

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

LUIS ARMANDO MERINO CHAMORRO

**SAN JUAN DE PASTO
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
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

LUIS ARMANDO MERINO CHAMORRO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Ingeniería de Carreteras

**Asesor:
Ing. Esp. MIGUEL ÁNGEL GUDIÑO DÁVILA Mg.**

**SAN JUAN DE PASTO
UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
2010**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado, son de responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1ª del Acuerdo No. 324 de octubre de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2010

AGRADECIMIENTOS

Antes de escribir, pensé que por descuido podía dejar alguien importante por fuera en mención, por eso desde ya pido disculpas en caso que suceda.

Quiero agradecer a Dios, por darme toda la fortaleza y paciencia en todos los momentos que más la necesite y bendecirme por caminar junto a él en toda mi vida.

También quiero agradecer a los docentes de la Universidad de Nariño que hicieron de mí un excelente profesional y a los directivos la oportunidad de pertenecer a esta honorable institución que me permitieron culminar satisfactoriamente mis estudios y ser parte de la primera promoción en este posgrado.

En particular a mi profesor, maestro y guía, el ingeniero Miguel Ángel Gudiño Dávila, quien me ha orientado durante la carrera como un eminente profesor y en la vida laboral como un excelente profesional, a quien agradezco inmensamente dejarme ser su amigo.

DEDICATORIA

*Quiero dedicar este trabajo a mi familia, a las tres luces que iluminan mi sendero:
mi esposa Angelita y mis hijos Luis Ángel y Miguel Ángel, por estar a mi lado en
los momentos más difíciles.*

*A mis Padres, por todo lo que me han dado en la vida y por ser mis más fervientes
hinchas, gracias por todo su apoyo y comprensión.*

*A mis hermanos, Fanny, Hernán y Oscar, gracias por todos esos consejos y toda
su comprensión.*

*A mis sobrinitos, Fernando, Carlos Mario, Santiago y Sebastián, gracias por todas
esas sonrisas que me alegran la vida.*

*A mi abuelita María de Jesús, alguien con su simpleza me ha enseñado la luz en
horas de oscuridad.*

Luis Armando Merino Chamorro

RESUMEN

LAS ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD SON DE GRAN PREOCUPACIÓN PARA LAS ENTIDADES ENCARGADAS DEL MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LOS CORREDORES VIALES A SU CARGO, RAZÓN POR LA CUAL SE HIZO NECESARIO DETERMINAR LOS SECTORES Y SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD, CON EL OBJETIVO DE DAR A CONOCER EL ESTUDIO, TRAZANDO COMO META DISMINUIR LA TASA DE MORBILIDAD Y MORTALIDAD EN EL CORREDOR DE LA RUTA 25 TRAMO 01 DE LA TRONCAL DE OCCIDENTE.

PARA LA ELABORACIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO SE HIZO NECESARIO RECOPIRAR LA ACCIDENTALIDAD PRESENTADA EN LOS SECTORES COMPRENDIDOS ENTRE IPIALES PR 5+000 HASTA PASTO EN EL PR 83+000 DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. CON BASE EN LA INFORMACIÓN CAPTADA, SE IDENTIFICARON LOS PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD, LOS CUALES FUERON SELECCIONADOS COMO AQUELLOS EN LOS QUE SE PRESENTA UNA ALTA TASA DE ACCIDENTALIDAD, DE MUERTOS O HERIDOS.

LUEGO DE DETERMINAR LOS SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD, SE PLANTEA LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL, COMO ALTERNATIVA PARA DETERMINAR LAS DEFICIENCIAS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA EN TEMAS RELACIONADOS CON LA SEÑALIZACIÓN, DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁFICO, ESTADO DEL DERECHO DE VÍA Y LA GEOMETRÍA EN PLANTA O PERFIL DE LA CARRETERA, DIRIGIDA A MEJORAR LAS CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD Y SEGURIDAD DE LOS USUARIOS.

FINALMENTE SE CORRELACIONA DICHAS DEFICIENCIAS EN RELACIÓN CON LA IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS CRÍTICOS PARA DETERMINAR LOS DISPOSITIVOS O FACTORES DE INTERVENCIÓN EN LA CARRETERA CON EL FIN DE DISMINUIR LOS ÍNDICES DE ACCIDENTALIDAD.

ABSTRACT

THE ACCIDENT STATISTICS ARE OF GREAT CONCERN TO THE AGENCIES RESPONSIBLE FOR MAINTENANCE AND OPERATION OF THE CORRIDORS TO HIS OFFICE, WHICH IS WHY IT WAS NECESSARY TO IDENTIFY SECTORS AND ACCIDENT HOTSPOTS, WITH THE AIM OF RAISING AWARENESS OF THE STUDY, DRAWING A GOAL TO REDUCE THE RATE OF MORBIDITY AND MORTALITY IN THE CORRIDOR OF THE ROUTE 25 SECTION 01 OF THE CORE OF THE WEST.

FOR THE PREPARATION OF THIS STUDY WAS NECESSARY TO COLLECT THE ACCIDENTS PRESENTED IN SECTORS RANGING FROM 5+000 TO PR 83+000 IPIALES - PASTO IN THE DEPARTMENT OF NARIÑO. BASED ON THE INFORMATION OBTAINED, IT IDENTIFIES THE CRITICAL POINTS OF ACCIDENTS, WHICH WERE SELECTED AS THOSE IN WHICH A HIGH RATE OF ACCIDENTS, DEAD OR WOUNDED.

AFTER DETERMINING THE ACCIDENT HOTSPOTS, THERE IS A METHODOLOGY FOR ASSESSING ROAD SAFETY DEVICES AS AN ALTERNATIVE TO IDENTIFY GAPS IN THE CONSERVATION STATUS OF THE ROAD ON ISSUES RELATED TO SIGNAGE, TRAFFIC CONTROL DEVICES, STATE OF RIGHT OF WAY AND THE GEOMETRY OR PROFILE OF THE ROAD, AIMED AT IMPROVING TRAFFIC CONDITIONS AND SAFETY OF USERS.

FINALLY CORRELATE THESE SHORTCOMINGS WITH REGARD TO THE IDENTIFICATION OF CRITICAL POINTS TO DETERMINATE WHICH DEVICES OR FACTORS AFFECTING THE ROAD TO REDUCE ACCIDENT RATES.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	38
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	40
1.1 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
1.2 ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	40
1.3 GRUPO DE INVESTIGACIÓN.....	40
1.4 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	40
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	41
1.5.1 Formulación del problema.....	41
1.5.2 Análisis del problema:.....	42
1.6 OBJETIVOS.....	42
1.6.1 Objetivo general.....	42
1.6.2 Objetivos específicos:.....	42
1.7 JUSTIFICACIÓN.....	43
1.8 ALCANCE Y DELIMITACIÓN.....	45
2. ACCIDENTALIDAD VIAL.....	47
2.1 LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA.....	47
2.1.1 Registro histórico.....	47
2.1.2 Tasas de accidentalidad:.....	50
2.1.3 Tasas de mortalidad.....	53
2.1.4 Tasas de morbilidad:.....	56
2.1.5 Causas probables de los accidentes:.....	58
2.2 ACCIDENTALIDAD VIAL EN LAS CARRETERAS NACIONALES.....	62
2.2.1 Registro histórico:.....	62
2.2.2 Tasas de accidentalidad:.....	63
2.3 LAS ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRANSITO.....	64
2.3.1 Información de los accidentes.....	64

2.3.2 Análisis de la información	65
2.3.3 Metodología desarrollada por el Fondo de Prevención Vial.....	65
2.3.4 Desarrollo de la metodología para determinación de los puntos críticos	65
3. DEFINICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL EN LAS CARRETERAS DE NARIÑO.....	66
3.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL	66
3.1.1 Generalidades:.....	66
3.1.2 Clasificación de las señales	67
3.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	71
3.2.1 Generalidades:.....	71
3.2.2 Clasificación.....	71
3.3 SEÑALIZACIÓN DE VÍAS AFECTADAS POR OBRAS	77
3.3.1 Generalidades:.....	77
3.3.2 Clasificación:.....	77
3.4 SEÑALES DE GUÍA.....	84
3.4.1 Generalidades:.....	84
3.4.2 Tipos	84
3.5 REDUCTORES DE VELOCIDAD	86
3.5.1 Generalidades:.....	86
3.5.2 Tipos	86
3.6 DELINEADORES DE PISO	89
3.6.1 Generalidades:.....	89
3.6.2 Tipos:.....	89
3.7 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN LATERAL.....	90
3.7.1 Postes de fijación.....	91
3.7.2 Defensa metálica.	91
3.7.3 Elementos de fijación.....	92
3.7.4 Captafaros	93
3.8 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA EN LAS ZONAS LATERALES	94

4. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL.....	95
4.1 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL	95
4.1.1 Daños en el estado de conservación	95
4.1.2 Deficiencias de los materiales.....	102
4.1.3 Deficiencia en la instalación.....	107
4.1.4 Diseño deficiente	111
4.1.5 Ausencia del dispositivo.....	115
4.2 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	117
4.2.1 Daños en el estado de conservación	117
4.2.2 Deficiencias en los materiales.....	120
4.2.3 Deficiencia en la instalación.....	120
4.2.4 Diseño deficiente	121
4.2.5 Ausencia del dispositivo.....	124
4.3 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN DE VÍAS AFECTADAS POR OBRAS.....	127
4.3.1 Daños en el estado de conservación	127
4.3.2 Deficiencias de los materiales.....	131
4.3.3 Deficiencia en la instalación.....	132
4.3.4 Diseño deficiente.	133
4.4 DAÑOS EN LAS SEÑALES DE GUÍA	140
4.4.1 Daños en el estado de conservación	140
4.4.2 Deficiencias de los materiales.....	141
4.4.3 Deficiencia en la instalación.....	141
4.4.4 Diseño deficiente	143
4.4.5 Ausencia del dispositivo.....	145
4.5 DAÑOS EN LOS REDUCTORES DE VELOCIDAD	145
4.5.1 Daños en el estado de conservación	145
4.5.2 Deficiencias en los materiales.....	147
4.5.3 Deficiencia en la instalación.....	147
4.5.4 Diseño deficiente	147

4.5.5 Ausencia del dispositivo.....	150
4.6 DAÑOS EN LOS DELINEADORES DE PISO.....	150
4.6.1 Daños en el estado de conservación	150
4.6.2 Deficiencias de los materiales.....	150
4.6.3 Deficiencia en la instalación.....	150
4.6.4 Ausencia del dispositivo.....	151
4.7 DAÑOS EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN LATERAL	151
4.7.1 Daños en el estado de conservación	151
4.7.2 Deficiencias de los materiales.....	159
4.7.3 Deficiencias en la instalación	160
4.7.4 Deficiencias en el diseño	162
4.7.5 Ausencia del dispositivo.....	162
4.8 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL.....	163
4.8.1 Condiciones de visibilidad.....	164
4.8.2 Sección transversal de la vía	166
4.8.3 Criterios de velocidad del tramo.....	167
5. CAPTURA DE INFORMACIÓN	168
5.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	168
5.2 INFORMACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS Y DETERIOROS.....	168
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	185
7. EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL EN LOS ACCIDENTES DE LAS CARRETERAS DE NARIÑO	197
7.1 LOS PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD.....	197
7.2 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS	198
7.2.1 Accidentalidad del tramo en estudio.	198
7.2.2 Definición de la media y desviación estándar	241
7.2.3 Identificación preliminar de posibles sectores de concentración de accidentes.....	242
7.2.4 Definición de tramos de concentración de accidentes a partir de los resultados de la sectorización.....	242

7.2.5 Cálculo de la media y la desviación estándar de cada indicador de accidentalidad para el período de análisis	242
7.2.6 Identificación de posibles sectores de concentración de accidentes	249
7.2.7 Priorización del estudio detallado de tramos por el número de periodos de registro con indicadores altos	252
7.3 CAUSAS DE ACCIDENTES	252
7.3.1 Accidentes con muertos:.....	252
7.3.2 Accidentes con heridos.	254
7.4 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD	261
7.4.1 Sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	262
7.4.2 Sector crítico PR 26+000 al PR 27+000:	264
7.4.3 Sector crítico PR 33+000 al PR 34+000:	267
7.4.4 Sector crítico PR 51+000 al PR 52+000:	269
7.5 ESTADO DE LOS DISPOSITIVOS EN LOS PUNTOS CRÍTICOS.....	271
7.5.1 Sector crítico PR 24+000 al PR 25+000:	272
7.5.2 Sector crítico PR 26+000 al PR 27+000:	282
7.5.3 Sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	290
7.5.4 Sector crítico PR 51+000 al PR 52+000	301
7.6 INCIDENCIA DEL MODELO DE EVALUACIÓN ESTADO DE LOS DISPOSITIVOS EN LA SEGURIDAD VIAL Y LA DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD.....	312
7.6.1 Geometría de la vía en los puntos críticos.	314
7.6.2 Estado de la infraestructura	320
8. CONCLUSIONES	326
8.1 ACCIDENTALIDAD.....	326
8.2 MODELO DE EVALUACIÓN	327
9. RECOMENDACIONES.....	329
BIBLIOGRAFÍA.....	330
ANEXOS.....	331

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Registro Histórico de la accidentalidad vial nacional (1986 – 2007)	48
Tabla 2. Tasas de accidentalidad	50
Tabla 3. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007	58
Tabla 4. Causas probables de los accidentes de tránsito.....	60
Tabla 5. Causas probables de los accidentes de tránsito.....	61
Tabla 6. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad en carreteras nacionales hasta el año 2007	62
Tabla 7. Participación de la accidentalidad en carreteras en el total nacional	63
Tabla 8. Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales	112
Tabla 9. Dimensiones de los tableros de las señales verticales	114
Tabla 10. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización vertical.	116
Tabla 11. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización horizontal	126
Tabla 12. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización de vía afectada por obra	139
Tabla 13. Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal	142
Tabla 14. Dimensiones mínimas para los delineadores de curva horizontal	144
Tabla 15. Separación entre líneas reductoras de velocidad	149
Tabla 16. Tipos de deterioros y grados de severidad en las defensas metálicas	163
Tabla 17. Convenciones de las deficiencias y daños en la señalización vertical .	170
Tabla 18. Convenciones de las deficiencias y daños en la señalización horizontal	171

Tabla 19. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en la señalización de carreteras afectadas por obras	172
Tabla 20. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en las señales de guía.....	173
Tabla 21. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en los reductores de velocidad.....	174
Tabla 22. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en los delineadores de piso.....	175
Tabla 23. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en las defensas metálicas.....	180
Tabla 24. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en el estado de conservación de los dispositivos de seguridad vial.	186
Tabla 25. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en los materiales de los dispositivos de seguridad vial.....	189
Tabla 26. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en la instalación de los dispositivos de seguridad vial.	190
Tabla 27. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en el diseño de los dispositivos de seguridad vial.....	191
Tabla 28. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias por la ausencia de los dispositivos de seguridad vial.....	192
Tabla 29. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de (enero de 2009).....	198
Tabla 30. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Febrero de 2009.....	202
Tabla 31. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Marzo de 2009	205
Tabla 32. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Abril de 2009	208
Tabla 33. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Mayo de 2009.....	211
Tabla 34. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Junio de 2009.....	214
Tabla 35. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Julio de 2009	217
Tabla 36. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Agosto de 2009	220

Tabla 37. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Septiembre de 2009	223
Tabla 38. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Octubre de 2009.....	226
Tabla 39. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Noviembre de 2009	229
Tabla 40. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Diciembre de 2009	232
Tabla 41. Índice de peligrosidad y tasa de muertos y heridos desde el PR 5+000 al PR 44+000 (2009).....	236
Tabla 42. Índice de peligrosidad y tasa de muertos y heridos desde el PR 44+000 al PR 83+000 (2009).....	237
Tabla 43. Determinación de la media y desviación estándar del índice de peligrosidad del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 .	243
Tabla 44. Determinación de la media y desviación estándar del índice de peligrosidad del tramo en estudio desde el PR 52+000 al PR 83+00 .	244
Tabla 45. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de heridos del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 (2009)	245
Tabla 46. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de heridos del tramo en estudio desde el PR 52+000 al PR 83+000.....	246
Tabla 47. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de muertos del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000	247
Tabla 48. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de muertos del tramo en desde el PR 52+000 al PR 83+000 (2009).....	248
Tabla 49. Determinación de los puntos críticos con al menos un indicador de accidentalidad del tramo en estudio desde el PR 5+000	250
Tabla 50. Determinación de los puntos críticos con al menos un indicador de accidentalidad del tramo en estudio desde el PR 52+000	251
Tabla 51. Tramo de vía con dos de los indicadores básicos.	252
Tabla 52. Accidentes con muertos.....	252
Tabla 53. Resumen de accidentes con muertos	253
Tabla 54. Resumen novedades de accidentes y número de muertos	253

Tabla 55. Resumen de causa de accidentes y número de muertos	254
Tabla 56. Accidentes con heridos (3 al 12 de enero de 2009).....	254
Tabla 57. Accidentes con heridos (13 de enero al 20 de marzo de 2009)	255
Tabla 58. Accidentes con heridos (20 de marzo al 7 de Julio de 2009).....	256
Tabla 59. Accidentes con heridos (14 de Julio al 20 de septiembre de 2009)	257
Tabla 60. Accidentes con heridos (20 de septiembre al 17 de noviembre de 2009).....	258
Tabla 61. Accidentes con heridos (20 de noviembre al 31 de diciembre de 2009).....	259
Tabla 62. Resumen de accidentes con heridos (2009).....	260
Tabla 63. Resumen novedades de accidentes y número de muertos (2009)	260
Tabla 64. Resumen de causa de accidentes y número de heridos.....	261
Tabla 65. Accidentes presentados en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	262
Tabla 66. Resumen de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	262
Tabla 67. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	263
Tabla 68. Causa de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	263
Tabla 69. Accidentes presentados en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	264
Tabla 70. Resumen de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	265
Tabla 71. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	265
Tabla 72. Causa de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	266

