 56+000, desde el Pedregal hasta la ciudad de Pasto tiene una extensión de 38 km de vía pavimentada en asfalto.

Debido a que la ciudad de Pasto está en un valle interandino a una altitud de 2.527 msnm y se encuentra al pie del volcán Galeras, la precipitación y la nubosidad son bastante altas. La temperatura promedio anuales es de 13,3 °C, la visibilidad es de 10 km y la humedad es de 60% a 88%. En promedio tiene 211 días lluviosos al año. Las lluvias en el área del altiplano nariñense oscilan entre 1.000 mm a 1.500 mm con una variación a lo largo del corredor que tiende a disminuir al aproximarse a Ipiales. Hacia Ipiales las temperaturas disminuyen situándose en medias de 11 °C.

Los accidentes orográficos del corredor vial son propios del altiplano del nudo de los Pastos, transcurren entre el Valle de Atriz, la meseta de Túquerres e Ipiales y el cañón del Guaitara.

Pedregal siendo una vereda del municipio de Imues ubicado a una altura de 1780 msnm posee un clima templado de aproximadamente 23°C, por su situación geográfica, la topografía es irregular, con relieves quebrados, pendientes, zonas planas y onduladas que se encuentran incrustadas en la cordillera occidental, en las laderas del pie del cerro Cambutes, igualmente se puede observar en su parte limítrofe, que existen una estribaciones formadas por el cañón del río Guaitara

## 2 METODOLOGÍA

**Tabla 4.** Causas probables diseño metodológico de la investigación

<b>Objetivo</b>	<b>Meta</b>	<b>Actividad</b>
Recopilación de información.	Obtener información suficiente para realizar la investigación planteada.	Recolección de planos, estudios realizados en inventarios viales, señalización y datos de accidentalidad.
Análisis de la información de accidentalidad	Determinar las zonas y puntos críticos de accidentalidad en base a los datos recolectados.	Calcular los indicadores de accidentalidad y compararlos en todo el tramo para determinar los puntos y zonas críticos del tramo y ubicarlos en el plano de la vía
Actualización de información sobre señalización vial.	Obtener información del estado de la señalización en la vía.	Inspección visual, documentación fílmica y fotográfica de los distintos tipos de señalización existente en el tramo, y realizar una actualización de las señales en planos y un formato en Excel
Generación de listado de chequeo	Analizar el estado de la vía en cuanto a dispositivos de seguridad vial, señalización, elementos de diseño geométrico y el estado de la infraestructura.	Diligenciar formatos de listas de chequeo
Análisis de información del diseño geométrico	Determinar aspectos de diseño de curvas y velocidad de diseño que genere incidencia en accidentalidad, identificando puntos de accidentalidad y posibles puntos críticos potenciales.	Realizar un cuadro comparativo entre radios de curvatura existente, velocidad de operación, velocidad de diseño y radios mínimos de curvatura de diseño

Análisis de puntos y zonas críticas de accidentalidad	Determinar las zonas y puntos críticos donde generen peligro a los usuarios de la vía, y determinar las posibles causas	Juntar los análisis realizados y plasmarlos en el plano y en un informe que identifique los puntos de accidentalidad y sus posibles causas
Elaboración de memorias	Generar un informe final con la recopilación de los datos y conclusiones	Organizar la información total de la investigación en un documento físico y magnético

## **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Las técnicas para la recolección de datos fueron las siguientes: observación, el análisis documental, el análisis de contenido y la interpretación. En esta actividad se agrupó y organizó la mayor cantidad de información disponible en cuando a planos de la vía analizada, estudios realizados sobre señalización vial, auditorías viales y datos de accidentalidad correspondientes de las diferentes entidades responsables.

## **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE ACCIDENTALIDAD**

Con la información suministrada por las diferentes entidades sobre accidentalidad, morbilidad y mortalidad en la vía, se procedió a la ubicación dentro de un plano los datos detallando año, hipótesis y tipo de accidente, posteriormente se realizó un análisis estadístico de los datos, con los cuales se determinó los puntos y zonas de mayor accidentalidad y peligrosidad en la vía.

## **ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE SEÑALIZACIÓN VIAL**

Se realizara una inspección visual, documentación fílmica y fotográfica de los distintos tipos de señalización existente en el tramo de la vía Pedregal - Pasto, detallando la localización correspondiente a la abscisa, tipo de señal y las condiciones en que se encuentra, estas señales serán plasmadas en el mismo plano donde se ubicó los puntos de accidentalidad, y donde se identificara gráficamente cada una con los datos correspondientes, y se generara un formato en Excel con los detalles ya mencionados.

## **GENERACIÓN DEL LISTADO DE CHEQUEO**

El listado de chequeo se realizó a partir de visitas de campo, registro fílmico y fotográfico de los cuales se obtuvo la información necesaria de los diferentes dispositivos de seguridad vial existentes en la carretera, la incidencia de los elementos de diseño geométrico y el estado de la infraestructura para el completo diligenciamiento de los formatos.

## **ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO**

Se realizó un análisis general del diseño geométrico de la vía de acuerdo al plano y la información obtenida, con el fin de determinar la incidencia de las deficiencias del diseño en la generación de accidentes, verificado de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, relacionando los radios de curvatura existentes con la velocidad de operación y la velocidad de diseño; y radios de curvatura de diseño de acuerdo a la velocidad de operación, finalmente se identificó puntos de accidentalidad y posibles puntos críticos potenciales.

## **ANÁLISIS DE PUNTOS Y ZONAS CRÍTICAS DE ACCIDENTALIDAD**

Con el análisis de los datos estadísticos de accidentalidad y la información generada por el análisis de diseño geométrico, y con la ayuda del listado de chequeo se identificó los puntos y zonas de accidentalidad finales, donde la investigación determino que son lugares propensos a sufrir accidentes de alta complejidad comprometiendo la vida humana en estos eventos.

Realizando un análisis general de cada punto o zona indicando la falencia por la cual podría estar identificada como sitio de accidentalidad.

## **ELABORACIÓN DE MEMORIAS**

Con la información recopilada, datos, análisis y conclusiones de la investigación se procedió a elaborar un informe con el fin de documentar el proceso elaborado, en medio físico y magnético para su fácil accesibilidad y estudio.



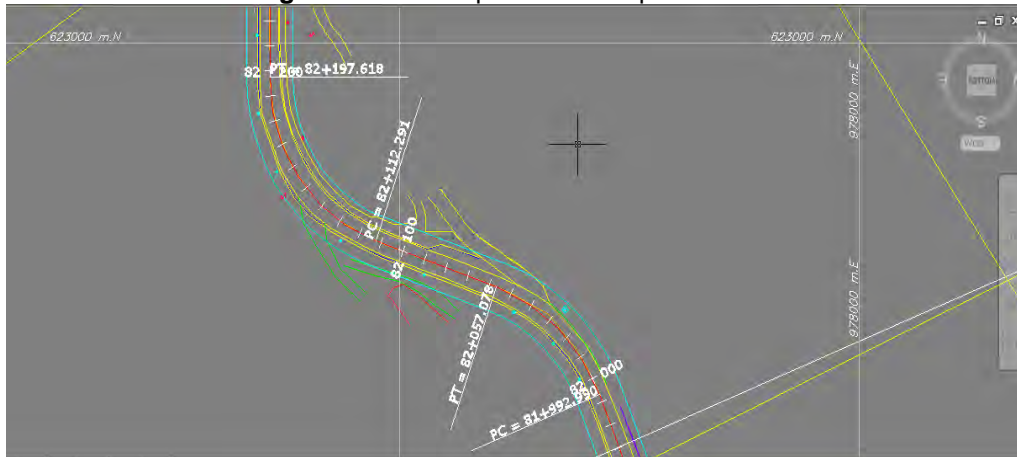
### 3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En el proceso de búsqueda de información, se logró encontrar documentación con respecto a auditorías de seguridad vial (ASV) que dieron información muy valiosa como marco teórico, que sirvió para guiar el proceso de evaluación de accidentalidad, además de la comprensión del uso de los listados de chequeo, su utilización, y como aplicarlos.

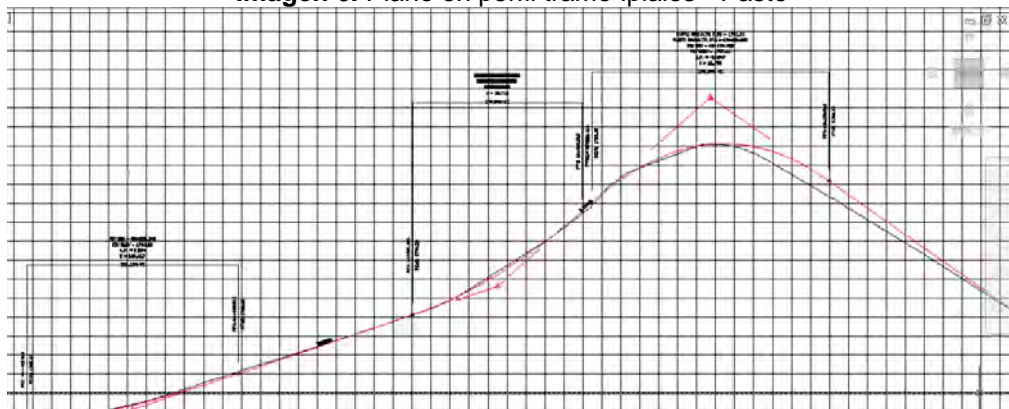
Se logró obtener planos geométricos en planta y perfil de la vía Ipiales – Pasto, donde están ubicados los diseños de las curvas horizontales y verticales con los correspondientes datos, ubicada vías que conectar con esta, viviendas en general, coordenadas de ubicación Este – Norte y abscisado.

Los planos fueron obtenidos del Ministerio de Transporte y la entidad DEVINAR de los “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, GESTIÓN PREDIAL, GESTIÓN AMBIENTAL, FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO VIAL RUMICHACA – PASTO – CHACHAGUI - AEROPUERTO”

**Imagen 5.** Plano en planta tramo Ipiales - Pasto



**Imagen 6.** Plano en perfil tramo Ipiales - Pasto



Se obtuvo el listado de chequeo de una investigación realizada en Cali, de auditoría de seguridad vial (ASV) la cual se usó el formato y se lo adecuó a las necesidades de la zona, donde se evalúan 16 (dieciséis) ítems, los cuales se encuentran: Señalización Vertical, Señalización Horizontal, Delineación, Semáforos, Iluminación, Pavimentos, Bermas, Puentes, Túneles, Barreras, Velocidad Y Visibilidad, Alineación Y Sección, Intersección, Usuario Vulnerable, Estacionamiento, Varios.

**Imagen 7. Listado de chequeo ASV Cali**

Lista de Chequeo, Auditoría de Seguridad Vial		VI. Pavimento
Jefe del Equipo		Revisado
Nombre		
Firma		
Fecha		
COMENTARIOS		
1	<b>Defectos en el Pavimento</b>	
2	¿Está el pavimento relativamente libre de defectos, surcos, ondulaciones y/o similares, que podrían generar situaciones de riesgo?	
3	¿Se percibe condiciones de deformación, ahuellamiento o similar?	
4	<b>Resistencia al Deslizamiento</b>	
5	¿Existe una resistencia adecuada al deslizamiento, particularmente en curvas, pendiente pronunciadas, y acercamiento a intersecciones?	
6	¿Se observan indicaciones de frenado abrupto?	
7	<b>Drenaje de la superficie</b>	
8	¿El pavimento está libre de zonas de estancamiento o capas de agua?	
9	¿Es adecuado el resalte y bombeo de la calzada?	
I Señ. Vert.   II Señ. Hor.   III Delineación   IV Semáforos   V Iluminación   VI Pavimento   VII Bermas   VIII Puentes   IX Túneles   X Barreras   XI Visibilidad		

Se consiguió los datos de accidentalidad por parte de Policía de Carreteras y la Secretaria de Tránsito y Transporte – Pasto, en formatos sencillos en Excel, ya que los formatos que manejan de recolección de datos de accidentes, son digitalizados, y enviados a Bogotá, para su posterior procesamiento, es así que la información obtenida fue la siguiente: abscisa, clase de accidente, fecha, hora, hipótesis de accidente, y año en el cual ocurrió el evento, las tablas especifica los eventos donde se presentaron accidentes con heridos y accidentes con occisos.

**Tabla 5. Datos de accidentalidad (Anexo 5)**

ACCIDENTALIDAD TRAMO PASTO - IPIALES JURISDICCIÓN MUNICIPAL AÑO 2012 (ENERO - MAYO) (STTM)										
DIRECCIÓN	FECHA	HORA	GRAVEDAD	CLASE DE ACCIDENTE	VEHÍCULO INVOLUCRADOS				CANT. HERIDOS	CANT. MUERTOS
					VEH. 1		VEH. 2			
KM 82 + 300	07/02/2012	07:45	DAÑOS	VOLCAMIENTO	CAMIONETA	OFIC			0	0
KM 81	25/02/2012	15:45	DAÑOS	CHOQUE	AUTO	PART	AUTO	PART	0	0
VÍA SUR CHAPALITO	15/03/2012	06:50	DAÑOS	CHOQUE	AUTO	PART	CAMIONETA	OFIC.	0	0
KM 81 + 800	23/04/2012	07:50	DAÑOS	CHOQUE	MOTO	PART	CAMIONETA	PART	0	0
KM 81 + 000	08/05/2012	17:00	DAÑOS	CHOQUE	AUTO	PART	CAMIONETA	PART	0	0

**Fuente:** Policía de Carreteras

**Tabla 6. Datos de accidentalidad (Anexo 5)**

LESIONADOS RUTA RUMICHACA - PASTO TRAMO VIAL PEDREGAL KM 45 HASTA PASTO KM 83 (POLICÍA DE CARRETERAS)										
ABSC.	CLASE ACCIDENTE	FECHA	HORA	HIPÓTESIS	2009	2010	2011	2012	2013	2014
46+400	CHOQUE	20-mar-12	19:15	ADELANTAR EN CURVA O PENDIENTES.				1		
46+600	CHOQUE	10-oct-12	10:30	EXCESO DE VELOCIDAD				6		
46+800	CHOQUE	27-ene-12	12:50	ADELANTAR EN CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO.				1		
47+000	CHOQUE	06-jul-10	20:30	SUPERFICIE HÚMEDA		2				
47+450	CHOQUE	15-abr-12	13:50	NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD				1		
49+100	CHOQUE	08-feb-11	15:00	ADELANTAR EN CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO.			2			
52+150	CHOQUE	28-abr-12	12:00	ADELANTAR EN ZONA PROHIBIDA				1		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA</b>					<b>18</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>6</b>

<b>TOTAL HERIDOS</b>	<b>118</b>
<b>TOTAL EVENTOS</b>	<b>73</b>

MUERTOS RUTA RUMICHACA - PASTO TRAMO VIAL PEDREGAL KM 45 HASTA PASTO KM 83(POLICÍA DE CARRETERAS)										
ABSC.	CLASE ACCIDENTE	FECHA	HORA	HIPÓTESIS	2009	2010	2011	2012	2013	2014
47+500	CAÍDA OCUPANTE	27-jul-10	02:45	FALLAS EN LA DIRECCIÓN		1				
48+000	VOLCAMIENTO	26-mar-11	11:50	EXCESO EN HORAS DE CONDUCCIÓN.			1			
51+350	CHOQUE	15-may-12	14:07	EXCESO DE VELOCIDAD				1		
52+300	CHOQUE	05-mar-11	16:15	SUPERFICIE HÚMEDA			2			
55+100	CHOQUE	11-may-13	11:20	EXCESO EN HORAS DE CONDUCCIÓN.					1	
55+440	CHOQUE	26-ene-11	14:15	TRANSITAR DISTANTE DE LA ACERA			1			
57+000	ATROPELLO	23-mar-12	21:00	CRUZAR SIN OBSERVAR				1		
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>INFORMACIÓN SUMINISTRADA</b>					<b>2</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>2</b>

<b>TOTAL OCCISOS</b>	<b>49</b>
<b>TOTAL EVENTOS</b>	<b>34</b>

Fuente: Secretaría de Tránsito y Transporte de Pasto

## **4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE ACCIDENTALIDAD**

“Las dos consecuencias principales del problema del tránsito lo constituyen la accidentalidad y el congestionamiento. De ellos, el primero es de orden vital y por eso de gran importancia, ya que significa grandes bajas entre la población, por el resultado en muertos y heridos, además de la pérdida económica. Actualmente el problema de seguridad vial es un tema de atención prioritaria por parte de los gobiernos, principalmente por tres tipos de razones: humanitarias, de salud pública y económica. Hoy en día los accidentes de tránsito en calles y carreteras, según datos de la Organización Mundial de Salud (OMS), ocasionan en todo el mundo alrededor de un millón de muertes por año y 20 millones de personas lesionadas, para una población de orden de 6 mil millones de habitantes, la mayoría de estas víctimas ocurre en los países en desarrollo, y las cifras aumentan en la medida en que su parque automotor crece.”  
(Ingeniería de tránsito Rafael Cal y Mayor R.)