Tabla 73. Accidentes presentados en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	267
Tabla 74. Resumen de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	267
Tabla 75. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	267
Tabla 76. Causa de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	268
Tabla 77. Accidentes presentados en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	269
Tabla 78. Resumen de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	270
Tabla 79. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	270
Tabla 80. Causa de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	271
Tabla 81. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial	312
Tabla 82. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial.....	313
Tabla 83. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial.....	313
Tabla 84. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad via	314
Tabla 85. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000.....	315
Tabla 86. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000.....	315
Tabla 87. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000.....	316
Tabla 88. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características	

geométricas en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000.....	316
Tabla 89. Características geométricas del tramo crítico PR 24+000 al PR 25+000.....	317
Tabla 90. Características geométricas del tramo crítico PR 26+000 al PR 27+000.....	318
Tabla 91. Características geométricas del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000.....	319
Tabla 92. Características geométricas del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000.....	320

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad (1986 – 2007)..	49
Figura 2. Muertos en accidentes de tránsito (1986 – 2007).....	49
Figura 3. Heridos en accidentes de tránsito (1986 – 2007)	50
Figura 4. Accidentes por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007)	51
Figura 5. Accidentes por cada 10 mil conductores (1991 – 2007)	52
Figura 6. Accidentes por cada mil vehículos (1986 – 2007)	52
Figura 7. Accidentes por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007).....	53
Figura 8. Muertos por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007).....	54
Figura 9. Muertos por cada 10 mil conductores (1991 – 2007).....	54
Figura 10. Muertos por cada mil vehículos (1991 – 2007)	55
Figura 11. Muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007).....	55
Figura 12. Heridos por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007)	56
Figura 13. Heridos por cada 10 mil conductores (1991 – 2007)	56
Figura 14. Heridos por cada mil vehículos (1986 – 2007).....	57
Figura 15. Muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007).....	57
Figura 16. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007.....	59
Figura 17. Causas probables de los accidentes de tránsito.....	61
Figura 18. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad en carreteras nacionales hasta el año 2007	62
Figura 19. Participación de la accidentalidad en carreteras en el total nacional....	63
Figura 20. Señal vertical preventiva tipo SP-27 (Descenso peligroso)	67
Figura 21. Señal vertical preventiva tipo SP-44 (Superficie deslizante).....	68
Figura 22. Señal vertical reglamentaria tipo SP-28 (Prohibido parquear)	68
Figura 23. Señal vertical reglamentaria tipo SR-30(30) (Velocidad máx. 30 K/h) ..	69

Figura 24. Señal vertical informativa tipo SI-06 (Confirmativa de destino).....	69
Figura 25. Señal vertical informativa tipo SI-05 (Información previa de destino) ...	70
Figura 26. Señal elevada tipo bandera	70
Figura 27. Señal elevada tipo pasavías	71
Figura 28. Línea central de eje de calzada bidireccional	72
Figura 29. Línea central de eje de calzada unidireccional	72
Figura 30. Líneas de borde de pavimento	73
Figura 31. Líneas de separación de rampas de entrada (carril de desaceleración).....	74
Figura 32. Líneas de separación de rampas de salida (carril de aceleración)	74
Figura 33. Flechas sobre el pavimento	75
Figura 34. Demarcación de letreros en el pavimento.....	76
Figura 35. Marcas de bordillos.....	77
Figura 36. Señales verticales preventivas tipo SPO-01 (Trabajos en la vía)	78
Figura 37. Señales verticales preventivas tipo SPO-03 (Banderero)	78
Figura 38. Señal vertical reglamentaria tipo SRO-30 (50) (Velocidad máx.50K/h)	79
Figura 39. Señal vertical reglamentaria tipo SRO-01 (Vía cerrada)	79
Figura 40. Señal informativa tipo SIO-01 (Aproximación de obra en la vía)	80
Figura 41. Señal informativa tipo SIO-04 (Carril cerrado)	80
Figura 42. Barricada	82
Figura 43. Conos	82
Figura 44. Delineadores tubulares	83
Figura 45. Barreras plásticas	83
Figura 46. Banderero	84
Figura 47. Delineador de corona.....	85
Figura 48. Delineador de curva horizontal	85
Figura 49. Delineador de canalización.....	86
Figura 50. Líneas reductoras de velocidad	87
Figura 51. Resalto virtual	87
Figura 52. Resalto virtual	88

Figura 53. Bandas sonoras de estoperoles	88
Figura 54. Bandas sonoras de estoperoles	89
Figura 55. Tacha reflectiva	90
Figura 56. Defensa metálica	91
Figura 57. Postes de fijación.....	91
Figura 58. Tramo de defensa.....	92
Figura 59. Elementos de fijación entre tramos de defensa	92
Figura 60. Elementos de fijación de unión de la lámina al poste	93
Figura 61. Captafaros	93
Figura 62. Deformación de la señal por deficiencias en la estructura de soporte ..	96
Figura 63. Deterioro por oxidación de la pintura en la estructura de soporte.....	97
Figura 64. Oxidación de los elementos de fijación.....	98
Figura 65. Deformación parcial del tablero de la señal	98
Figura 66. Deformación parcial del tablero de la señal	99
Figura 67. Deformación total del tablero de la señal.....	99
Figura 68. Pérdida Parcial del material reflectivo.....	100
Figura 69. Pérdida total del material reflectivo	101
Figura 70. Pérdida parcial del texto y orlas de la señal.....	101
Figura 71. Pérdida total del texto y orlas de la señal.	102
Figura 72. Inclinación de la señal por deficiencias en el anclaje.....	103
Figura 73. Inclinación de la señal por deficiencias en el anclaje.....	103
Figura 74. Pandeo del elemento de soporte vertical.....	104
Figura 75. Pandeo del elemento de soporte vertical.....	105
Figura 76. Oxidación del elemento de soporte vertical	105
Figura 77. Elementos de fijación oxidados	106
Figura 78. Distancia lateral inferior a la mínima especificada	108
Figura 79. Distancia lateral superior a la máxima especificada	109
Figura 80. Instalación excesiva de señales	110
Figura 81. Altura de la señal inferior a la mínima especificada.....	111
Figura 82. Dimensiones internas de postes y tableros	113

Figura 83. Desgaste parcial de la pintura de tráfico.....	117
Figura 84. Desgaste total de la pintura de tráfico.....	118
Figura 85. Grado de anclaje de la microesfera a la película de pintura	118
Figura 86. Grado de anclaje de la microesfera a la película de pintura	119
Figura 87. Microesferas de vidrio en la pintura de tráfico	119
Figura 88. Pérdida parcial de la pintura y microesferas de vidrio.....	120
Figura 89. Pérdida total de la pintura y microesferas de vidrio	121
Figura 90. Flechas en el pavimento	123
Figura 91. Uso inadecuado de las flechas sobre el pavimento	124
Figura 92. Utilización de líneas de Pare en zonas de visibilidad limitada o en retrocesos excesivos.....	124
Figura 93. Ausencia de la señalización horizontal	125
Figura 94. Ausencia de la señalización horizontal de las líneas centrales.....	125
Figura 95. Ausencia de la señalización horizontal de los bordes de calzada	126
Figura 96. Deformación del tablero de la señal.....	127
Figura 97. Deformación del tablero de la señal.....	128
Figura 98. Pérdida parcial del material reflectivo del tablero de la señal	129
Figura 99. Pérdida total del texto, símbolos y orlas de la señal	129
Figura 100. Deformación y desprendimiento de los listones de la señal	130
Figura 101. Pérdida parcial o total de los símbolos o textos de la señal.....	130
Figura 102. Daños por pérdida parcial del material plástico.	131
Figura 103. Deterioro parcial o total del material reflectivo en conos.....	131
Figura 104. Aplicación inadecuada de los colores para las señales temporales .	134
Figura 105. Aplicación inadecuada de las formas para las señales temporales..	134
Figura 106. Aplicación inadecuada de los símbolos y colores de la señal.....	135
Figura 107. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del texto y tablero	135
Figura 108. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del texto y tablero	136
Figura 109. Aplicación inadecuada del dimensionamiento y colores de la señal tipo barricada	136
Figura 110. Dimensionamiento y colores de la señal tipo barricada	137