### **ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD**

Fue necesario encontrar o determinar ciertas relaciones que permitieron conocer el cuadro completo en el aspecto de accidentes. Se relacionó los accidentes con las causas aparentes y reales, los tipos de accidentes, la frecuencia, la ubicación, etc. Del uso correcto de los datos recopilados, o sea la estadística, se destacan los datos ya anunciados y que serán auxiliar insustituible en la labor preventiva.

### **CAUSAS APARENTE Y REALES**

El agente de tránsito es la persona con la responsabilidad oficial de rendir el informe de cada accidente de tránsito. En su informe esta la base de la estadística vital de tránsito. De acuerdo con el criterio de esta persona, los informes perfilan la “causa” del accidente. Solo podrá ser “causa aparente” hasta tanto el análisis correspondiente dictamine la “causa real” Bastante importante en sí, será la información que se logre acumular de los accidentes por: ubicación, frecuencia, saldos, etc. Analizando debidamente las causas aparentes, con frecuencia se puede determinar las causas reales. Estas permitirán saber si la falla de la operación del tránsito dependió de la carretera, el vehículo o el usuario. Al determinar la causa real, será fácil fijar las medidas necesarias para contrarrestarla, eliminando o disminuyendo el resultado negativo.

**Tabla 7. Datos de TPD vías de Colombia**

ESTAC. No.	PR. DE LA ESTACIÓN	SECTOR	CODIGO VIA	LONGITUD. (KM).	SERIE HISTÓRICA Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL TPDs																
					TERRITORIAL MARIÑO																DES. VÍA. ESTAND.(0)
					1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		
301	102+0000	LA UNION-HIGUERONES	2501A	13	169	224	350	192	257	466	535	372	362	269	641	342	394	359	455	126	
					56-18-26	65-10-25	45-17-38	61-10-29	62-15-23	73-10-17	80-6-14	51-22-27	60-10-27	63-16-21	51-11-38	62-16-22	58-12-30	53-3-38	53-11-30		
303	56+0050	EL EMPATE-LA UNION	2501A	33	309	170	202	186	279	273	186	329	312	369	228	414	478	294	504	105	
					58-19-23	50-19-31	56-16-28	54-20-26	50-23-21	52-24-24	49-11-40	70-9-21	45-24-31	61-21-18	62-17-21	68-18-14	72-15-13	67-10-23	71-14-15		
304	38+0000	PASTO-EL EMPATE	2501A	52	350	319	442	739	1,125	619	307	554	1,298	587	760	1,006	527	753	681	291	
					54-19-27	54-33-13	58-30-12	67-19-14	78-10-12	74-3-17	55-9-36	75-16-9	82-6-12	71-11-18	71-15-14	74-15-11	71-16-13	77-8-15	75-8-17		
307		PEDREGAL-CEBADAL		19	4,005	4,115	4,007	3,834	3,873	3,650	4,090	3,731	4,166	4,668	--	3,380	5,274	4,151	4,636	434	
					71-6-23	69-8-23	75-5-20	72-6-22	68-10-19	71-9-20	73-6-21	68-9-23	71-8-21	71-7-22	--	70-7-23	63-11-26	65-8-27	72-8-20		
308	27+0000	CEBADAL-CONSACA	2501B	32	549	414	357	440	311	820	311	401	504	502	594	640	532	511	892	168	
					59-10-31	57-9-34	68-12-20	56-12-32	66-12-22	64-10-26	71-9-20	66-14-20	71-6-23	80-7-13	74-9-23	70-7-23	82-3-15	80-3-17	84-4-12		
309		CEBADAL-PASTO		19	4,800	5,146	4,637	4,426	4,536	5,809	4,457	4,548	4,754	5,318	--	4,424	4,382	5,385	7,095	747	
					71-6-23	72-6-22	70-10-20	74-6-20	76-7-17	70-11-19	73-6-21	72-7-21	73-7-20	73-8-19	--	71-8-21	71-7-22	74-7-18	73-7-20		
310		SAN JUAN-PEDREGAL		27	3,053	3,198	2,529	2,652	2,637	2,855	2,710	2,758	2,466	3,076	--	3,214	3,094	3,232	4,004	399	
					73-6-21	73-6-21	73-5-22	72-6-22	71-7-22	72-9-19	69-7-24	67-8-25	66-11-23	68-10-22	--	68-10-22	68-7-25	66-9-25	70-4-26		
311	107+0200	TUQUERRES-PEDREGAL	1002	31	1,316	1,327	1,332	1,313	1,307	1,536	1,554	1,346	1,709	1,908	1,658	1,501	1,470	1,270	2,290	281	
					72-6-22	73-6-21	68-6-26	71-7-22	75-7-18	67-12-21	74-8-18	65-12-23	72-7-21	70-10-17	70-9-21	73-9-18	72-8-20	69-8-24	57-8-35		
312	75+0000	CRUCERO MOTILON-PASTO	2501B	16	840	836	729	1,579	1,199	1,517	1,747	1,805	1,057	1,941	1,652	1,617	1,450	1,233	1,273	378	
					75-12-13	75-8-17	75-11-14	80-9-11	77-10-13	82-8-10	87-3-10	73-16-11	79-6-15	81-8-11	87-5-8	87-5-8	85-7-8	86-4-10	80-4-16		
313	0+0000	PUNTE INTERNACIONAL RUMICHACA	2501	3	8,056	8,543	9,684	4,751	7,364	6,501	7,212	8,359	9,536	11,876	--	13,114	12,610	11,948	12,669	2600	
					88-1-11	87-1-12	88-1-11	85-2-13	85-1-14	88-1-11	88-4-8	84-4-12	87-2-11	87-2-11	--	88-1-11	97-1-2	91-0-3	91-0-3		

Fuente: INVIAS, Instituto Nacional de Vías

## MAGNITUD DEL PROBLEMA

Al relacionar los saldos en muertos y heridos, proporcionalmente con la población, con los vehículos, o con el kilometraje recorrido, se dispuso de cifras acerca del comportamiento de la accidentalidad, que dieron la escala para juzgar la magnitud del problema.

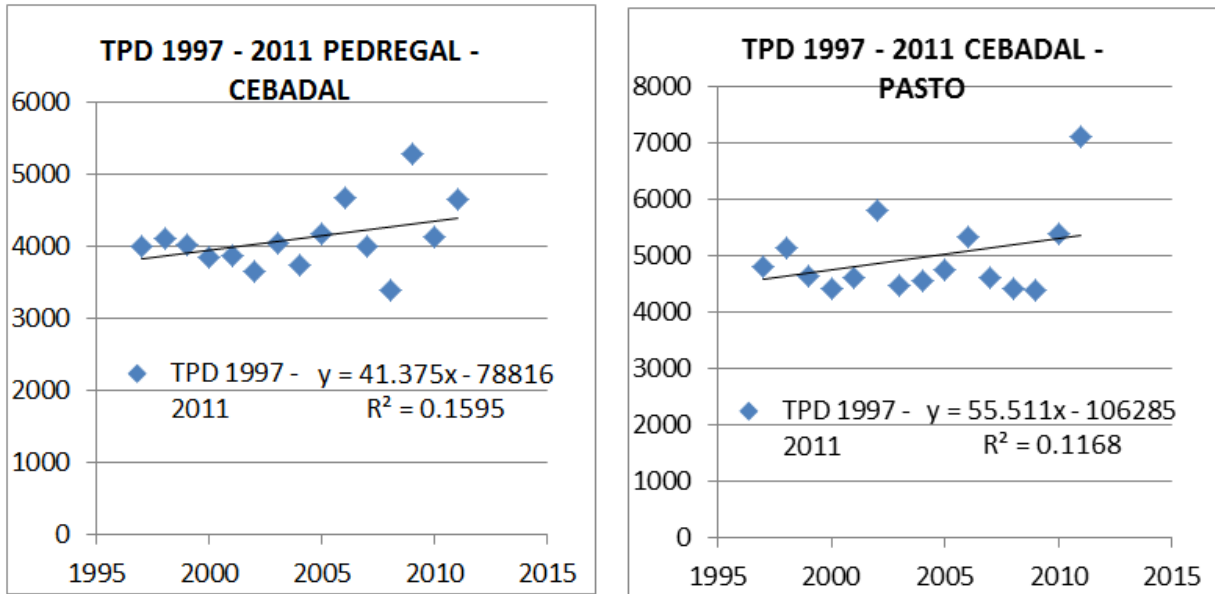
## ASIGNACIÓN DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO (TPD)

La información de los TPD se presenta en la página Web de INVIAS para los años 2009, 2010 y 2011 y los años 2012, 2013 y 2014 se obtuvo de la extrapolación con datos de años anteriores.

**Tabla 8.** Datos de TPD vía Pedregal – Pasto 1997 – 2014

TPD 1997 - 2014 PEDREGAL - CEBADAL				TPD 1997 - 2014 CEBADAL - PASTO			
AÑO	TPD	AÑO	TPD	AÑO	TPD	AÑO	TPD
1997	4005	2006	4668	1997	4800	2006	5318
1998	4115	2007	4000	1998	5146	2007	4600
1999	4007	2008	3380	1999	4637	2008	4424
2000	3834	2009	5274	2000	4426	2009	4382
2001	3873	2010	4131	2001	4596	2010	5385
2002	3650	2011	4636	2002	5809	2011	7095
2003	4030	2012	4431	2003	4457	2012	5403
2004	3731	2013	4472	2004	4548	2013	5459
2005	4166	2014	4513	2005	4754	2014	5514

**Figura 12.** Tendencia TPD vía Pedregal – Pasto 1997 – 2014



#### 4.1 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD

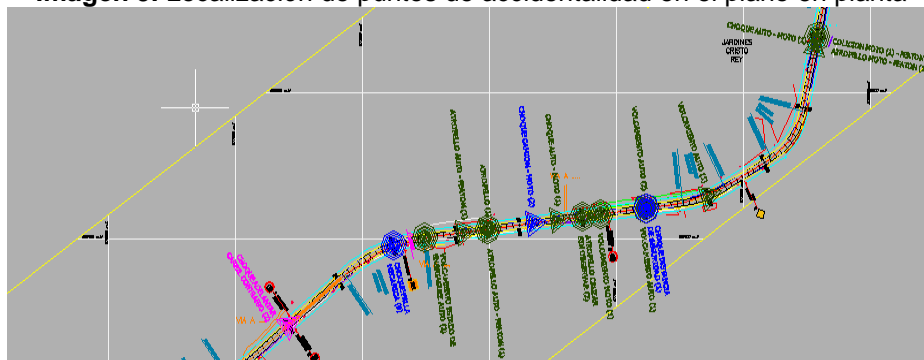
**Plano de accidentalidad:** de acuerdo a la información suministrada por Policía de Carreteras y la Secretaria de Tránsito y Transporte – Pasto, se consignó los eventos en el plano de accidentalidad conjunto con la de señalizaciones, para los eventos con heridos los sitios fueron consignados en el plano con un triángulos y cada año fue representado con un color distinto, acompañado de un texto al lado izquierdo de la vía en dirección Ipiales – Pasto (I-P) que indica la hipótesis de accidentalidad y la cantidad de heridos, para los eventos ocurridos con occisos en estos accidentes, se siguió en el

plano el mismo procedimiento que el realizado con los puntos de heridos, se consignó en el plano circunferencias con diferente color por año acompañado con un texto de lado derecho de la vía en dirección Ipiales – Pasto (I-P) donde se muestra la hipótesis de accidentalidad  
(Para más información ir al anexo 1)

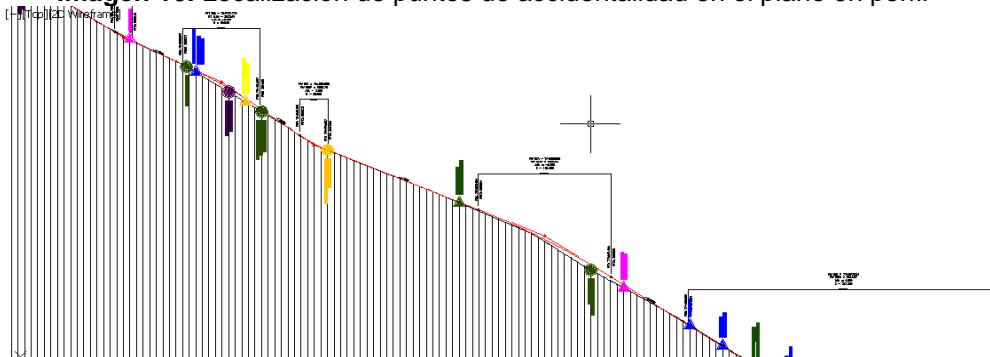
**Imagen 8.** Convención de accidentalidad morbilidad - mortalidad



**Imagen 9.** Localización de puntos de accidentalidad en el plano en planta

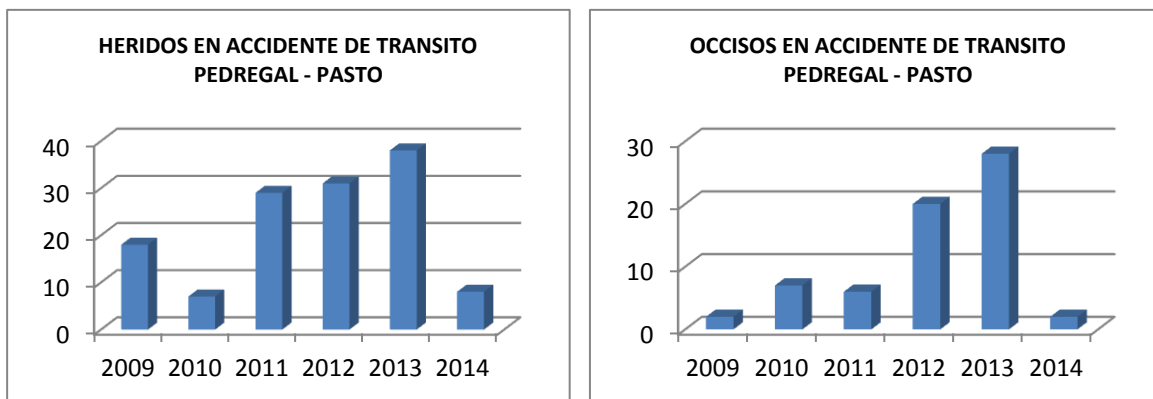


**Imagen 10.** Localización de puntos de accidentalidad en el plano en perfil



#### 4.1.1 Análisis estadístico

**Figura 13.** Accidentalidad por año, policía de carreteras y STTP



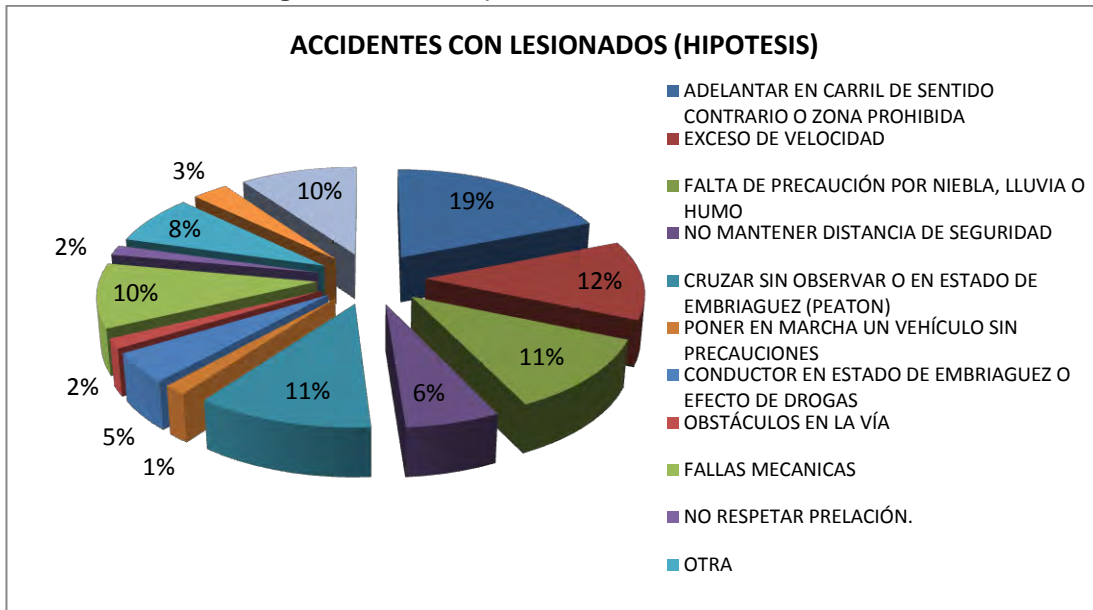
##### 4.1.1.1 Causas probables de accidentes

**Tabla 9.** Causas probables de accidentes con lesiones

ACCIDENTES CON LESIONADOS (HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD)		
HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD	LESIONADOS	%
ADELANTAR EN CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO O ZONA PROHIBIDA	25	19,08
EXCESO DE VELOCIDAD	16	12,21
FALTA DE PRECAUCIÓN POR NIEBLA, LLUVIA O HUMO	15	11,45
NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD	8	6,11
CRUZAR SIN OBSERVAR O EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ (PEATÓN)	15	11,45
ARRANCAR SIN PRECAUCIÓN Y GIRO EN U	2	1,53
CONDUCTOR EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ O EFECTO DE DROGAS	6	4,58
OBSTÁCULOS EN LA VÍA	2	1,53
FALLAS MECÁNICAS	13	9,92
NO RESPETAR PRELACIÓN.	2	1,53
OTRA	10	7,63
PASAJEROS OBSTRUYENDO O SOBRECUPO	4	3,05
SIN HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD	13	9,92
<b>TOTAL</b>	<b>131</b>	<b>100</b>



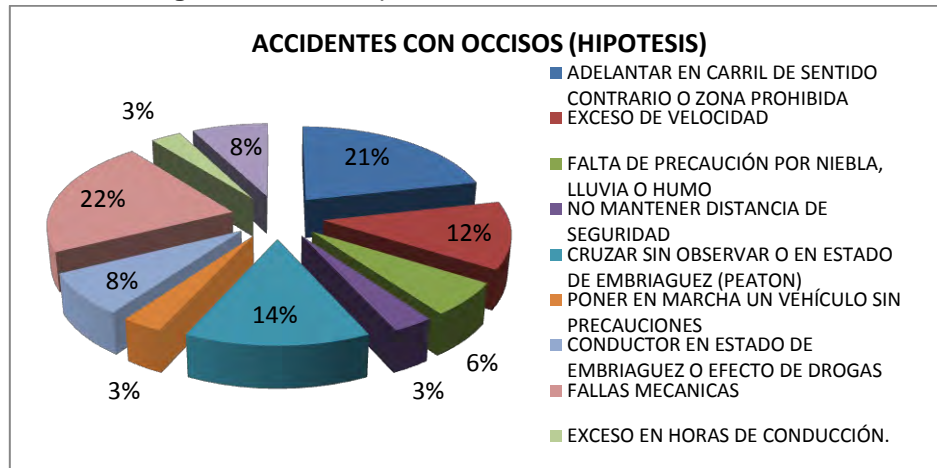
**Figura 14.** Causas probables de accidentes con lesionados



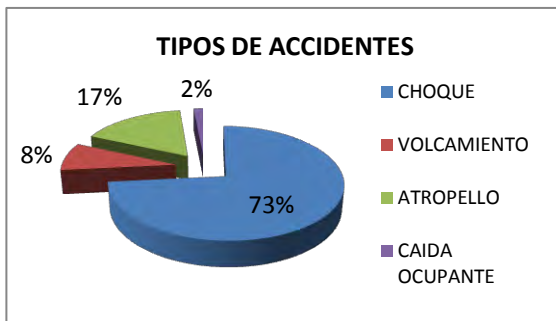
**Tabla 10.** Causas probables de accidentes con occisos

ACCIDENTES CON OCCISOS (HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD)		
HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD	OCCISOS	%
ADELANTAR EN CARRIL DE SENTIDO CONTRARIO O ZONA PROHIBIDA	14	21,54
EXCESO DE VELOCIDAD	8	12,31
FALTA DE PRECAUCIÓN POR NIEBLA, LLUVIA O HUMO	4	6,15
NO MANTENER DISTANCIA DE SEGURIDAD	2	3,08
CRUZAR SIN OBSERVAR O EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ (PEATÓN)	9	13,85
PONER EN MARCHA UN VEHÍCULO SIN PRECAUCIONES	2	3,08
CONDUCTOR EN ESTADO DE EMBRIAGUEZ O EFECTO DE DROGAS	5	7,69
FALLAS MECÁNICAS	14	21,54
EXCESO EN HORAS DE CONDUCCIÓN.	2	3,08
SIN HIPÓTESIS DE ACCIDENTALIDAD	5	7,69
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>100</b>

**Figura 15. Causas probables de accidentes con occisos**



**Figura 16. Tipos de accidentes**



TIPOS DE ACCIDENTE		
TIPO ACCIDENTE	CANTIDAD	%
CHOQUE	144	73,47
VOLCAMIENTO	16	8,16
ATROPELLO	33	16,84
CAÍDA OCUPANTE	3	1,53
<b>TOTAL</b>	<b>196</b>	<b>100</b>

**Calculo de la media y desviación estándar de cada indicador:** se hace el cálculo de la media y la desviación estándar para cada uno de los indicadores de los datos de todos los analizados mediante las formulas:

Media

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Siendo  $x_i$  el valor del indicador de accidentalidad para cada año y  $n$  el número de años analizados

**Determinación de puntos críticos:** se seleccionan con el criterio de que al menos un indicador de accidentalidad sea mayor o igual a la suma de la media más la desviación estándar.

**Calculo de los indicadores básicos (Ip,) para PR:** se calculan los índices básicos de accidentalidad, Índice de Peligrosidad (Ip), para cada PR y para promedio de los años. A continuación, se muestra la forma de cálculo para cada uno de estos Índices.

Índice de peligrosidad (Ip): 
$$I_p = \frac{\text{Nat} \cdot 10^6}{\text{TPD} \cdot 365 \cdot L}$$

Donde Nat es el número de accidentes totales registrados en un año, TPD el tránsito promedio diario y L la longitud del tramo. Se expresa en vehículos/km.

**Calculo de los indicadores adicionales (Imorb, Imort, I A/K) para PR:** se calculan los índices adicionales de accidentalidad; Índice de morbilidad (Ip) e Índice de mortalidad (Is), para cada PR y para cada año de análisis.

A continuación se muestra la forma de cálculo para cada uno de estos Índices.

Índice de morbilidad (Imorb): 
$$I_{\text{morb}} = \frac{\text{No.de heridos en el año}}{\text{Longitud evaluada}}$$

Índice de mortalidad (Imort): 
$$I_{\text{mort}} = \frac{\text{No.de muertos por año}}{\text{Longitud evaluada}}$$

Índice de accidentalidad con respecto al kilometraje de viaje (I a/k):

$$I_{a/k} = \frac{\text{No. de accidentes en el año} \cdot 1000000}{VK}$$

Es el número de accidentes por un millón de vehículos-kilómetros de viaje.

Donde VK=TPD (365)(l)

**Fuente:** Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia).

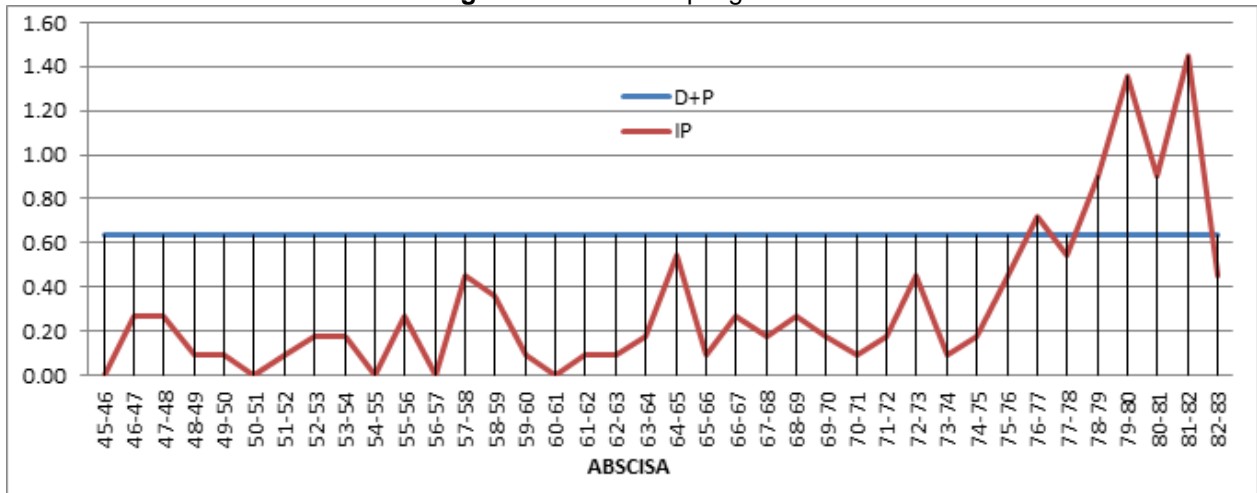
**Determinación de zonas y puntos críticos:** para las zonas críticas se seleccionan con el criterio de que al menos un indicador de accidentalidad sea mayor o igual a la suma de la media más la desviación estándar.

**Tabla 11.** Tramos críticos de accidentalidad Pedregal - Pasto

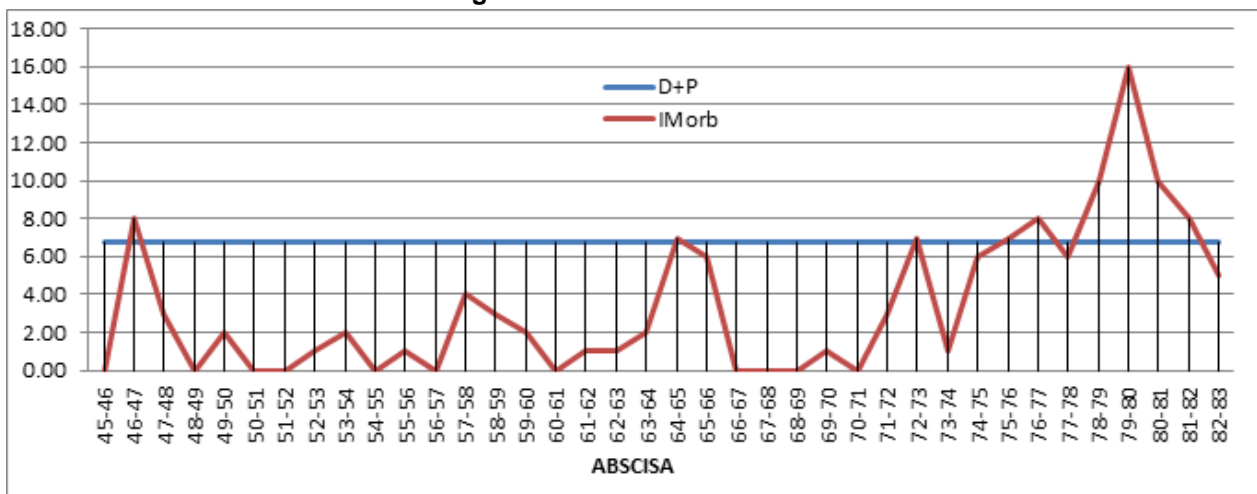
PR	NÚMERO DE ACCIDENTES			NÚMERO DE VICTIMAS		INDICADORES			
	CON HERIDOS	CON MUERTO	TOTAL	HERIDOS	MUERTO	Ip	I morb.	I mort.	I a/k
45+000 - 46+000	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0
46+000 - 47+000	3	0	3	8	0	0,27	8	0	2
47+000 - 48+000	2	1	3	3	1	0,27	3	1	2
48+000 - 49+000	0	1	1	0	1	0,09	0	1	1
49+000 - 50+000	1	0	1	2	0	0,09	2	0	1
50+000 - 51+000	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0
51+000 - 52+000	0	1	1	0	1	0,09	0	1	1
52+000 - 53+000	1	1	2	1	2	0,18	1	2	1

PR	NÚMERO DE ACCIDENTES			NÚMERO DE VICTIMAS		INDICADORES				
	CON HERIDOS	CON MUERTO	TOTAL	HERIDOS	MUERTO	Ip	I morb.	I mort.	I a/k	
53+000 - 54+000	2	0	2	2	0	0,18	2	0	1	
54+000 - 55+000	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	
55+000 - 56+000	1	2	3	1	2	0,27	1	2	2	
56+000 - 57+000	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	
57+000 - 58+000	3	2	5	4	2	0,45	4	2	3	
58+000 - 59+000	3	1	4	3	1	0,36	3	1	2	
59+000 - 60+000	1	0	1	2	0	0,09	2	0	1	
60+000 - 61+000	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	
61+000 - 62+000	1	0	1	1	0	0,09	1	0	1	
62+000 - 63+000	1	0	1	1	0	0,09	1	0	1	
63+000 - 64+000	2	0	2	2	0	0,18	2	0	1	
64+000 - 65+000	4	2	6	7	2	0,54	7	2	3	
65+000 - 66+000	1	0	1	6	0	0,09	6	0	1	
66+000 - 67+000	0	3	3	0	3	0,27	0	3	2	
67+000 - 68+000	0	2	2	0	2	0,18	0	2	1	
68+000 - 69+000	0	3	3	0	7	0,27	0	7	2	
69+000 - 70+000	1	1	2	1	1	0,18	1	1	1	
70+000 - 71+000	0	1	1	0	1	0,09	0	1	1	
71+000 - 72+000	1	1	2	3	1	0,18	3	1	1	
72+000 - 73+000	3	2	5	7	2	0,45	7	2	3	
73+000 - 74+000	1	0	1	1	0	0,09	1	0	1	
74+000 - 75+000	2	0	2	6	0	0,18	6	0	1	
75+000 - 76+000	3	2	5	7	2	0,45	7	2	3	
76+000 - 77+000	4	4	8	8	4	0,72	8	4	4	
77+000 - 78+000	5	1	6	6	1	0,54	6	1	3	
78+000 - 79+000	9	1	10	10	2	0,90	10	2	5	
79+000 - 80+000	11	4	15	16	5	1,35	16	5	8	
80+000 - 81+000	8	2	10	10	2	0,90	10	2	5	
81+000 - 82+000	6	10	16	8	19	1,44	8	19	9	
82+000 - 83+000	4	1	5	5	1	0,45	5	1	3	
TOTAL	84	49	133	131	65					
						promedio	0,32	3,45	1,71	1,90
						$\sigma$	0,32	3,29	3,03	1,94
						$\sigma$ +promedio	0,64	6,73	4,75	3,84