Figura 111. Altura de los conos inferior a la mínima especificada y deterioro de las bandas reflectivas.....	137
Figura 112. Ausencia de los dispositivos de canalización del tráfico	138
Figura 113. Ausencia de los dispositivos de canalización del tráfico	139
Figura 114. Distancia lateral inferior a la mínima especificada	142
Figura 115. Altura de la señal inferior a la mínima especificada.....	143
Figura 116. Dimensiones mínimas para los delineadores de curva horizontal	144
Figura 117. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del tablero y colores del delineador de curva horizontal	145
Figura 118. Pérdida parcial de la pintura de tráfico y reflectante de las líneas reductoras de velocidad	146
Figura 119. Pérdida parcial de la pintura de tráfico y reflectante del resalto virtual	147
Figura 120. Desprendimiento de la tacha reflectiva	151
Figura 121. Ausencia de los postes en las defensas metálicas.....	152
Figura 122. Deformación de los postes en las defensas metálicas	153
Figura 123. Deformación por torsión de los postes en las defensas metálicas ...	153
Figura 124. Deformación por flexión de los postes en las defensas metálicas....	154
Figura 125. Oxidación de los postes en las defensas metálicas.....	154
Figura 126. Ausencia de tramos de defensa metálica	155
Figura 127. Deformaciones en tramo de defensa metálica.....	155
Figura 128. Deformaciones en tramo de defensa metálica.....	156
Figura 129. Presencia de oxidación en tramos de defensa metálica	156
Figura 130. Deterioro parcial del material reflectivo del captafaros	157
Figura 131. Deterioro total del material reflectivo del captafaros	157
Figura 132. Ausencia de captafaros	158
Figura 133. Ausencia de los elementos de fijación de la defensa metálica	158
Figura 134. Oxidación de los elementos de fijación de la defensa metálica	159
Figura 135. Utilización inadecuada de elementos de fijación en la defensa metálica.....	159

Figura 136. Distancia lateral inferior a la mínima especificada	161
Figura 137. Altura de defensa metálica superior a la máxima especificada	161
Figura 138. Altura de defensa metálica inferior a la mínima especificada	162
Figura 139. Obstrucción de la visibilidad de las señales por crecimiento de la vegetación.....	164
Figura 140. Obstrucción de la visibilidad por crecimiento de la vegetación	165
Figura 141. Formato de inspección.....	169
Figura 142. Diligenciamiento de los formatos de captura de información (Información general del proyecto).....	177
Figura 143. Diligenciamiento de los formatos de captura de información.....	178
Figura 144. Diligenciamiento de los formatos de captura de información.....	179
Figura 145. Deterioro 1: Deformación de la viga de la defensa metálica.....	181
Figura 146. Deterioro 2: Deformación del poste o paral de la defensa	181
Figura 147. Deterioro 1: Deformación de tramos de defensa	182
Figura 148. Deterioro 2: Ausencia de elementos de fijación.....	182
Figura 149. Deterioro 3: Unión deficiente entre la defensa y el poste.....	183
Figura 150. Deterioro 1: Ausencia de la defensa metálica.....	183
Figura 151. Diligenciamiento de los formatos de captura de información.....	184
Figura 152. Diligenciamiento de los formatos de captura de información.....	184
Figura 153. Porcentaje de afectación del daño por tramos.....	193
Figura 154. Porcentaje de afectación por deficiencia en el estado de conservación en la señalización vertical	193
Figura 155. Porcentaje de afectación por deficiencia en los materiales en la señalización vertical	194
Figura 156. Porcentaje de afectación por deficiencia en la instalación en la señalización vertical	194
Figura 157. Porcentaje de afectación por deficiencia en el diseño en la señalización vertical	195
Figura 158. Porcentaje de afectación por ausencia en la señalización vertical ...	195
Figura 159. Número de accidentes a lo largo del tramo (Enero de 2009).....	200

Figura 160. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Enero de 2009)	.201
Figura 161. Número de accidentes a lo largo del tramo (Febrero de 2009)	.....203
Figura 162. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Febrero de 2009)	.....204
Figura 163. Número de accidentes a lo largo del tramo (Marzo de 2009)	.....206
Figura 164. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Marzo de 2009)	207
Figura 165. Número de accidentes a lo largo del tramo (Abril de 2009)	.....209
Figura 166. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Abril de 2009)	...210
Figura 167. Número de accidentes a lo largo del tramo (Mayo de 2009)	.....212
Figura 168. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Mayo de 2009)	.213
Figura 169. Número de accidentes a lo largo del tramo (Junio de 2009)	.....215
Figura 170. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Junio de 2009)	.216
Figura 171. Número de accidentes a lo largo del tramo (Julio de 2009)	.....218
Figura 172. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Julio de 2009)	..219
Figura 173. Número de accidentes a lo largo del tramo (Agosto de 2009)	.....221
Figura 174. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Agosto de 2009)	.....222
Figura 175. Número de accidentes a lo largo del tramo (Septiembre de 2009)	...224
Figura 176. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Septiembre de 2009)	.....225
Figura 177. Número de accidentes a lo largo del tramo (Octubre de 2009)	.....227
Figura 178. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Octubre de 2009)	.....228
Figura 179. Número de accidentes a lo largo del tramo (Noviembre de 2009)	....230
Figura 180. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Noviembre de 2009)	.....231
Figura 181. Número de accidentes a lo largo del tramo (Diciembre de 2009)	.....233
Figura 182. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Diciembre de 2009)	.....234
Figura 183. Número de accidentes a lo largo del tramo Enero a Diciembre	

de 2009	235
Figura 184. Índice de peligrosidad a lo largo del tramo (2009)	238
Figura 185. Tasa de heridos a lo largo del tramo (2009)	239
Figura 186. Tasa de muertos a lo largo del tramo (2009)	240
Figura 187. Porcentaje de muertos en relación con las novedades de los accidentes	253
Figura 188. Porcentaje de muertos en relación con las causas de los accidentes	254
Figura 189. Porcentaje de heridos en el tramo en relación con las novedades de accidentes (2009).....	260
Figura 190. Porcentaje de heridos en el tramo en relación con las causas de accidentes (2009).....	261
Figura 191. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	263
Figura 192. Causa de accidente en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009	264
Figura 193. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	265
Figura 194. Causa de accidente en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009	266
Figura 195. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	268
Figura 196. Causa de accidente en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009	269
Figura 197. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	270
Figura 198. Causa de accidente en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009	271
Figura 199. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 24+000 al PR 25+000	273

Figura 200. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 24+000 al PR 25+000	274
Figura 201. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+000) ..	275
Figura 202. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+100) ..	275
Figura 203. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+200) ..	276
Figura 204. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+300) ..	276
Figura 205. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+400) ..	277
Figura 206. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+450) ..	277
Figura 207. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+600) ..	278
Figura 208. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+650) ..	278
Figura 209. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+900) ..	279
Figura 210. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	279
Figura 211. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	280
Figura 212. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	280
Figura 213. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	281
Figura 214. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000	281
Figura 215. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 24+000 al PR 25+000	282
Figura 216. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 26+000 al PR 27+000	283
Figura 217. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 26+000 al PR 27+000	284
Figura 218. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+000) ..	285
Figura 219. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+200) ..	285
Figura 220. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+300) ..	286

Figura 221. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+600) ..	286
Figura 222. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+900) ..	287
Figura 223. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000	287
Figura 224. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000	288
Figura 225. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000.....	288
Figura 226. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000	289
Figura 227. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000	289
Figura 228. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 26+000 al PR 27+000	290
Figura 229. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 33+000 al PR 34+000	291
Figura 230. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 33+000 al PR 34+000	292
Figura 231. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+000) ..	293
Figura 232. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+100) ..	293
Figura 233. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+150) ..	294
Figura 234. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+200) ..	294
Figura 235. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+300) ..	295
Figura 236 Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+400) ...	295
Figura 237. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+600) ..	296
Figura 238. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+650) ..	296
Figura 239. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+700) ..	297
Figura 240. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+800) ..	297
Figura 241. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+900) ..	298
Figura 242. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del	

sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	298
Figura 243. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	299
Figura 244. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	299
Figura 245. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	300
Figura 246. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000	300
Figura 247. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000	301
Figura 248. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 51+000 al PR 52+000	302
Figura 249. Diligenciamiento del formato de captura de información para el sector crítico comprendido entre el PR 51+000 al PR 52+000	303
Figura 250. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+000) ..	304
Figura 251. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+100) ..	304
Figura 252. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+300) ..	305
Figura 253. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+400) ..	305
Figura 254. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+500) ..	306
Figura 255. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+600) ..	306
Figura 256. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+700) ..	307
Figura 257. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+750) ..	307
Figura 258. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+800) ..	308
Figura 259. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+900) ..	308
Figura 260. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000	309
Figura 261. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000	309
Figura 262. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector	

crítico PR 51+000 al PR 52+000.....	310
Figura 263. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000	310
Figura 264. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000	311
Figura 265. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 51+000 al PR 52+000	311