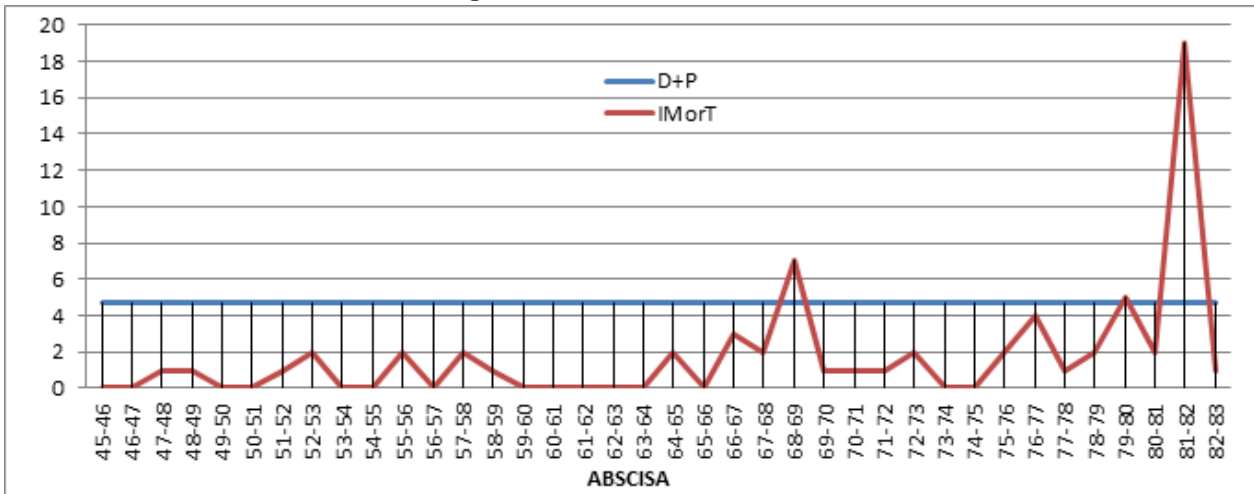
**Figura 17. Índice de peligrosidad**



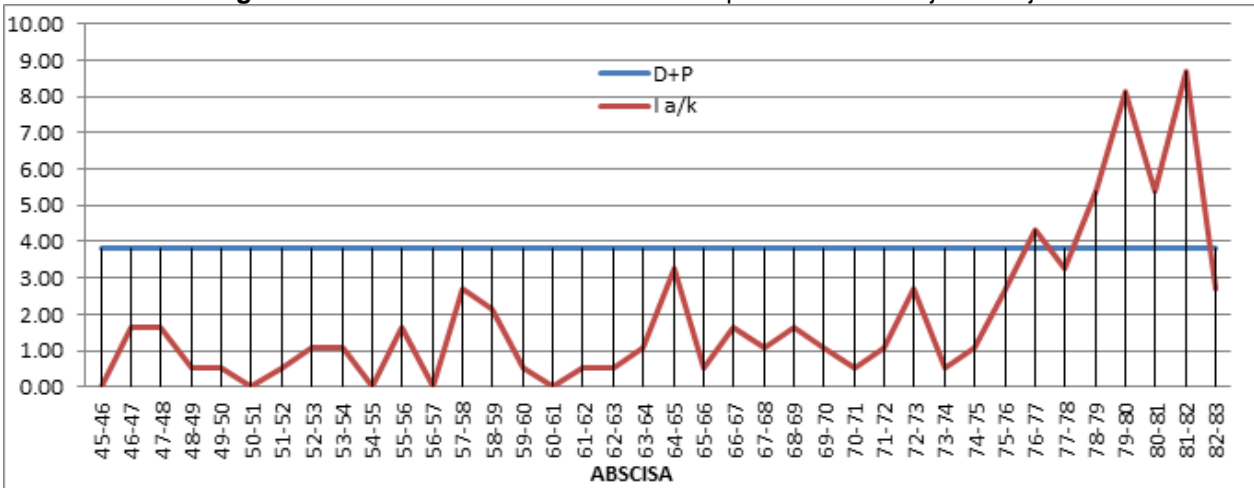
**Figura 18. Índice de morbilidad**



**Figura 19.** Índice de mortalidad



**Figura 20.** Índice de accidentalidad con respecto a kilometraje de viaje



Las zonas críticas de accidentalidad son:

**Tabla 12.** Zonas críticas de accidentalidad Pedregal - Pasto

46+000 -47+000	64+000- 65+000	68+000- 69+000	72+000- 73+000	75+000- 76+000
76+000- 77+000	78+000- 79+000	79+000- 80+000	80+000- 81+000	81+000- 82+000

Para los puntos críticos, se toma como referencia las abscisas donde se presentaron accidentes con occisos y que no estén determinadas por las Zonas Críticas de Accidentalidad.

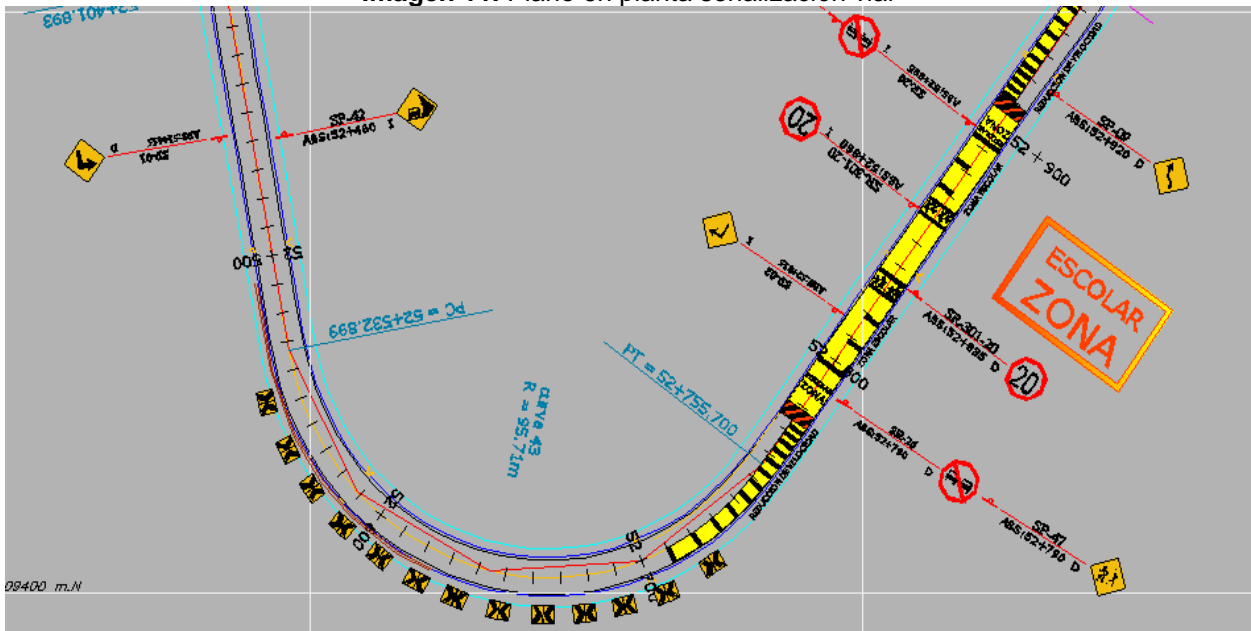
**Tabla 13.** Puntos criticas de accidentalidad Pedregal - Pasto

47+500	48+000	51+350	52+300	55+100	55+440	57+000	57+900
58+000	66+000	66+100	66+600	67+000	67+950	69+500	70+750
71+200	77+200						

## 5 ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE SEÑALIZACIÓN VIAL

Se realizó una actualización de la información sobre señalización vial, tanto vertical como horizontal en forma de inventario vial, este inventario fue consignado en el mismo plano de accidentalidad, ubicando cada señal correspondiente de la vía en la abscisa sobre el plano, representando gráficamente la señal con su símbolo y colores correspondientes, además del dato de la abscisa y el código de la señal de acuerdo al manual de señalización de tránsito, todas se pusieron con respecto al sentido de tránsito (Para mayor información revisar Anexo 1)

Imagen 11. Plano en planta señalización vial



En general, se encontró los siguientes datos:









**Zonas escolares:** 8 demarcaciones horizontales K52+850, K62+400, K62+960, K67+950, K69+550, K73+990, K76+215, K78+800

**Zona de adelantamiento oportuno:** 7 demarcaciones horizontales K64+260 (970m), K67+170 (290m), K72+880 (460m), K76+620 (350m), K78+380 (220m), K79+160 (310m), K80+250 (660m)

**Pasarelas:** 2 pasarelas peatonales K68+000, K78+870

Adicional a ello, se construyó un formato en Excel con las mismas características consignando la abscisa, la figura representativa de la seña, el sentido izquierda o derecha, en dirección Ipiales – Pasto tal como se muestra en la siguiente gráfica.

**Tabla 14.** Inventario de señalización vial (Anexo 3)

NUM	ABSCISA	NOMBRE	REFER.	IMAGEN	MARGEN
1	K 45+000	POSTE DE REFERENCIA 45	SI-04		IZQUIERDA
2	K 45+040	CONFIRMATIVA DE DESTINO "IPIALES 38, RUMICHACA 44, TULCAN 57"	SI-06		IZQUIERDA
3	K 45+325	PROHIBICIÓN VELOCIDAD MÁXIMA A 30 KM/H	SR-30		IZQUIERDA
4	K 45+325	PEATONES EN LA VÍA	SP-46		IZQUIERDA
5	K 45+360	VALLA INFORMATIVA "LAGUNA VERDE"	NA		IZQUIERDA
6	K 45+400	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SP-01		DERECHA
7	K 45+475	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	NA		DERECHA
8	K 45+485	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	NA		DERECHA
9	K 45+495	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	NA		DERECHA
10	K 45+500	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	NA		DERECHA
11	K 45+510	DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL	NA		DERECHA
12	K 45+565	CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	SP-02		IZQUIERDA
13	K 45+565	PROHIBICIÓN VELOCIDAD MÁXIMA A 30 KM/H	SR-30		IZQUIERDA
14	K 45+615	PELIGRO ZONA DERRUMBE	SP-42		DERECHA
15	K 45+615	PROHIBICIÓN VELOCIDAD MÁXIMA 50KM/H	SR-30		DERECHA
16	K 45+650	TELÉFONO DE EMERGENCIA SOS	NA		DERECHA
17	K 45+675	PROHIBIDO ADELANTAR	SR-26		IZQUIERDA



## 6 GENERACIÓN DE LISTADO DE CHEQUEO

Las listas de chequeo siendo una herramienta que se elabora como guía para el análisis de los estados de las vías y sus usuarios, detallan las condiciones presentes y la influencia de cada una en el tránsito vehicular, de ciclistas y peatones, consignando en ellas la información de un análisis visual donde se establece que elementos de la vía o comportamientos generarían peligro, con ellas es menos probable pasar por alto los problemas. Una de las principales ventajas de las listas de chequeo es que la recopilación de datos sirve como base en la evaluación de una vía existente o como ayuda para el diseño de una vía nueva.

También es fundamental que el procedimiento de diligenciamiento de las listas de chequeo comprenda visitas al lugar, en cualquier fase que concierna, ya que inevitablemente habrá factores presentes e identificables en el lugar, no evidentes en los planos.

Esta lista puede ser una útil ayuda memoria para que cada ítem se interprete libremente según el lugar particular en cuestión. Puede indicar si están los ítems particulares, y su condición, adecuación y conformidad con las normas o práctica actuales, la necesidad de mantenimiento, o remoción, o restauración, etcétera.

Si el ítem no está presente, ¿debe estar? En otros casos, el ítem puede proveer una clave acerca de los patrones de accidentes o una advertencia acerca de una probabilidad de accidentes. El punto básico es que esta lista indica el ordenamiento de los ítems que el investiga.

Algunos de los puntos que se deben tener en cuenta son en general los usuarios vulnerables de la vía, las condiciones específicas de la vía y el contexto en que está funcionando.

Los peatones son vulnerables cuando se ubican en una situación de conflicto potencial con un vehículo automotor; de especial interés son los muy jóvenes, los ancianos y personas con discapacidades o bajo la influencia de alcohol. Hay un rango de tratamientos de ingeniería de tránsito que adecuadamente instalados pueden ser eficaces en reducir accidentes peatonales. Los principios de diseño para instalaciones peatonales están cubiertos en publicaciones pertinentes, tales como las de Zegeer y Zegeer (1988), la Institución de Caminos y Transporte (1987, Capítulo 24), y Austroads (1995); en cuanto a la textura de un pavimento es un parámetro crítico en la comodidad y la seguridad de los usuarios. La textura influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interface neumático - pavimento y, de forma indirecta, en el valor en el coeficiente de rozamiento del pavimento que tiene gran importancia para la adecuada adherencia entre neumático y pavimento

De acuerdo a estas consideraciones se ha elaborado un listado de chequeo que puede aplicarse a la vía entre el Pedregal hasta Pasto y que contienen 16 (dieciséis) ítems, los suficientes para realizar una evaluación pertinente de la vía en general tal como se muestra en el siguiente cuadro resumen, tabla 15.

(Para mayor información mirar Anexo 2)

Tabla 15. Resumen listado de chequeo

ÍTEMS PARA EL LISTADO DE CHEQUEO					
No.	ÍTEM	No. PREGUNTAS	No.	ÍTEM	No. PREGUNTAS
1	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	36	9	TÚNELES	0
2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	24	10	BARRERAS	25
3	DELINEACIÓN	8	11	VISIBILIDAD Y VELOCIDAD	24
4	SEMAFORIZACIÓN	18	12	ALINEAMIENTO Y SECCIÓN	31
5	ILUMINACIÓN	18	13	INTERSECCIÓN	24
6	PAVIMENTO	15	14	USUARIO VULNERABLE	21
7	BERMAS	13	15	ESTACIONAMIENTO	7
8	PUNTES	18	16	VARIOS	34

Imagen 12. Listado de chequeo diligenciado

Lista de Chequeo, Auditoría de Seguridad Vial		I. Señales Verticales	
<b>Jefe del Equipo</b> Nombre _____ Firma _____ Fecha _____		<b>Revisado</b>	<b>COMENTARIOS</b>
7	¿Existen obstáculos (árboles, luminarias, señales, paraderos, etc.), que impidan la visión de las señales verticales?		No, todas las señales verticales existentes son facilmente visibles, sin obstrucciones de objetos.
8	¿Existe evidencia de vandalismo o pintado de graffitis?		No, todas las señales verticales se encuentran en condiciones aceptables de funcionamiento.
9	¿Existe evidencia de robo de señales verticales?		No, no hay señal de robo de posibles señales verticales.
10	¿Se observa carencias de señales verticales para ciclistas, motociclistas o otros?		Sí, no hay ningun tipo de señal vertical especial para motociclistas, ciclistas ni peatones, a demas hace falta señales verticales en: (abs. 47+340 dir. I-P) incorporacion de transito derecha (sp-22), (abs. 47+380 dir. I-P) informativa de decision de destino (si-05A), (abs. 47+950 dir. I-P) curva a la derecha (sp-04); (abs. 47+390 dir. P-I) informativa de decision de destino (si-05A)
11	¿Hay señales verticales instaladas de manera tal que se limite la visibilidad en accesos e intersecciones?		No, no existen señales verticales que limiten la visibilidad en accesos a intersecciones
12	<b>Presencia y efectividad de las Señales Verticales Reglamentarias</b>		
13	¿Se encuentran y son visibles todas las señales reglamentarias requeridas?		No, las señales existentes son visibles facilmente, pero existe un deficit de señalizacion reglamentaria.
14	¿Están ubicadas correctamente? (Altura, distancia de la berma y en el lugar apropiado).		No, las señales estan mal distanciadas en relacion a la calzada debido a las condiciones del diseño lateral de la via que no permite la adecuada ubicación de las misma.
15	¿Son visibles de día a una distancia adecuada?		Sí, son visibles todas las señales existentes
16	¿Son visibles de noche a una distancia adecuada?		Sí, son visibles todas las señales existentes
I Señ Vert   II Señ Hor   III Delineación   V Iluminación   VI Pavimento   VII Bermas   X Barreras   XI Visibilidad y Velocidad   XII Alin - Sección   XI		Página 1	

**Tabla 16.** Listado de chequeo ruta 2501, tramo PR 45+000 Al PR 83+000 vía Ipiales–Pasto

PR	Señalización Vertical	Señalización Horizontal	Delineación	Semaforización	Iluminación	Pavimento	Bermas	Puentes	Túneles	Barreras	Visibilidad y Velocidad	Alineamiento y Sección	Intersección	Usuario Vulnerable	Estacionamiento	Varios
PR45 – PR 46	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR46 – PR 47	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X		X	X	X
PR47 – PR 48	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR48 – PR 49	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR49 – PR 50	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR50 – PR 51	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR51 – PR 52	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR52 – PR 53	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR53 – PR 54	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR54 – PR 55	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR55 – PR 56	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR56 – PR 57	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR57 – PR 58	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR58 – PR 59	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR59 – PR 60	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR60 – PR 61	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR61 – PR 62	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR62 – PR 63	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR63 – PR 64	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR64 – PR 65	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR65 – PR 66	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR66 – PR 67	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR67 – PR 68	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR68 – PR 69	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR69 – PR 70	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR70 – PR 71	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR71 – PR 72	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR72 – PR 73	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR73 – PR 74	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR74 – PR 75	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR75 – PR 76	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR76 – PR 77	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR77 – PR 78	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR78 – PR 79	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR79 – PR 80	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR80 – PR 81	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
PR81 – PR 82	X	X	X		X	X	X			X	X	X		X	X	X
PR82 – PR 83	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X

## **7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO**

### **VÍA DE ORDEN PRIMARIO**

Es una vía principal que tiene accesos a la capital del Departamento y que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países, comunica la ciudad de Pasto con Ipiales y conduce hacia la frontera con el país del Ecuador

### **SEGÚN EL TERRENO**

El terreno en general está entre montañoso y escarpado, se determinó por la topografía predominante en el tramo en estudio, es decir que a lo largo del proyecto pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno se tiene una pendiente longitudinal promedio así en sobre el eje de la vía existente: PR. 45+000 – 46+250 de 5.15%, PR.46+250 – 71+400 de 5.78%, PR.71+400 – 83+000 de 5.42%, pero presenta pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados ( $13^\circ - 40^\circ$ ) en algunos sectores y en otros mayores a  $40^\circ$ . Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación.