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Formato de captura de información para la señalización	332
Anexo B. Formato de captura de información para defensas metálicas	333
Anexo C. Procesamiento y análisis de información para el ejemplo de cálculo...	334
Anexo D. Levantamiento en planta del tramo critico comprendido entre el PR 24+000 al PR 25+000	344
Anexo E. Levantamiento en planta del tramo critico comprendido entre el PR 26+000 al PR 27+000	345
Anexo F. Levantamiento en planta del tramo critico comprendido entre el PR 33+000 al PR 34+000	346
Anexo G. Levantamiento en planta del tramo critico comprendido entre el PR 51+000 al PR 52+000	347

LISTADO DE ABREVIATURAS

- A: Daño en el anclaje del dispositivo.
AL: Deficiencias por la altura del dispositivo.
AU: Ausencia del dispositivo.
C. Ubicación del dispositivo a lo largo de la calzada de la carretera.
CF: Daños en los Captafaros de las defensas metálicas.
D: Ubicación lateral derecha del dispositivo a lo largo de la carretera en sentido de avance del abscisado.
DIS: Deficiencias en el diseño de los colores, textos, tamaño, formas y orla del dispositivo.
E: Ubicación del dispositivo en el eje de la calzada.
EC. Deficiencia en el estado de conservación del dispositivo.
EF: Daño en los elementos de fijación del dispositivo.
ES: Daño en la estructura de soporte del dispositivo.
I: Ubicación lateral izquierda del dispositivo a lo largo de la carretera en sentido de avance del abscisado.
INS. Deficiencia en la instalación del dispositivo.
MAT: Deficiencia de los materiales que constituyen del dispositivo.
MR: Daños en el material reflectivo del dispositivo.
n Número total de sectores entre PR resultantes de considerar todos los años analizados.
P: Daño en la pintura del dispositivo.
PF: Daños presentes en los postes de fijación de las defensas metálicas.
PR: Poste de referencia.
S: daño en la soldadura del dispositivo.
SH. Señalización horizontal.
- SI: Señal vertical informativa.
SP: Señal vertical preventiva.
SR: Señal vertical Reglamentaria.
SV: Señal vertical.
U: Aplicación inadecuada en cuanto a uso del dispositivo.
ULA: Deficiencia en la ubicación lateral del dispositivo.
ULO: Deficiencias en la ubicación longitudinal del dispositivo.
V: Daños en las vigas o tramos de defensa metálica.
 \bar{X} : Media de cada indicador de accidentalidad.
 σ : Desviación estándar del indicador de accidentalidad

GLOSARIO

Accidente con sólo daños materiales. Aquel en que no se han ocasionado ni muertos ni heridos.

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.

Accidentes leves. Choque de un vehículo contra uno o más de ellos u objeto fijo, sin que se presente víctimas (heridos o muertos).

Accidente mortal. Aquel en que una o varias personas resultan muertas dentro de las primeras veinticuatro horas.

Accidentes serios. Choque de un vehículo contra uno o más de ellos u objeto fijo que genera heridos.

Características 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, ciclo rutas, separadores, bermas y demás elementos de espacio público.

Causas probables del accidente. Son los factores apreciativos por los cuales se presenta un accidente. Se incluyen los relacionados con el conductor, el vehículo, el peatón, el pasajero o la vía.

Clase de accidente. Básicamente encontramos tres tipos de accidentes: primero los accidentes simples que son aquellos percances en las cuales intervienen un vehículo. Segundo los accidentes múltiples que son aquellos en los que participan un vehículo o un peatón o dos vehículos y tercero el atropello que es el encuentro que se da entre un vehículo y un peatón o animal. Así: a) Choque: Es el encuentro violento entre dos (2) o más vehículos, o entre un vehículo y un objeto fijo. b) Atropello: Es aquel accidente donde un peatón es inicialmente objeto de un impacto por un vehículo. c) Volcamiento: Es el hecho primario en el cual el vehículo pierde su posición normal durante el accidente y puede quedar de manera lateral o inversa d) Caída de ocupante: Se refiere a la caída de un pasajero desde un vehículo hacia el exterior o interior del mismo. e) Incendio: Se refiere a aquellos casos en que el vehículo se incendia sin que exista accidente previo y f) Otro: Se refiere a aquel accidente no asimilable dentro de las cinco situaciones anteriores, es poco frecuente y cuando su gravedad lo amerite requiere de un informe adicional.

Defensas metálicas. Las defensas son dispositivos de seguridad que se instalan en uno o ambos lados de una carretera, en los lugares donde exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otros, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto.

Delineadores de piso. Dispositivos que guían al conductor sobre las condiciones de la vía en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas.

Demarcación horizontal. Refiérase a señales horizontales.

Deterioro. Se refiere a la degeneración o empeoramiento gradual que observa algo, ya sea un objeto, una situación, entre otros.

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.

Fecha y hora del accidente. La fecha, día de la semana, hora aproximada en que ocurrió el accidente.

Geometría de la vía. Características de la vía en el sitio del accidente.

Gravedad del accidente. Los accidentes de tráfico tienen diferentes escalas de gravedad, el accidente más grave se considera aquél donde resultan víctimas mortales, bajando la escala de gravedad donde hay heridos graves, heridos leves, y el que origina daños materiales a los vehículos afectados, así: a) si el accidente presenta muertos y heridos con daños materiales, la gravedad quedará definida con muertos. b). Si el accidente presenta heridos, o heridos y daños materiales, la gravedad quedará definida con heridos y, c) Si sólo se presentaron daños materiales, la gravedad quedará definida solo daños.

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

Herido grave. Toda persona herida en un accidente de circulación y cuyo estado precisa una hospitalización superior a veinticuatro horas.

Herido leve. Toda persona herida en un accidente de circulación al que no puede aplicarse la definición de herido grave cuya atención no requiere hospitalización.

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

Lugar del accidente. La descripción del lugar donde ocurrió el accidente.

Muerto. Toda persona que, como consecuencia del accidente, fallezca en el acto o dentro de los treinta días siguientes. El número de fallecidos durante las primeras veinticuatro horas se determinará mediante el seguimiento de todos los casos; el de los fallecidos dentro de los treinta días se determinará, hasta el momento en que esté plenamente garantizado el seguimiento real de todos los heridos durante ese período, aplicando a la cifra de muertos a veinticuatro horas el factor de corrección que se deduzca del seguimiento real de una muestra representativa.

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

Señales. Refiérase a señales verticales.

Señales de guía. Dispositivos que advierten al conductor sobre las condiciones de la vía en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas.

Señal horizontal. 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.

Señalización de vía afectada por obra. Son dispositivos de regulación de tránsito cuando se ejecutan trabajos de construcción, rehabilitación, mantenimiento o actividades relacionadas con servicios públicos en una determinada vía, o en zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

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 período 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.

Tipo de novedad. Es el evento o eventos que producen la tasa de muertos, heridos y el índice de peligrosidad. El tipo de novedad se medirá con el resultado de la recolección de información incluida en el reporte de accidentes que corresponde al número de accidentes por volcamiento, salida de calzada, colisión vehicular, caída de carga sobre calzada, accidente motociclístico, accidente ciclístico y otros como caída de carga sobre vehículo.

Víctima. Toda persona que resulte muerta o herida como consecuencia de un accidente de circulación.

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

La razón primordial para construir proyectos de infraestructura vial siempre ha sido y será en su concepción más amplia, la de servir de comunicación y eje primordial para el desarrollo del país, servicio que debe prestarse a los usuarios brindando condiciones de transitabilidad adecuada y comodidad enmarcadas en la eficacia del sistema de seguridad vial.

Cuando las personas se refieren a vías, normalmente se asocia el término a explanaciones, puentes o pontones y al estado de pavimento u obras de drenaje en el mejor de los casos; dejando atrás todo lo que enmarca la seguridad y comodidad de los usuarios.

La seguridad vial se encuentra ligada a varios factores de significativa importancia, en primera instancia se tiene la actitud y comportamiento de los usuarios y conductores, tema ampliamente difundido por el Fondo de Prevención Vial, por otro lado, los dispositivos de seguridad en los vehículos cuyo diseño es abordado en el extranjero y finalmente, las características del diseño de las carreteras y la suficiencia de los dispositivos en ella.

De tal manera que el diseño integral de la carretera que cubre aspectos como la geometría, resistencia al deslizamiento de los pavimentos, regulaciones de tránsito, dispositivos de seguridad, señalización y demarcación, quedan fuera del ámbito de prevención de accidentes.

La seguridad en las carreteras de Nariño es un factor que debe estar presente en todas y cada una de las acciones que realiza el sistema de administración del mantenimiento de las carreteras, ligada a la implementación de suficientes dispositivos que garanticen las condiciones de seguridad mínima y las actividades programadas de mantenimiento periódico y rutinario.