### **7.1 VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (VTR)**

Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño (VTR) se debe atender a los siguientes criterios:

- 1) La longitud mínima de un tramo de carretera con una velocidad de diseño dada debe ser de tres (3) kilómetros para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento diez kilómetros por hora (60 y 110 km/h).
- 2) La diferencia de la velocidad de diseño entre tramos adyacentes no puede ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).

La Velocidad de Diseño de un tramo homogéneo (VTR) está definida en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno. A un tramo homogéneo se le puede asignar una Velocidad de diseño (VTR) en el rango que se indica en la Imagen 13 (Tabla 2.1). En ella se resume el equilibrio entre el mejor nivel de servicio que se puede ofrecer a los usuarios de las carreteras colombianas y las posibilidades económicas del país.

De acuerdo a los puntos anteriores, identificando la categoría de la carretera como primaria de una calzada, y tipo de terreno entre montañoso y escarpado, tenemos una velocidad de diseño de un tramo homogéneo (Vtr), un rango entre 60 a 90 km/h para los sectores de terreno montañoso, y de 60 a 80 km/h para las zonas escarpadas , de

acuerdo a esto se toma como velocidad de diseño 70 km/h, ya que es el valor intermedio y el óptimo para un buen desempeño y seguridad dentro del tipo de carretera.

**Imagen 13.** Tabla 2.1 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia)

Tabla 2.1.  
Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos ( $V_{TR}$ ) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO $V_{TR}$ (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

## 7.2 VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LOS ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL TRAZADO EN PLANTA

Para asegurar la mayor homogeneidad posible en la Velocidad Específica de curvas y entretangencias, lo que necesariamente se traduce en mayor seguridad para los usuarios, se obliga a que las Velocidades Específicas de los elementos que integran un tramo homogéneo sean como mínimo iguales a la velocidad de diseño del tramo ( $V_{TR}$ ) y no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora ( $V_{TR} + 20$  km/h).

Estudios de velocidad en carreteras realizados en países con idiosincrasia similar a la colombiana, han establecido que la gran mayoría de los conductores, dependiendo de la percepción del trazado que tienen adelante, incrementan su velocidad respecto a la velocidad de diseño del tramo, hasta en veinte kilómetros por hora (20 km/h).

El proceso de asignación de velocidad específica de un elemento es el que indica el Manual de diseño geométrico de carretera (Colombia) y en uso de la imagen 14, donde indica la tabla 2.2, del manual de diseño geométrico de carreteras.

**Imagen 14.** Tabla 2.2 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia)

Tabla 2.2.  
Velocidad Específica de una curva horizontal ( $V_{CH}$ ) incluida en un tramo homogéneo con Velocidad de Diseño  $V_{TR}$

Velocidad Específica de la Curva horizontal anterior $V_{CH}$ (km/h)	Velocidad de Diseño del Tramo ( $V_{TR}$ ) $\leq$ 50 km/h					Velocidad de Diseño del Tramo ( $V_{TR}$ ) $>$ 50 km/h				
	Longitud del Segmento recto anterior (m)					Longitud del Segmento recto anterior (m)				
	$L \leq 70$	$70 < L \leq 250$		$250 < L \leq 400$	$L > 400$	$L \leq 150$	$150 < L \leq 400$		$400 < L \leq 600$	$L > 600$
$\Delta < 45^\circ$		$\Delta \geq 45^\circ$	$\Delta < 45^\circ$				$\Delta \geq 45^\circ$			
$V_{TR}$	$V_{TR}$	$V_{TR}$	$V_{TR}$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR}$	$V_{TR}$	$V_{TR}$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR}$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR}$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 20$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 10$	$V_{TR} + 20$
CASO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

**Fuente:** Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia).

Debido a que nuestra asignación de velocidad de diseño del tramo homogéneo ( $V_{tr}$ ) está entre el rango de 60 y 90 km/h tomamos los datos del segundo recuadro.

La asignación de la Velocidad Específica de las curvas horizontales ( $V_{CH}$ ) se realizó simulando primero el desplazamiento de un vehículo en un sentido de circulación y luego en el otro.

**Radio de curvatura mínimo ( $RC_{mín}$ ):** el radio mínimo ( $RC_{mín}$ ) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica ( $V_{CH}$ ) de acuerdo con el peralte máximo ( $e_{máx}$ ) y el coeficiente de fricción transversal máxima ( $f_{Tmáx}$ ). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores. El radio mínimo se calcula de acuerdo al criterio de seguridad ante el deslizamiento mediante la aplicación de la ecuación de equilibrio:

$$R_{Cmín} = \frac{(V_{CH})^2}{127 \times (e_{máx} + f_{Tmáx})}$$

En la Imagen 15 (Tabla 3.2), se indican los valores de Radio mínimo para diferentes Velocidades Específicas ( $V_{CH}$ ) según el peralte máximo ( $e_{máx}$ ) y la fricción máxima ( $f_{Tmáx}$ ).

**Fuente:** Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia).

**Imagen 15.** Tabla 3.2 Manual de diseño geométrico de carreteras (Colombia)

Tabla 3.2.  
Radios mínimos para peralte máximo  $e_{\text{máx}} = 8\%$  y fricción máxima

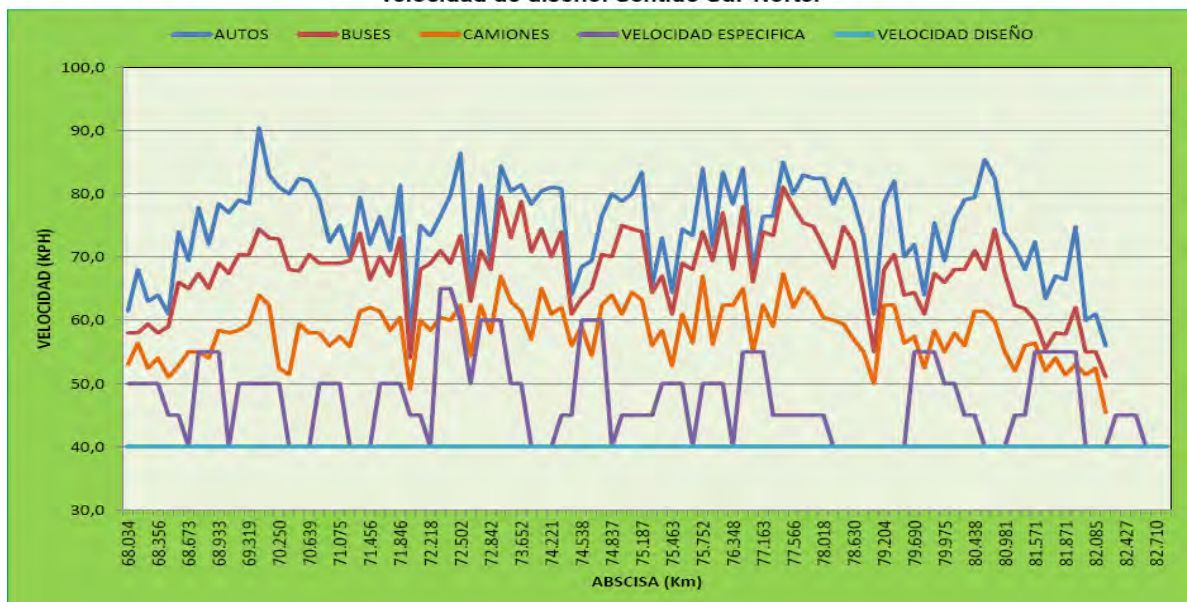
VELOCIDAD ESPECÍFICA ( $V_{CH}$ ) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{T\text{máx}}$	TOTAL $e_{\text{máx}} + f_{T\text{máx}}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Colombia)

**Velocidad de operación:** a continuación se determinó la velocidad de operación de la vía Ipiles-Pasto entre PR 45+000 al PR83+000, de acuerdo a estudios anteriormente realizados.

**Imagen 16.** Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Sur-Norte

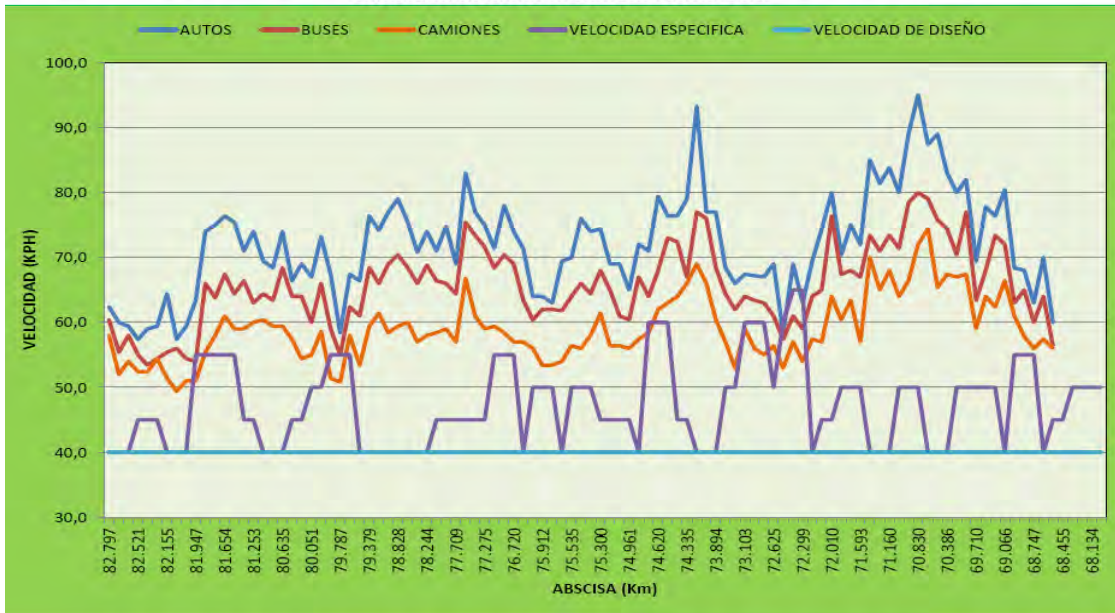
**Gráfica N° 7.1.** Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, Velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Sur-Norte.



Fuente: Tabla 7.1, Tesis Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013).

**Imagen 17.** Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Norte-Sur

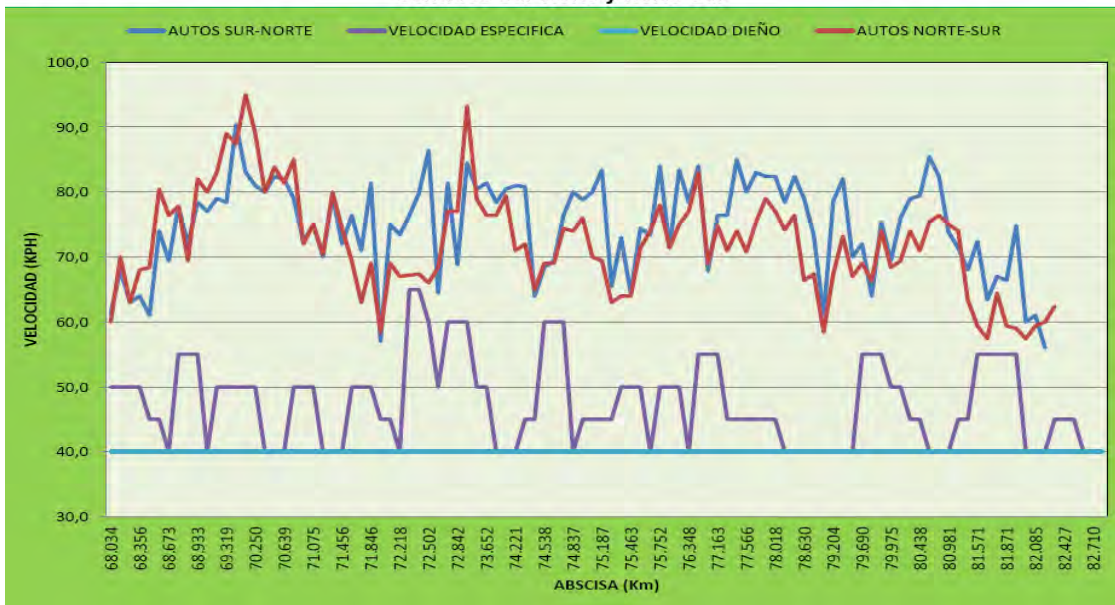
**Gráfica N° 7.2. Velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes, Velocidad específica y velocidad de diseño. Sentido Norte-Sur.**



**Fuente:** Tabla 7.2, Tesis Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013).

**Imagen 18.** Velocidad de operación de autos, velocidad específica y velocidad de diseño de autos, sentido Sur-Norte y Norte-Sur

**Gráfica N° 7.3. Velocidad de operación de autos, Velocidad específica y velocidad de diseño de Autos. Sentidos Sur-Norte y Norte-Sur**

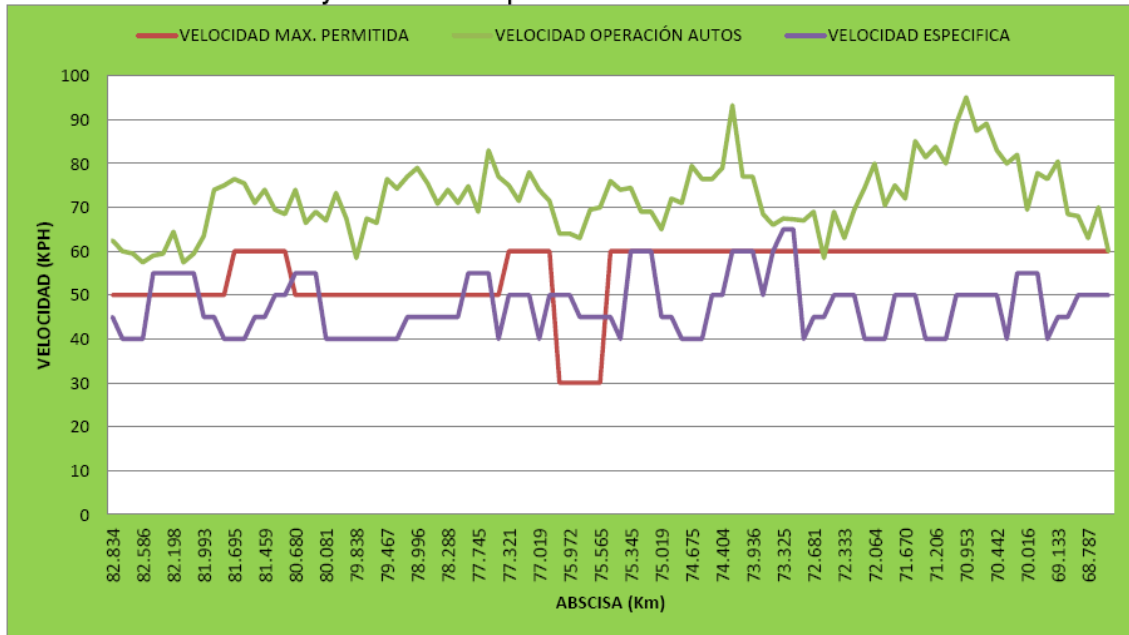


**Fuente:** Tabla 7.2, Tesis Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013)



**Imagen 19.** Comparación entre velocidad específica, velocidad máxima permitida según señalización existente y velocidad de operación de autos. Sentido Sur-Norte

**Grafica N° 8.7.** Comparación entre Velocidad específica, Velocidad Máxima Permitida según señalización existente y Velocidad de Operación de Autos. Sentidos Sur-Norte.



**Fuente:** Tabla 7.2, Tesis Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013).

**Imagen 20.** Identificación de los elementos geométricos del tramo

**Cuadro 7.** Identificación de los Elementos Geométricos del Tramo

No. ELM.	ELM.	S	R	$\Delta x$	EXT	Te	ABSCISA TC / PC	ABSCISA CT / PT	LONGITUD ELEMENTO (Lc)	PENDIENTE (%)
1	C	I	96.472	48° 20' 05.00"	9.268	43.29	K 52 + 962.471	K 53 + 043.855	81.384	5.853
2	T						K 53 + 043.855	K 53 + 145.918	102.063	5.853
3	C	D	103.391	37° 25' 16.00"	5.769	35.017	K 53 + 145.918	K 53 + 213.445	67.527	5.853
4	T						K 53 + 213.445	K 53 + 253.532	40.087	5.853
5	C	I	249.848	10° 27' 18.00"	1.044	22.859	K 53 + 253.532	K 53 + 299.123	45.591	5.853
6	T						K 53 + 299.123	K 53 + 406.162	107.039	5.853
7	C	D	165.111	19° 02' 23.00"	2.306	27.689	K 53 + 406.162	K 53 + 461.029	54.867	5.853
8	T						K 53 + 461.029	K 53 + 539.297	78.268	5.853
9	C	I	83.505	56° 45' 05.00"	11.403	45.105	K 53 + 539.297	K 53 + 622.009	82.712	5.853
10	T						K 53 + 622.009	K 53 + 750.632	128.623	5.853
11	C	D	126.801	63° 44' 14.00"	22.506	78.83	K 53 + 750.632	K 53 + 891.689	141.057	5.853
12	T						K 53 + 891.689	K 53 + 986.566	94.877	5.853
13	C	I	236.148	18° 51' 22.00"	3.234	39.213	K 53 + 986.566	K 54 + 064.283	77.717	5.853
14	T						K 54 + 064.283	K 54 + 187.398	123.115	5.853

**Fuente:** Tabla 7, Tesis Mesa Acosta, C. A.; Oliva Herrera, C. A (2013). (Total 103 elementos)

**Imagen 21.** Velocidades de operación en tramo

**Cuadro 15.** Velocidades de Operación en Tramo

No.	ELEM.	VELOCIDAD DE OPERACIÓN (KPH) - SENTIDO ASCENSO				VELOCIDAD DE OPERACIÓN (KPH) - SENTIDO DESCENSO			
		AUTOS	BUSES	CAMIONES C2P	CAMIONES C2G	AUTOS	BUSES	CAMIONES C2P	CAMIONES C2G
1	C	71.5	62.5	58.5	62.5	67.5	61.5	69.5	49.5
2	T	77.5	53.5	64.5	71.5	80.5	63.5	75.5	54.5
3	C	71.5	66.5	61.5	46.5	76.5	65.5	69.5	61.5
4	T	78.5	69.5	70.5	67.5	77.5	63.5	70.5	61.5
5	C	75.5	60.5	67.5	65.5	77.5	69.5	80.5	66.5
6	T	80.5	64.5	69.5	54.5	77.5	58.5	71.5	70.5
7	C	77.5	61.5	68.5	55.5	70.5	63.5	61.5	52.5
8	T	82.5	63.5	58.5	57.5	71.5	60.5	69.5	68.5
9	C	68.5	63.5	59.5	59.5	64.5	62.5	59.5	53.5
10	T	80.5	60.5	62.5	57.5	79.5	62.5	67.5	71.5
11	C	73.5	61.5	60.5	56.5	80.5	64.5	65.5	61.5
12	T	71.5	66.5	63.5	60.5	78.5	71.5	67.5	61.5
13	C	73.5	61.5	58.5	54.5	86.5	63.5	61.5	60.5
14	T	75.5	62.5	60.5	56.5	83.5	70.5	59.5	63.5

Fuente: Tabla 15, Tesis Mesa Acosta, C. A.; Oliva Herrera, C. A (2013). (Total 103 elementos)

La **tabla 17**, es el resumen de las características de elementos de la vía como entre tangentes y radios de las curvas además de algunos datos como velocidad de operación y deflexión del diseño de la curva, con estos datos se determinó velocidad de diseño de la vía, radios mínimos, y se comparó con los datos de la vía existente.

**Columna 1:** número de curva

**Columna 2:** abscisa del PC de la curva evaluada

**Columna 3:** entre tangente o tramo anterior a la curva evaluada, medida en metros

**Columna 4:** radio de la curva de la vía existente, determinada por el plano obtenido

**Columna 5:** velocidad de operación de las curvas en la vía evaluada

**Columna 6:** ángulo de deflexión de la curva evaluada, determinada por el plano obtenido

**Columna 7:** de acuerdo a los datos y al manual de diseño geométrico de carretera (Colombia) se determinó la velocidad de diseño o velocidad de tramo homogéneo  $V_{tr}$  que es de 70 km/h y con esto se calculó las velocidades específicas de las curvas en dirección Ipiales - Pasto

**Columna 8:** de acuerdo a los datos y al Manual de diseño geométrico de carretera (Colombia) se determinó la velocidad de diseño o velocidad de tramo homogéneo  $V_{tr}$  que es de 70 km/h y con esto se calculó las velocidades específicas de las curvas en dirección Pasto - Ipiales

**Columna 9:** radio mínimo de acuerdo a la velocidad específica de las curvas

**Columna 10:** velocidad específica de las curvas de acuerdo al radio real de la vía existente

Con estos datos se puede hacer dos tipos de análisis, uno con respecto a la velocidad específica de las curvas y otro con los radios mínimos de diseño:

**Velocidad específica de las curvas:** el análisis de este punto es comparar la velocidad específica generada por el cálculo de la velocidad de diseño, de acuerdo a las entre tangentes con la tabla 2.2 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Colombia) correspondiente a la **columna 7 y columna 8**, la velocidad específica de las curvas de acuerdo a los radios de la vía existente correspondiente a la **columna 10** y la Velocidad de Operación asumida correspondiente a las **columna 5**.

Teniendo en cuenta que existen 146 curvas en el tramo evaluado:

- a. Solo el 12.33% (18 curvas) de las curvas reales concuerda con su velocidad específica de diseño
- b. El 87.67% (128 curvas) de las curvas reales su velocidad específica están por debajo de la velocidad específica de diseño
- c. Y el 66.44% (97 curvas) de las velocidades de las curvas reales están dentro de la velocidad de operación de la vía, donde el 20.55%

Esto determina en el 87.67% de la vía, se transita con exceso de velocidad, y que no está diseñado para asumir las velocidades promedio de operación de los usuarios de la vía, generando por ende problemas de accidentalidad, descontrol, inseguridad e incomodidad hacia los usuarios de la vía.

**Radios mínimos de diseño:** con las velocidad de diseño **Columnas 7 y 8** se determinó por medio de la tabla 3.2 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Colombia) los Radios Mínimos **Columna 9**, que deberían asumirse en el trazado de la vía, y se comparó con los Radios reales de la vía existente **Columna 4**.

Teniendo en cuenta que existen 146 curvas en el tramo evaluado:

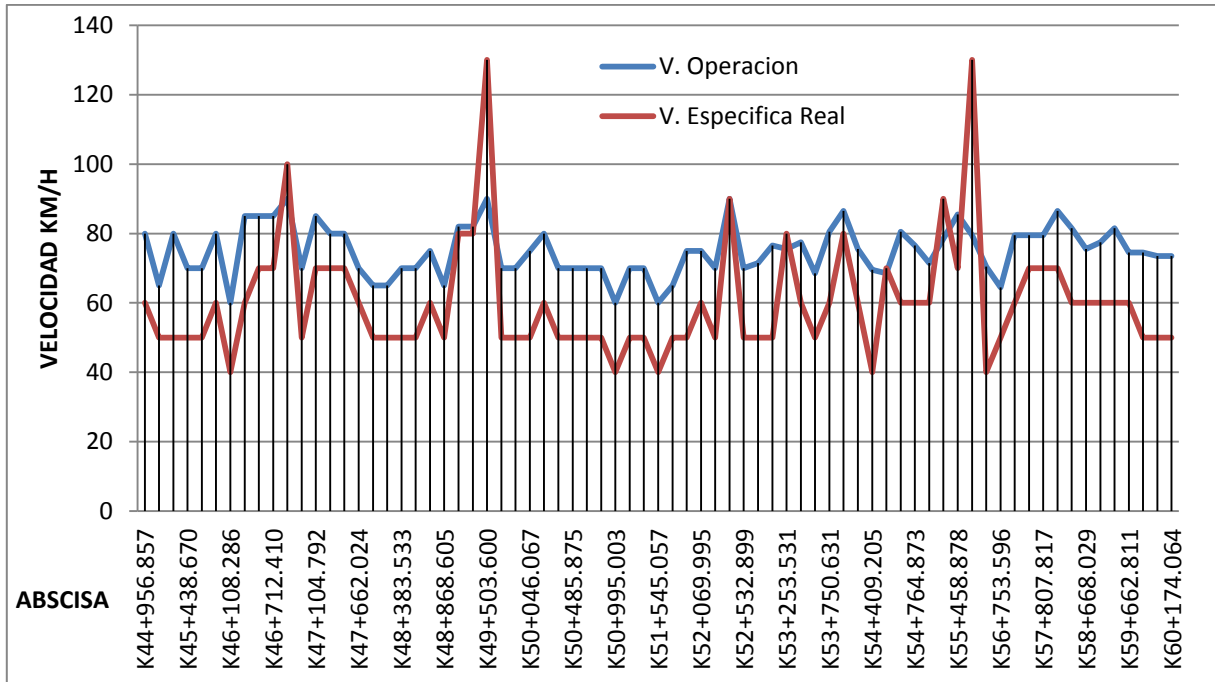
- a. Solo el 19.86% (29 curvas) de las curvas reales concuerda con el radio mínimo de diseño
- b. El 80.14% (117 curvas) de las curvas reales están por debajo del radio mínimo de diseño

Esto indica que en el 80.17% de la vía presenta incomodidad e inseguridad al usuario al transitarla, ya que las velocidades de operación son muy altas con respecto a los radios existentes generando situación de descontrol al momento de tomar una curva.

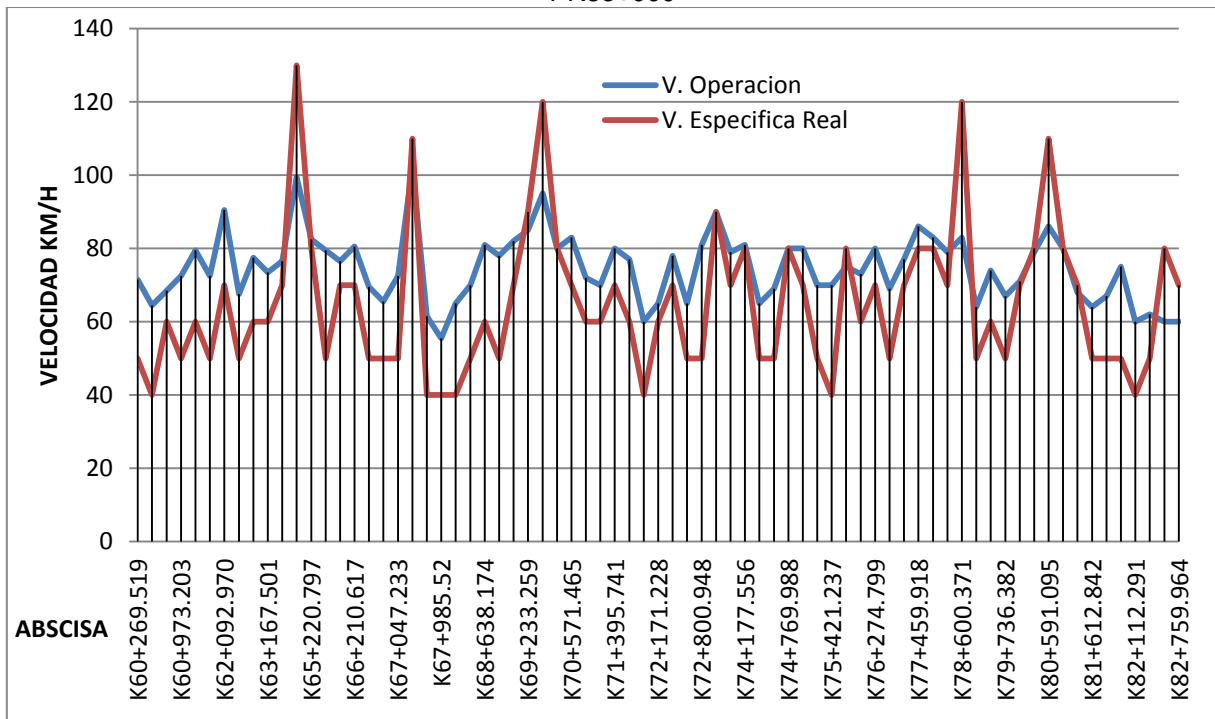
**Tabla 17. Análisis velocidad de diseño y radios mínimos (Anexo 6)**

VELOCIDAD DE DISEÑO Y RADIOS MÍNIMOS									
1	3	2	4	5	6	7	8	9	10
CURV	PR (PC)	ENTRETANGENTE (m) entrada	RADIO (m)	OPERACIÓN(m/s)	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ	V.E. D. I-P	V.E. D. P-I	RADIO MINIMO (m)	VELOCIDAD SEGÚN RADIO (m/s)
1	K44+956.857	102,15	118.77 (I)	80	47,89	70	70	168	60
2	K45+124.108	67,978	77.47 (D)	65	57,26	70	70	168	50
3	K45+277.520	75,985	94.61 (D)	80	37,36	70	70	168	50
4	K45+438.670	99,463	67.64 (I)	70	79,72	70	70	168	50
5	K45+760.716	227,93	69.74 (D)	70	47,16	70	70	168	50
6	K45+861.138	43,021	128.60 (I)	80	26,86	70	70	168	60
7	K46+108.286	186,856	57.79 (D)	60	90,66	70	70	168	40
8	K46+256.137	56,414	151.84 (D)	85	23,58	70	70	168	60
9	K46+419.695	101,056	175.41 (I)	85	30,59	70	70	168	70
10	K46+712.410	199,057	207.24 (D)	85	15,96	70	70	168	70
11	K46+819.388	49,239	409.09 (D)	90	7,6	70	70	168	100
12	K47+010.348	136,687	90.32 (I)	70	33,87	70	70	168	50
13	K47+104.792	41,05	201.16 (D)	85	18,31	70	70	168	70
14	K47+214.321	45,238	199.30 (I)	80	16,81	70	70	168	70
15	K47+495.408	222,597	206.49 (I)	80	21,53	70	70	168	70
16	K47+662.024	89,033	114.92 (D)	70	28	70	70	168	60
17	K47+778.117	59,992	87.40 (I)	65	77,37	70	70	168	50
18	K47+970.771	74,58	84.74 (D)	65	44,69	70	70	168	50
19	K48+383.533	346,673	109.28 (I)	70	34,17	70	70	168	50
20	K48+619.024	170,326	100.59 (D)	70	34,39	70	70	168	50
21	K48+778.374	98,981	138.82 (D)	75	14,11	70	70	168	60
22	K48+868.605	56,051	87.82 (I)	65	96,79	70	70	168	50
23	K49+258.162	241,207	243.18 (I)	82	10,08	70	80	229	80
24	K49+390.504	89,573	231.99 (D)	82	14,08	70	80	229	80
25	K49+503.600	56,069	1688.47 (I)	90	0,97	70	80	229	130
26	K49+732.050	200	75.52 (D)	70	58,1	70	80	229	50
27	K49+866.263	57,63	92.39 (I)	70	69,51	70	80	229	50
28	K50+046.067	67,707	105.50 (D)	75	28,51	70	80	229	50
29	K50+231.524	132,952	156.92 (D)	80	17,8	70	80	229	60
30	K50+379.726	99,452	102.22 (I)	70	28,71	70	80	229	50