Este modelo de investigación establece la metodología para evaluar el estado actual por deterioro o insuficiencia de los dispositivos de seguridad vial existentes de las carreteras en materia preventiva de accidentes que involucren su estado de intervención y mantenimiento. Las aplicaciones consisten en conocer el uso, clasificación, funcionalidad de dichos dispositivos respecto a la inspección y reporte de los daños más frecuentes, mostrando la definición de los mismos, las causas que los generan, así como sus severidades, herramienta práctica, con el fin de obtener un informe que permita identificar la situación de la accidentalidad vial en relación con el estado de conservación de la superestructura.

De tal manera que este procedimiento propone ser un modelo de evaluación para la inspección visual de dispositivos de seguridad vial en las carreteras, herramienta práctica que puede ser empleada a fin de obtener un informe que

permita correlacionar los puntos críticos de accidentalidad, con la eficacia de los dispositivos de seguridad vial existentes, cuya falta o deterioro contribuyen a la presencia de accidentes, de esta manera, el mantenimiento adecuado y a tiempo puede ser asunto de vida o muerte.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollo del modelo de evaluación para la inspección visual de los dispositivos de seguridad vial y la incidencia en la accidentalidad en el tramo 2501 de la Troncal de Occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000 sector Ipiales – Pasto.

El estudio realizado está basado en la información de los accidentes presentados durante el periodo comprendido entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2009, con el objeto de evaluar y determinar los sectores y sitios críticos de accidentalidad en este tramo vial.

1.2 ÁREA DE INVESTIGACIÓN

Ingeniería de tránsito.

1.3 GRUPO DE INVESTIGACIÓN

GRAMA: Grupo de Investigación en Riesgos, Amenazas y Medio Ambiente GRAMA.

1.4 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura vial y Transporte.

Seguridad vial.

A nivel mundial se han desarrollado diferentes metodologías para la identificación de los problemas que afectan la seguridad vial, uno de ellos es la herramienta creada por el Instituto MAPFRE de Seguridad Vial y la Asociación Española de la Carretera (A.E.C.) para la elaboración de una guía de recomendaciones llamada “Identificación de Problemas de Seguridad Vial en Travesías” identifican los problemas que afectan a la mayoría de las travesías asociadas a velocidades inadecuadas, visibilidades reducidas, aparcamiento mal regulado, conflictos entre peatones y vehículos, señalización horizontal y/o vertical insuficiente, etc. La intención de dicho documento es la de identificar los problemas característicos de la travesía de Bardallur, así como proponer las soluciones más adecuadas para eliminarlos.

Así mismo, la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), presentan el Manual Centroamericano de Seguridad Vial, cuyo objeto es armonizar los elementos que conforman el campo de la seguridad vial, la definición y descripción del sistema de normas enfocado en las condiciones y dispositivos de Seguridad Vial en relación con la Infraestructura y el entorno.

En Colombia, el Ministerio de Transporte desde la creación del Fondo de Prevención Vial en el año 1995, ha trabajado, en estrecha colaboración con las entidades estatales relacionadas con el tema de la accidentalidad, en la realización de campañas de comunicación masiva, en el desarrollo del *Sistema de Información de Accidentes de Tránsito* (SIAT), herramienta práctica para los programas locales y regionales de prevención, en investigación y soluciones para puntos críticos de accidentes, en programas nacionales de educación en el tránsito y en programas de prevención y control en carreteras.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Cuando se identifica un punto crítico de accidentes o tramos con problemáticas, es necesario establecer la naturaleza de los problemas que producen ese resultado. De tal manera que es raro que exista una sola causa de un accidente y pensar mejor en factores comunes.

Normalmente en los accidentes se combinan muchos de estos factores, eventos muy complejos que ocurren cuando un conjunto de factores comunes se combinan.

Se ha desarrollado estudios donde se pretende analizar en forma crítica la manera como se recopila la información de la accidentalidad para buscar diagnóstico que permita establecer los mecanismos de intervención, en cuyos casos las causas probables de los accidentes de tránsito incluyen las variables relacionadas con el comportamiento del conductor y fallas en los vehículos sin tener en cuenta las causas imputables al estado de conservación de la vía.

1.5.1 Formulación del problema. ¿La metodología de evaluación del estado de los dispositivos de seguridad vial permitirá establecer un diagnóstico sobre las causas y posibles intervenciones con el fin de disminuir la accidentalidad con temas relacionados con el estado de la vía en las carreteras de Nariño?

1.5.2 Análisis del problema:

- ✓ ¿La recolección de información del reporte de accidentes es confiable y la digitalización es clara y objetiva?
- ✓ ¿Es posible establecer las causas probables de un accidente con base en la información existente evaluada por las autoridades competentes?
- ✓ ¿Existen factores comunes que contribuyen a la presencia de accidentes?
- ✓ ¿Es posible evaluar la influencia del estado de conservación de los dispositivos de seguridad vial en relación con la ocurrencia de accidentes?
- ✓ ¿Las metodologías existentes evalúan al estado de conservación de la carretera como causa para la presencia de accidentes?
- ✓ ¿Se puede establecer un diagnóstico que permita evaluar la deficiencia o ausencia de los dispositivos de seguridad vial y su incidencia en la ocurrencia de accidentes?
- ✓ ¿El modelo de evaluación permite mejorar las condiciones de seguridad en las carreteras y disminuir los accidentes?
- ✓ ¿La implementación del modelo de evaluación permitirá preservar la integridad de las personas y disminución de los accidentes?

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo general. Implementar un modelo de evaluación para la inspección visual de los dispositivos de seguridad vial.

1.6.2 Objetivos específicos:

- ✓ Analizar la información proveniente de los formularios de recolección de accidentes presentes en el tramo vial 2501 de la Troncal de Occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000 sector Ipiales - Pasto.
- ✓ Establecer la causa probables de los accidentes de tránsito con base en la información suministrada por las autoridades competentes.
- ✓ Analizar la incidencia de los factores comunes ante la ocurrencia de un evento.

- ✓ Desarrollar un modelo de evaluación del estado de deterioro de los dispositivos de seguridad vial.
- ✓ Evaluar el estado general de la infraestructura vial y de conservación en relación con los dispositivos de seguridad vial en los puntos críticos de la ruta 2501 de la Troncal de Occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000.
- ✓ Evaluar los puntos críticos de accidentalidad presentes en la infraestructura vial.
- ✓ Elaborar un diagnóstico de la incidencia del estado de los dispositivos de seguridad vial en la tasa de accidentalidad y los puntos críticos de accidentalidad del Tramo 2501 de la Troncal de Occidente, Sector Ipiales - Pasto desde el PR 5+000 al PR 83+000.
- ✓ Establecer medidas de intervención sobre la infraestructura vial con el fin de mejorar las condiciones de seguridad vial en la carretera.

1.7 JUSTIFICACIÓN

“Según el informe sobre la situación mundial de la seguridad vial publicado por la organización mundial de la salud, anualmente fallecen más de 1.2 millones de personas como consecuencia de accidentes de tránsito. El 90% de las fatalidades ocurren en los países de ingresos medios y bajos, que solo tienen el 48% de los vehículos en el mundo”.¹

Entre las principales causas de la accidentalidad se encuentra la velocidad, el consumo de bebidas alcohólicas, la ausencia de casco entre los motociclistas, la falta de uso de los cinturones de seguridad en los automotores, los costos económicos de la atención médica para quienes sufren traumatismos son significativos. Esto sin tener en cuenta la pérdida de la productividad futura 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.

Dentro del marco legal e institucional, en Colombia existe un amplio número de instituciones públicas y privadas, locales y nacionales relacionadas con este tema.

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 mortalidad y morbilidad, a través de su entendimiento y la realización de campañas de control, educación y persuasión para aumentar la conciencia de la sociedad sobre su importancia

¹ JUNGUITO, Roberto. Seguridad Vial. En: Revista Portafolio. Bogotá: (15 julio 2009). P.27.

respecto a los accidentes de tránsito, accidentalidad de motocicletas y peatones, incidencia del alcohol como causa de accidentalidad. En fin, el Fondo busca, mediante estrategias a nivel mundial, reducir la accidentalidad en Colombia en un ambiente de colaboración entre las autoridades colombianas representadas por los Ministerios de Transporte y de Protección Social.

El Ministerio de Transporte es la autoridad gubernamental a cargo del sistema vial y de transporte, principal responsable de asegurar las condiciones de seguridad necesarias para la movilización en el territorio nacional. En el código Nacional de Tránsito se establece que el Ministerio de Transporte debe elaborar un Plan Nacional de Seguridad Vial para disminuir la accidentalidad vial en el país, que debe servir de base para los planes de seguridad en los departamentos y municipios que se ha venido elaborando a través de un comité interinstitucional, del cual hacen parte los Ministerios de Protección Social, de Educación, el INVIAS y la Policía de Carreteras.