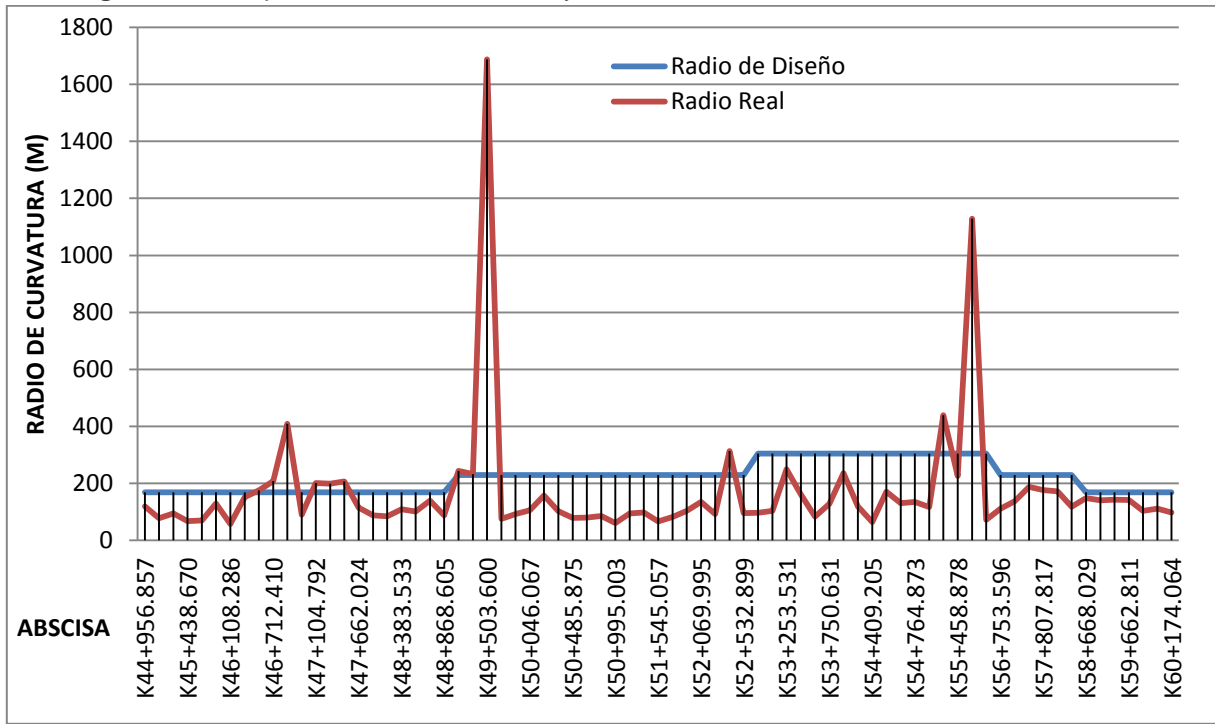
**Figura 21.** Comparación velocidad de operación y velocidad específica real de las curvas PR45+000 – PR60+200



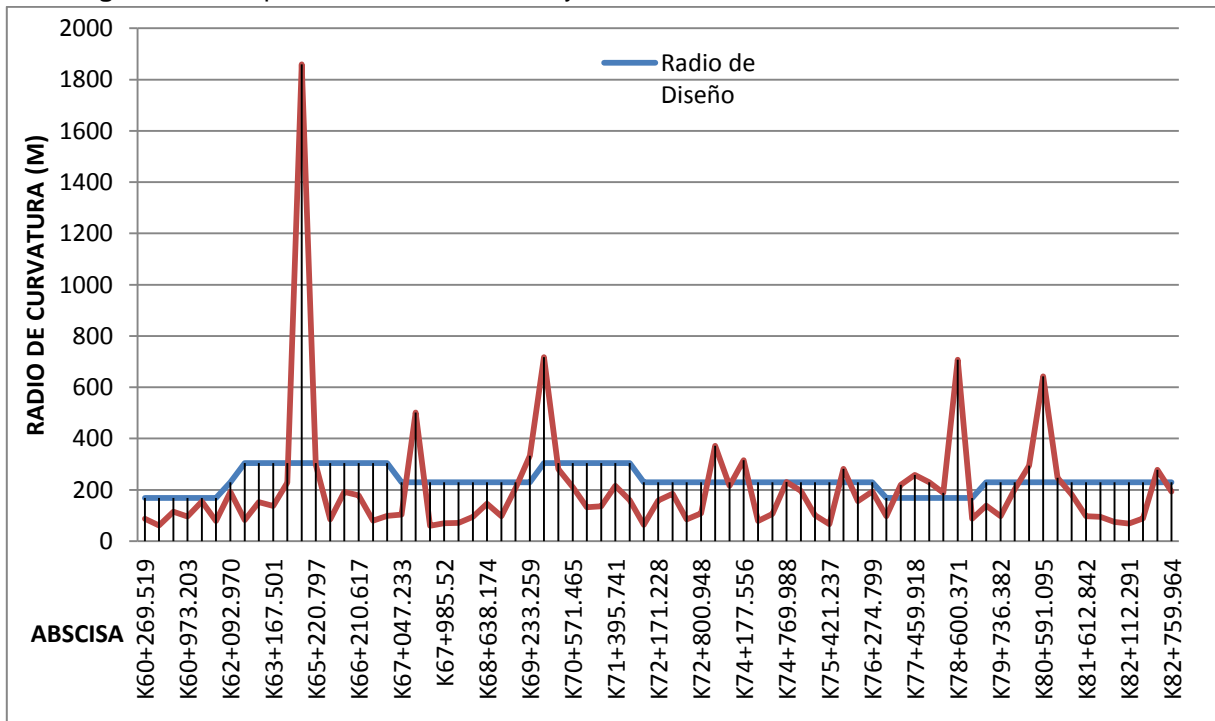
**Figura 22.** Comparación velocidad de operación y velocidad específica real de las curvas PR60+200 – PR83+000



**Figura 23.** Comparación radio de diseño y radio real de las curvas PR45+000 – PR60+200



**Figura 24.** Comparación radio de diseño y radio real de las curvas PR60+200 – PR83+000



## 8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 8.1 RESULTADOS DE LISTADO DE CHEQUEO

En la elaboración del listado de chequeo se tomaron 16 ítems por cada kilómetro, tomando un total de 10200 datos de las condiciones generales de la vía de forma visual un promedio de casi 270 datos por kilómetro, suficientes para determinar patrones de inseguridad, de estos datos se puede determinar; 31 km cuentan con bermas menores a 1.5 mts, 7 km no poseen bermas; solo cuatro curvas cuentan con sobre ancho en descenso; existen ocho (8) demarcaciones horizontales escolares con 300 mts c/u dando un total de 2.4 km; 7 demarcaciones de adelantamiento oportuno y seguro con 3.26 km en total, siendo el 8,6% del tramo (insuficiente); 146 curvas, 146 entre tangentes donde solo 36.3% (53 entre tangentes) superan una longitud de 150 m, y el 63,7% (93 entre tangentes) son menores a la longitud de 150 m; en casi todo el tramo no existe una buena iluminación de la vía en horas nocturnas; no existen tramos adecuados para estacionamiento de vehículos en caso de incidentes; existen 18 teléfonos de emergencia distribuidos cada 2 km, algunos en malas condiciones físicas; casi todas las señales verticales están en buenas condiciones pero hay un déficit de ellas en intersecciones, excesos de velocidad, zonas peatonales; no existen estructuras eficientes para peatones, y no existen sistemas para motociclistas, ciclistas y peatones; el estado del pavimento es bueno por su rehabilitación; existen objetos fijos en la vía como muros de contención, cabezales de alcantarillado que no tienen una adecuada señalización; los canales son inadecuados en todo el tramo generando riesgos letales en caso de accidente; en todo el tramo es problema la distancia de visibilidad en curvas horizontales; existen varias zonas de derrumbos y desprendimiento de material; en todo el tramo no existen zonas laterales despejadas para el frenado de vehículos en caso de salirse de control; el 100% de las barreras tienen terminación inadecuada que generan más peligro a los usuarios.

### 8.2 ANÁLISIS DE PUNTOS Y ZONAS CRÍTICAS DE ACCIDENTALIDAD

- Las zonas críticas de accidentalidad según análisis estadístico de accidentalidad por datos obtenidos parte de Policía de Carreteras y STTP son:

**Tabla 18.** Zonas críticas de accidentalidad (por análisis estadístico de accidentalidad)

46+000- 47+000	64+000- 65+000	68+000- 69+000	72+000- 73+000	75+000- 76+000
76+000- 77+000	78+000- 79+000	79+000- 80+000	80+000- 81+000	81+000- 82+000

- Para los puntos críticos, se toma como referencia las abscisas donde se presentaron accidentes con occisos y que no estén determinadas por las Zonas Críticas de Accidentalidad.

**Tabla 19.** Puntos críticos de accidentalidad (por datos de accidentalidad)

47+500	48+000	52+300	55+100	55+440	57+000	57+900	58+000
66+000	66+100	66+600	67+000	67+950	69+500	70+750	71+200
77+200							

- Ya que de acuerdo al análisis realizado al diseño geométrico en planta, se determina que a lo largo de toda la vía, es permanente el riesgo de accidentalidad por las condiciones inadecuadas, de incomodidad e inseguridad que presenta la vía y el exceso de velocidad, es así que se toma los puntos y zonas más críticas para determinarlas como puntos críticos de accidentalidad, estos son los puntos donde hay diferencia de más de 20 km/h de la velocidad de operación con relación a la velocidad que deberían tomarse cada curva correspondiente.

**Tabla 20.** Puntos críticos de accidentalidad final (por análisis geométrico)

45+277.520	50+046.067	52+962.471	53+145.918	53+750.631	54+409.205	54+659.845
56+469.524	58+331.103	59+324.040	59+856.600	60+036.090	60+174.064	60+269.519
60+534.630	60+973.203	61+600.805	62+092.970	65+442.240	67+047.233	

- Información de zona crítica de accidentalidad considerada en los PR que tengan los valores más altos en dos de los tres indicadores básicos de accidentalidad para el periodo de análisis, siendo estos, Índice de Peligrosidad, Tasa de Heridos y Tasa de Muertes, los cuales destaca los tramos PR24+000-PR25+000, PR26+000-PR27+000, PR33+000-PR34+000, y el punto que nos concierne a esta investigación que es la tabla 22.

**Tabla 21.** Zona crítica de accidentalidad (por Tesis)

51+000 - 52+000

**Fuente:** Merino Chamorro, L. A. (2010). Propuesta del Modelo de Evaluación para la Inspección Visual de los Dispositivos de Seguridad Vial y su incidencia en la Accidentalidad en el Tramo Vial Ruta 2501 de la troncal de Occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000 Sector Ipiales - Pasto. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño.

- Para evaluar la consistencia del diseño geométrico se han desarrollado diferentes criterios y metodologías, fuertemente relacionados con el nivel de siniestralidad. Los más empleados se basan en el análisis de las evoluciones de las velocidades de operación. Para ello, se emplea el perfil de velocidades de operación. Cuanto mayor sea la dispersión de las velocidades de operación más probabilidad hay que ese tramo sea más peligroso. Además, las reducciones bruscas de velocidad de operación suponen una mayor probabilidad de que en esa zona se concentren los accidentes  
Establecieron dos criterios de consistencia relacionados con la velocidad de operación, que incluyen la diferencia entre la velocidad de operación y la de diseño (criterio I) y la diferencia de velocidad de operación entre elementos geométricos consecutivos (criterio II).



Las abscisas que se toman a continuación son de una evaluación hecha por el criterio II de Lamm puesto que es este criterio el que permite comparar los cambios de velocidad entre elementos consecutivos y por tanto el que permite determinar las zonas donde los conductores tienen que cambiar de velocidad de manera brusca lo que da al conductor una sensación de inseguridad e incomodidad perceptible; los tramos de color verde ya están incluidos en las zonas críticas de accidentalidad

**Tabla 22.** Puntos críticos de accidentalidad (por Tesis)

68+389- 68+638	68+787- 68+868	69+405- 70+016	70+707- 70+953	71+737- 72+171
72+569- 73+325	74+404- 74+511	75+256- 75+345	75+651- 77+096	78+996- 79+644
79+838- 79+929	81+048- 81+459	81+993- 82+057		

Fuente: Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013). Estudio de la velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes para la evaluación de la consistencia del tramo de vía comprendido entre los sectores El Tambor, Coba Negra, Catambuco y la salida sur de la ciudad de Pasto kilómetros 68 al 83 de la ruta 25 Pasto – Ipiales: Universidad de Nariño

### 8.3 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES ZONAS CRÍTICAS DE ACCIDENTALIDAD

Toda la vía cuenta con 2 carriles, de ancho de 3.65m

a) TRAMO PR46+000 – PR47+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>5</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>58, 152, 175, 207, 409</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>60, 85, 85, 85, 90</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las excesivas pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan ampliamente del diseño geométrico de la vía
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

b) TRAMO PR51+000 – PR52+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>6</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>60, 94, 98, 66, 82, 104</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>60, 70, 70, 60, 65, 75</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a salida de calzada que causan choques entre vehículos además de la velocidad excesivas de los vehículos en las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan ampliamente del diseño geométrico de la vía
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, problemas de contra peraltado y el manejo de entre tangentes adecuadas,

c) TRAMO PR64+000 – PR65+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>1</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>1860</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>99.5</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a salida de la calzada intentando adelantar por carril contrario causando choques entre vehículos dados por la velocidad de los vehículos debido pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso aunque no haya exceso de velocidad, la percepción de ser un tramo largo casi recto, induce a querer adelantar a vehículos en contrapendiente, interfiriendo con las altas velocidades de los vehículos que van en descenso.
- Actividad de intervención: la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo, y adecuar una zona o carril de adelantamiento seguro y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

d) TRAMO PR68+000 – PR69+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>6</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>70, 71, 94, 146, 98, 206</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>55.5, 65, 70, 81, 78, 82</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de

operación superan ampliamente del diseño geométrico de la vía generando inconvenientes en los automotores y repercutiendo en fallas mecánicas que generan accidentes mortales, teniendo en cuenta que esta posee una zona escolar, por donde transitan escolares entre semana

- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales para estudiantes en las zonas laterales de la vía, y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

e) TRAMO PR72+000 – PR73+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>4</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>158, 184, 85, 108,</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>65, 78, 65, 81</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan ampliamente del diseño geométrico, en este sector incide significativamente dificultades ambientales como lluvias, neblina que dificultan en la pericia de los conductores generando situaciones de riesgo, además de empezar a ser una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad y tránsito de peatones, donde estos también son afectados.
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

f) TRAMO PR75+000 – PR76+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>5</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>195, 101, 66, 282, 157</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>80, 70, 70, 75, 73</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan del diseño geométrico, esta zona es una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y tránsito de peatones, donde estos son los más afectados, ya que por aglomeración de gente no son cuidadosos al momento de interactuar con la vía, e incide la presencia de una zona escolar cerca, además por efectos del alcohol.
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

g) TRAMO PR76+000 – PR77+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>1</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>194</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>80</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan del diseño geométrico, esta zona es una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y tránsito de peatones, es zona escolar siendo estos afectados, la percepción de ser un tramo largo casi sin curvas,

induce a querer adelantar a vehículos en contrapendiente, interfiriendo con las altas velocidades de los vehículos que van en descenso.

- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y para estudiantes y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

h) TRAMO PR78+000 – PR79+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>2</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>188, 707</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>79, 83</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: es uno de los puntos con mayor índice de accidentalidad y está asociado a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, generando problemas mecánicos a los automotores, esta zona es una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y alto tránsito de peatones y es zona escolar siendo esta una población intermedia (Catambuco) afectándolos directamente, de este sitio se presentan eventos por causa del alcohol tanto de conductores como de peatones, la percepción de ser un tramo largo casi sin curvas, induce a querer adelantar a vehículos en contrapendiente, interfiriendo con las altas velocidades de los vehículos que van en descenso.
- Actividad de intervención: la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y para estudiantes aunque cuenten con puente peatonal, este se hace insuficiente, ya que la proximidad de las casas no permiten un buen diseño de zona lateral, se deben implementar estructuras amortiguadoras para vehículos en caso de accidentes

i) TRAMO PR79+000 – PR80+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>4</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>88, 138, 97, 202</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>64, 74, 67, 71</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: es el punto con mayor índice de accidentalidad y esta asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan del diseño geométrico, generando problemas mecánicos a los vehículos, además de dificultades ambientales como lluvia, neblina y falta de percepción de frenado al no mantener distancia de seguridad entre vehículos, esta zona es una parte te tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y alto tránsito de peatones y esta es una zona poblada, afectándolos directamente, de este sitio se presentan eventos por causa del alcohol tanto de conductores como de peatones.
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuanta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

j) TRAMO PR80+000 – PR81+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>3</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>294, 642, 245</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>79, 86, 80</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: es uno de los puntos con mayor índice de accidentalidad y esta asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, generando problemas mecánicos a los vehículos, además de dificultades ambientales como lluvia, neblina

y falta de percepción de frenado al no mantener distancia de seguridad entre vehículos, esta zona es una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y alto tránsito de peatones y esta es una zona poblada, afectándolos directamente, de este sitio se presentan eventos por causa del alcohol tanto de conductores como de peatones.

- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

k) TRAMO PR81+000 – PR82+000

- Características geométricas:

<b>Número de curvas</b>	<b>4</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>182, 97, 95, 75</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>68, 64, 67, 75</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

- Causas de accidentalidad: es el punto con mayor índice de accidentalidad y esta asociados a causas relacionadas a choque entre vehículos por adelantamiento en curvas o pendientes, adelantar en sentido contrario, exceso de velocidad, cuyos factores o deficiencias se relacionan con el desarrollo de la velocidad de los vehículos debido a las pendientes longitudinales de la vía especialmente en el carril de descenso y los cambios bruscos del alineamiento, cuyos valores de velocidad de operación superan del diseño geométrico, generando problemas mecánicos a los vehículos, además de dificultades ambientales como lluvia, neblina y falta de percepción de frenado al no mantener distancia de seguridad entre vehículos, un importante factor que influye es que tiene 4 curvas consecutivas con giro al mismo lado y de diámetros pequeños impidiendo la visibilidad, esta zona es una parte de tránsito de vehículos de servicio público de la ciudad de Pasto y alto tránsito de peatones y esta es una zona poblada y de sitios de visita en fines de semana, afectándolos directamente, de este sitio se presentan eventos por causa del alcohol tanto de conductores como de peatones.
- Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, teniendo en cuenta que la evaluación se hizo con el máximo peraltado posible, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo y mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno en esta zona, además de complementar estructuras peatonales en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.

## 8.4 ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD

### 8.4.1 Puntos críticos por accidentalidad

<b>Abscisa</b>	<b>47+500</b>
<b>Elemento</b>	<b>Transición curva-entre tangente</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>206</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>80</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: caída de la ocupante por fallas mecánicas en moto, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso saliendo de una curva

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, y bermas.

<b>Abscisa</b>	<b>48+000</b>
<b>Elemento</b>	<b>Curva</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>85</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>65</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: volcamiento por exceso en horas de conducción, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en plena curva cerrada.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, y bermas.

<b>Abscisa</b>	<b>52+300</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>80</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque por superficie húmeda, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso y sin mantener la distancia de seguridad entre vehículos

Actividad de intervención: mejorar la señalización del sitio y métodos para controlar las velocidades de operación.

<b>Abscisa</b>	<b>55+100</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>75</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>



Causa de accidente: choque en exceso en horas de conducción, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en vía recta y no precaución de las zonas laterales.

Actividad de intervención: la mejora de las características de la vía en cuanto a bermas y zonas laterales.

<b>Abscisa</b>	<b>55+440</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>85.5</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque por transitar distante de la acera, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en plena curva cerrada y por incomodidad al tomar la curva se abre hasta el carril contrario.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, y sobre anchos

<b>Abscisa</b>	<b>57+000</b>
<b>Elemento</b>	<b>Transición Curva-Entre tangente</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>137</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>79.5</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: atropello a peatón que cruza sin observar, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en la salida de curva cerrada con poca visibilidad.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y estructuras para peatones, ya que empieza una zona poblada (Tangua)

<b>Abscisa</b>	<b>57+900</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>83</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: atropello a peatón que cruza en estado de embriaguez, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en la salida de curva cerrada con poca visibilidad.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y estructuras para peatones, ya que está en una zona poblada (Tangua)

<b>Abscisa</b>	<b>58+000</b>
<b>Elemento</b>	<b>Curva</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>172</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>86.5</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: atropello a peatón que cruza en estado de embriaguez, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en plena curva cerrada con poca visibilidad.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y estructuras para peatones, ya que está en una zona poblada (Tangua)

<b>Abscisa</b>	<b>66+000</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>85</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque entre vehículos por adelantar en carril contrario, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso y la percepción de estar en un tramo largo al salir de una curva para generar adelantamiento en contrapendiente sin prever vehículos en sentido contrario.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y mejora en la disposición de carriles para generar adelantamiento seguro de vehículos

<b>Abscisa</b>	<b>66+100 – 67+000 – 67+950 – 69+500</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>85 – 72.5 – 60 - 95</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque entre vehículos por adelantar en carril contrario, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso y la percepción de estar en un tramo largo al salir de una curva para generar adelantamiento en contrapendiente sin prever vehículos en sentido contrario.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y mejora en la disposición de carriles para generar adelantamiento seguro de vehículos

<b>Abscisa</b>	<b>66+600</b>
<b>Elemento</b>	<b>Curva</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>80</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>69.5</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque entre vehículos por adelantar en carril contrario, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso y la percepción de salir de una curva para generar adelantamiento en contrapendiente sin prever vehículos en sentido contrario.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y señalización que evite adelantamiento inoportuno

<b>Abscisa</b>	<b>70+750</b>
<b>Elemento</b>	<b>Entre tangente</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>83</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque entre vehículos por no respetar distancia de seguridad, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso y falla la percepción al instante de entrar a una curva cerrada, por lo que reduce la velocidad drásticamente.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura y empalmes con entre tangentes, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y mejora en la señalización en la aproximación de la curva

<b>Abscisa</b>	<b>71+200</b>
<b>Elemento</b>	<b>Transición Curva-Entre tangente</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>136</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>70</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: atropello a peatón que cruza sin observar, esto se relaciona al exceso de velocidad en pendiente de descenso en la entrada de curva cerrada con poca visibilidad.

Actividad de intervención: la mejora de las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, sobre anchos, mejoramiento en las zonas laterales y estructuras para peatones, ya que empieza una zona poblada (Coba Negra)

<b>Abscisa</b>	<b>77+200</b>
<b>Elemento</b>	<b>Transición Curva-Entre tangente</b>
<b>Radios de curvatura (m)</b>	<b>136</b>
<b>Velocidad de operación</b>	<b>70</b>
<b>Estado del pavimento (visual)</b>	<b>Bueno (rehabilitado)</b>

Causa de accidente: choque entre moto y automóvil, esto se relaciona a estar en estado de embriaguez

Actividad de intervención: mejorar la señalización y control a los establecimientos de venta de licor cercanos a la zona.

#### 8.4.2 Puntos críticos por análisis geométrico

45+277.520	50+046.067	52+962.471	53+145.918	53+750.631	54+409.205	54+659.845
56+469.524	58+331.103	59+324.040	59+856.600	60+036.090	60+174.064	60+269.519
60+534.630	60+973.203	61+600.805	62+092.970	65+442.240	67+047.233	

Estos son las abscisas donde inician elementos de la vía (PC) las cuales son curvas que por su diseño geométrico (radio de curvatura muy pequeño) y velocidad de operación que supera en más de 20 km/h la velocidad en que debería tomarse la curva, representan un riesgo potencial para la presencia de eventos de accidentalidad, debido a las inseguridad e incomodidad que genera a los usuarios de la vía, además de problemática de visibilidad y mal diseño de zonas laterales, señalización y dispositivos para peatones, es así que requiere de una intervención urgente en cuanto a diseño geométrico y medidas de seguridad vial.

#### 8.4.3 Puntos críticos por consistencia de diseño

68+389- 68+638	68+787- 68+868	69+405- 70+016	70+707- 70+953	71+737- 72+171
72+569- 73+325	74+404- 74+511	75+256- 75+345	75+651- 77+096	78+996- 79+644
79+838- 79+929	81+048- 81+459	81+993- 82+057		

Estas son los tramos que son un riesgo potencial de accidentalidad de acuerdo a la evaluación hecha por el criterio II de Lamm, este criterio el que permite comparar los cambios de velocidad entre elementos consecutivos y por tanto el que permite determinar las zonas donde los conductores tienen que cambiar de velocidad de manera brusca lo que da al conductor una sensación de inseguridad e incomodidad perceptible, aquí se debe realizar una intervención modificando las características geométricas de los elementos con el fin de homogenizar el recorrido y no tener cambios drásticos de velocidades, si no que tenga un aspecto fluido, además de adecuar las zonas laterales para generar zonas de frenado y mejor visibilidad.

## CONCLUSIONES

- De 38 kilómetros evaluados en el tramo de la ruta 2501 en la vía Pedregal - Pasto se identificó: 10 zonas críticas de accidentalidad por medio del análisis estadístico por medio de indicadores de accidentalidad, correspondiente a 10 km de carretera; 18 puntos críticos de accidentalidad donde ocurrieron eventos con occisos evaluados en un rango de 200 mts, dando en totalidad 3.6 km; 20 puntos críticos de accidentalidad por condiciones geométricos en un rango de 200 mts, dando un total de 4 km; 1 zona crítica de accidentalidad en análisis por fallas en señalización de tránsito y dispositivos de contención, 1 km; 3 zonas críticas de accidentalidad por fallo de consistencia de la vía en un total de 1.152 km; dando la suma de zonas y puntos críticos de accidentalidad un total de 19.752 km equivalente al 52% del tramo evaluado, que tiene riesgo inminente de accidentalidad con probabilidad de fatalidad en los usuarios.
- En el análisis geométrico se determinó los siguientes datos: de 146 curvas existentes en este tramo, solo el 12.33% (18 curvas) concuerda o son menores su velocidad de operación a la velocidad específica real; el 87,67% (128 curvas) la velocidad de operación supera a la velocidad específica real; el 14% (20 curvas) la velocidad de operación supera en 20 km/h la velocidad específica real; es decir que el 87,67% de la vía se transita en exceso de velocidad por mal diseño geométrico, ya que la percepción de los usuarios por ser una vía de primer orden los induce a tomar estas velocidades.
- Realizando un análisis y asumiendo un diseño oportuno en cuanto a curvas y velocidad de diseño (70 km/h) teniendo en cuenta el orden de la vía y el terreno determinando el radio mínimo de curvatura se tiene que de 146 curvas, 19.86% (29 curvas) estarían adecuadas dentro del diseño en radio mínimo de curvatura; el 80.14% (117 curvas) están por debajo del diseño en radio mínimo de curvatura; por lo que habría que hacer intervención en casi a todo el tramo.
- En accidentalidad el 73% es generado por choques entre vehículos, el 8,16% es dado por volcamiento, por interceptar con objetos fijos o exceso en horas de conducción o fallas mecánicas; el 16,84% se da por atropello de vehículos a peatones por imprudencia al cruzar la vía, exceso de velocidad o estado de embriaguez del conductor o del peatón, especialmente se da en las zonas pobladas; el 1,53% es por caída del ocupante de una motocicleta, por exceso de velocidad, fallas mecánicas y por no llevar los implementos de seguridad adecuado.

## RECOMENDACIONES

- Implementar estructuras peatonales y para ciclistas en las zonas laterales de la vía y mejorar las condiciones de las zonas laterales para frenado de vehículos.
- Mejorar las características geométricas de la vía, en cuanto a radios de curvatura, generar en curvas cerradas el máximo peraltado posible con respectivos sobre anchos, la mejora en la parte de señalización y restricción de velocidad en este tramo incluyendo estructuras adecuadas para ello, mecanismos que controlen el adelantamiento inoportuno y proporcionar carriles adecuados para el adelantamiento seguro.
- Minimizar el riesgo y la gravedad de los accidentes en zonas y puntos críticos de accidentalidad identificados, si se toman los correctivos oportunos, ya que no se puede plantear un sistema utópico que elimine estos eventos inherentes al tránsito.
- Implementar Auditorias de Seguridad Vial (ASV) para eliminar o reducir la necesidad de desarrollar trabajos correctivos, incluyendo a todos los usuarios de la vía, en especial a los más vulnerables; al realizar este análisis en vías existentes se puede medir estadísticamente la efectividad analizando el antes y después de las intervenciones o medidas tomadas; hay que tener en cuenta que casi el 15% de las muertes inorgánicas en Colombia son dadas por accidentes de tránsito, y el 70% de estas son peatones y motociclistas.

## BIBLIOGRAFÍA

- MINISTERIO DE TRANSPORTE, fondo de prevención vial, accidentalidad vial en Colombia 2007.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia mayo de 2004.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, manual de diseño geométrico de carreteras Bogotá D.C.2008. 277 p.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE, plan nacional de seguridad vial Colombia 2011-2016. 72 p.
- Merino Chamorro, L. A. (2010), *propuesta del modelo de evaluación para la inspección visual de los dispositivos de seguridad vial y su incidencia en la accidentalidad en el tramo vial ruta 2501 de la troncal de Occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000 sector Ipiales - Pasto*. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño.
- Erazo Mafla, C. J.; Paz Jojoa S. (2013). Estudio de la velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes para la evaluación de la consistencia del tramo de vía comprendido entre los sectores El Tambor, Coba Negra, Catambuco y la salida sur de la ciudad de Pasto kilómetros 68 al 83 de la ruta 25 Pasto – Ipiales: Universidad de Nariño
- Mesa Acosta, C. A.; Oliva Herrera, C. A (2013). Estudio de la velocidad de operación de autos, buses y camiones de dos ejes para la evaluación de la consistencia en el tramo comprendido entre los kilómetros 53 al 68 de la ruta 25 Pasto – Ipiales: Universidad de Nariño
- Corporación fondo de prevención vial. (2012). *Guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular*. Bogotá D.C.
- Corporación fondo de prevención vial. (28 de 05 de 2014). *Corporación fondo de prevención vial*. obtenido de corporación fondo de prevención vial: <https://www.fpv.org.co/investigacion/estadisticas>.
- Salamanca, J., & Dourthe, A. (2003). *Guía para realizar una auditoría de seguridad vial*. Santiago de Chile: CONASET.

- Sierra, F. (2009). *Caminos más seguros: guía para ingeniería de seguridad vial*. Buenos Aires: AVEBURY.
- Andrew P O'Brien and Deborah Donald Road Safety Audit "Nitti Gritty" – Design Stage Audit.
- Antonio Dourthé Castrillón, Jaime Salamanca Candía, guía para realizar una auditoría de seguridad vial.
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS Y MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Venezuela). Manual interamericano de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras 2<sup>da</sup> edición.
- ADMINISTRACIÓN FEDERAL DE CARRETERAS, manual de dispositivos uniformes para el control del tránsito, Estados Unidos de América.
- COMISIÓN DE VIALIDAD Y TRANSPORTE URBANO, manual de dispositivos para el control del tránsito en zonas urbanas.
- INVIAS, instituto nacional de vías.  
<http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>