El Fondo de Prevención Vial establece la metodología para ejecutar los planes de seguridad vial por parte de los gobernadores y alcaldes que deben ejecutar sus planes de seguridad vial circunscrita al territorio de la respectiva entidad territorial.

El problema institucional es uno de los factores claves del fracaso de los planes de seguridad vial y que atenta con la efectividad de las medidas. Primero un tema fundamental es la coordinación de diferentes organizaciones públicas o privadas, nacionales, regionales y locales involucradas en mejorar su interacción y la reducción de los accidentes. El segundo, quizás más importante, es reconocer que la seguridad vial no constituye la prioridad principal de ninguna de las entidades públicas cuyas prelaiones incluyen el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura vial. Al igual que en el sector salud y educativo cuyas funciones son más dedicadas a la disminución de las enfermedades más prevalentes y mejoramiento de la calidad educativa.

Es necesario enfrentar este desafío que permita la organización de agrupar muchos participantes frente a la seguridad vial mediante el establecimiento de relaciones directas a nivel nacional localizada en el Ministerio de Transporte.

El Ministerio de Transporte en el primer seminario de seguridad vial “Hacia una nueva cultura de la seguridad vial en Colombia”² celebrado en el año 2003 evaluó la incidencia de los elementos del tránsito en las causas de los accidentes en Colombia, de tal manera que *“las causas probables de accidentalidad se representan en el 85% en el factor humano, el 7% ocasionados por deficiencias en*

² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Hacia una nueva cultura de la seguridad vial en Colombia. {en línea}. {Febrero de 2010}. Disponible en: <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/Documentos.htm>

*los vehículos y el 8% por las vías cuyo costo alcanzo la cifra de 2.2 billones de pesos en el año 2002”.*³

La metodología que se presenta a continuación tiene por objeto dar a los entes administradores de la infraestructura vial un instrumento básico para disminuir la cantidad y la gravedad de los accidentes de tránsito. Procedimiento que propone llegar a la formulación de medidas que permitan la búsqueda de un diagnóstico sobre los aspectos que se deben intervenir para atacar las causas que generan accidentes.

1.8 ALCANCE Y DELIMITACIÓN

Este modelo propone revisar de forma crítica la manera como se recopila la información de los accidentes de tránsito por parte de las autoridades competentes tanto de los problemas en la recolección y la digitalización de la información a nivel municipal por parte de las autoridades de tránsito o policiales encargadas de esta función.

Se analiza la información de los accidentes en búsqueda de un diagnóstico que permita encontrar los principales aspectos que influyen en la presencia de accidentes.

La metodología evalúa la información de los puntos críticos de accidentalidad de tal manera que se establece la naturaleza de los problemas que producen ese resultado. Es raro que exista una sola causa, término que se evita para identificar los factores comunes, de tal manera que se evalúa los accidentes como eventos muy complejos y que normalmente se combinan muchos factores para que ocurra un evento.

El diagnóstico inicia con la implementación de la metodología que permite establecer el estado de deterioro de los diferentes dispositivos de seguridad vial existentes en la carretera. La recopilación y procesamiento de datos permite establecer el estado general de la infraestructura, tanto de su conservación y mantenimiento.

La metodología de evaluación a desarrollar es una guía para los entes administradores del mantenimiento vial que permita evaluar la eficiencia de los dispositivos de seguridad vial como un instrumento para determinar su incidencia en cuanto a cantidad y gravedad de los accidentes de tránsito en las carreteras de Nariño.

³ *Ibíd.*

Debido a los costos de recopilación de datos el estudio se realizará en la vía Troncal de occidente desde el PR 5+000 al PR 83+000 denominada vía Panamericana, se caracteriza por ser carretera de primer orden con calzada sencilla y bidireccional con un TPD de 4185 vehículos representado por el 69% de vehículos categoría I, 24% de vehículos categoría II, 3% para categorías III, 1% para categoría IV y 3% para categorías V.⁴ tramo vial 2501 que inicia en el Puente Internacional de Rumichaca, Frontera con Ecuador, y atraviesa los municipios de Ipiales, Iles, Imués, Yacuanquer, Tangua para terminar en la entrada sur de la ciudad de Pasto, capital del Departamento de Nariño; por esta vía circulan a diario distintos tipos de usuarios: peatones, vehículos ligeros, camiones, autobuses y vehículos pesados de tres y más ejes, hace que a diario se produzcan situaciones potencialmente peligrosas de los usuarios de la vía como: por cruce de peatones en zonas inadecuadas, adelantamientos u operación a velocidades superiores a la permitida, invasión de zonas restringidas y, otras causas inherentes a la carretera.

1. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Sistema de Información del Instituto Nacional de Concesiones SIINCO. {en línea}. {febrero de 2010} disponible en: www.inco.gov.co/concesiones/filtros/traficorecaudo

2. ACCIDENTALIDAD VIAL

2.1 LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN COLOMBIA

El Fondo de Prevención Vial, en su último Informe de Accidentalidad del año 2007, recopila, agrupa y organiza una gran cantidad de información y datos relacionados con mortalidad y morbilidad provenientes de los accidentes de tránsito ocurridos en Colombia hasta el año 2007, de manera que dicha información se convierte en una valiosa guía para tomar decisiones y acciones relacionadas con los registros de accidentalidad.

2.1.1 Registro histórico. En la tabla 1, se presenta el registro histórico de los accidentes en Colombia desde el año 1986 hasta el 2007⁵, donde se incluye el número total de heridos y muertos a nivel nacional, teniendo en cuenta la metodología de la Organización Mundial de la Salud OMS y datos suministrados por el INTRA y los organismos de tránsito hasta el año 1992.

El número de accidentes se incrementa desde el año 1993 asociado al crecimiento del parque automotor en el país. Se tiene que para el año 1993 el número de accidentes es de 149.940 eventos, valor que duplica al año 1986 en un número de 64.289 accidentes. Por otra parte, se evidencia un crecimiento no muy acelerado de los accidentes para el periodo comprendido entre 1993 y 2000 llegando a los 231.974 eventos, finalmente desde el año 2000 al 2007 se presenta una reducción del número de accidentes hasta un valor de 181.076 eventos, con la creación del Fondo de Prevención Vial y aplicación de sus programas de prevención que han contribuido a esta reducción substancial de los índices de accidentalidad en el país.

⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Fondo de Prevención Vial. Accidentalidad Vial en Colombia 2007. Bogotá D.C. Agosto de 2008. p. 13.

Tabla 1. Registro Histórico de la accidentalidad vial nacional (1986 – 2007)

Año	(*)Accidentes	(**)Muertos	Heridos	
			Graves	(*)Leves
1986	64.289	3535*	13449*	N.D.
1987	91.723	3833*	15008*	N.D.
1988	117.933	5039*	19772*	N.D.
1989	108.506	4032*	18085*	N.D.
1990	122.112	3704*	16086*	N.D.
1991	111.462	4.119	18.182	N.D.
1992	130.304	4.620	21.280	N.D.
1993	149.940	5.628	33.083	N.D.
1994	164.202	6.989	45.940	N.D.
1995	179.820	7.874	54.547	N.D.
1996	187.966	7.445	50.360	N.D.
1997	195.442	7.607	49.312	N.D.
1998	206.283	7.595	52.965	N.D.
1999	220.225	7.026	52.346	N.D.
2000	231.974	6.551	51.458	N.D.
2001	239.838	6.346	47.148	N.D.
2002	189.933	6.063	42.837	N.D.
2003	209.904	5.632	36.743	65.214
2004	229.184	5.483	35.914	77.665
2005***	154.622	5.418	37.669	69.357
2006***	186.362	5.408	34.889	59.433
2007***	181.076	5.409	38727	67.705

(*) Datos Proyectados

(**) Muertos totales directos o indirectos.

(***) Estadística de mortalidad de víctimas con fecha de muerte menor a 30 días

Metodología: Organización Mundial de la Salud-OMS

Los datos de accidentalidad de 1993 a 2001, corresponden a una proyección

N.D. información no disponible.

Figura 1. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad (1986 – 2007)

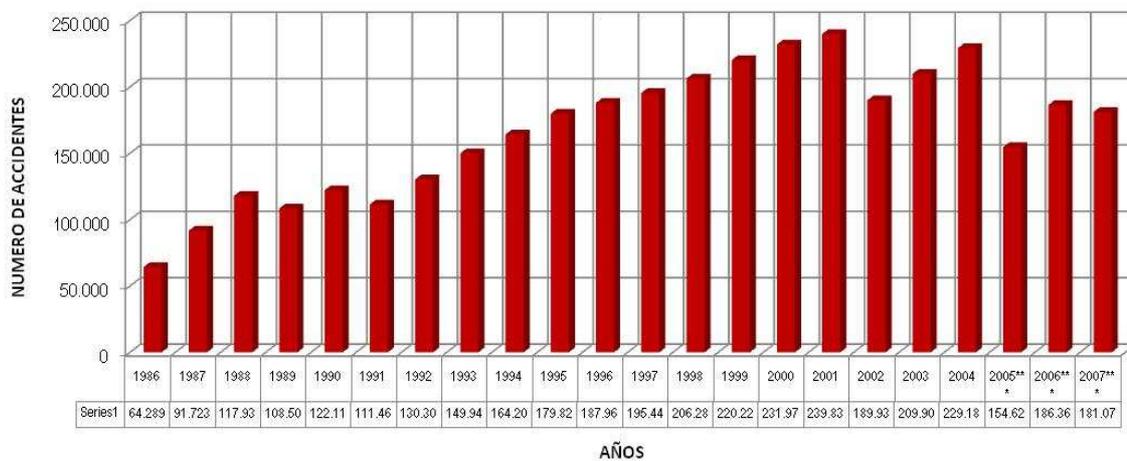


Figura 2. Muertos en accidentes de tránsito (1986 – 2007)

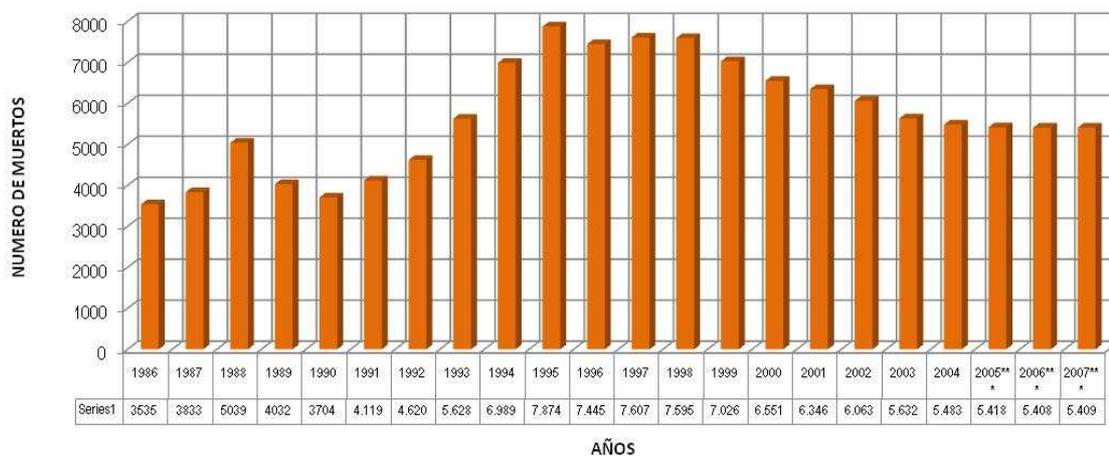
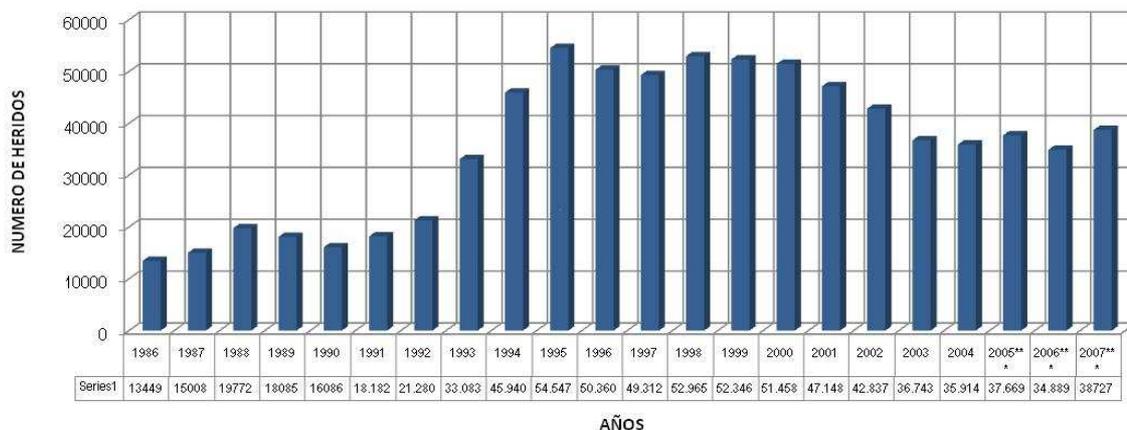


Figura 3. Heridos en accidentes de tránsito (1986 – 2007)



2.1.2 Tasas de accidentalidad:

Tabla 2. Tasas de accidentalidad⁶

AÑOS	ACCIDENTALIDAD				MORTALIDAD				MORBILIDAD			
	accidentes por cada 100 mil habitantes	accidentes por cada mil vehículos	accidentes por cada 10 mil conductores	accidentes por cada 100 millones km recorridos	muerbos por cada 100 mil habitantes	muerbos por cada mil vehículos	muerbos por cada 10 mil conductores	muerbos por cada 100 millones km. Recorridos	heridos por cada 100 mil habitantes	heridos por cada mil vehículos	heridos por cada 10 mil conductores	heridos por cada 100 millones km recorridos
1.986	210,3	50,0	N.D.	N.D.	11,6	0	N.D.	0,0	44,0	10,5	N.D.	N.D.
1.987	290,7	67,9	N.D.	N.D.	12,1	0	N.D.	0,0	47,6	11,1	N.D.	N.D.
1.988	362,6	82,6	N.D.	N.D.	15,5	0	N.D.	0,0	60,8	13,8	N.D.	N.D.
1.989	323,8	72,4	N.D.	N.D.	12,0	0	N.D.	0,0	54,0	12,1	N.D.	N.D.
1.990	354,1	78,8	N.D.	N.D.	10,7	0	N.D.	0,0	46,6	10,4	N.D.	N.D.
1.991	314,3	69,1	555,5	379,0	11,6	2,6	20,5	12,8	51,3	11,3	90,6	56,4
1.992	357,5	77,3	585,5	413,0	12,7	2,7	20,8	13,9	58,4	12,6	95,7	61,7
1.993	400,7	80,3	618,9	434,0	15,0	3,0	23,2	15,5	88,4	17,7	136,5	91,2
1.994	430,5	80,3	635,0	452,0	18,3	3,4	27	18,3	120,4	22,5	177,7	120,5
1.995	462,5	81,5	668,7	465,0	20,3	3,6	29,3	19,6	135,1	23,8	195,4	130,8
1.996	474,3	80,6	678,0	468,0	18,8	3,2	26,9	17,5	127,1	21,6	181,6	118,8
1.997	483,8	78,8	671,9	450,0	18,8	3,1	26,2	17,5	127,1	19,9	169,5	113,5
1.998	501,0	79,2	664,1	444,0	18,4	2,9	24,5	16,3	128,6	20,3	170,5	113,9
1.999	524,7	82,7	631,2	472,0	16,7	2,6	20,1	16,0	124,7	19,7	150	119,0
2.000	542,2	85,2	605,6	545,0	15,3	2,4	17,1	15,4	120,3	18,9	134,3	121,0
2.001	556,8	86	591,1	604,0	14,7	2,3	15,6	16,0	109,5	16,9	116,2	118,9
2.002	433,4	61,6	453,6	497,0	13,8	2,0	14,5	15,5	97,7	13,9	102,3	112,2
2.003	471,4	59,3	351,5	520,0	12,6	1,6	9,4	14,0	82,5	10,4	61,5	91,1
2.004	505,6	58,1	376,8	566,0	12,1	1,4	9,0	13,5	79,2	9,1	59,1	88,7
2.005	360,5	36,9	233,0	358,5	12,6	1,3	8,16	12,8	87,8	9,0	56,8	87,3
2.006	429,3	40,4	265,0	494,9	12,8	1,2	7,69	12,5	80,4	7,6	49,6	80,9
2.007	411,8	36,6	220,8	442,4	12,3	1,1	6,59	14,3	88,1	7,8	47,2	102,9

La accidentalidad vial en Colombia y las víctimas que produce constituyen un problema de gran importancia, al que no se ha dedicado la atención y prioridad

⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Fondo de Prevención Vial. Accidentalidad Vial en Colombia 2007. Bogotá D.C. Agosto de 2008. p. 17.

que merece. Unas pocas cifras son necesarias para entender la magnitud del problema y la forma como puede agravarse si no se toman medidas apropiadas muy pronto.

La motorización en Colombia ha crecido en forma constante. En 2002 la cifra correspondía a 7 vehículos por cada 100 habitantes. Lo que se debe pensar es cuánto más puede crecer la motorización (y con ella, el número de vehículos en el país), a medida que Colombia logre superar sus problemas y entrar en un proceso de crecimiento económico acelerado.

Por supuesto, el crecimiento de la motorización (y con ella el crecimiento del número total de vehículos que circulan por Colombia) implicará un crecimiento igualmente acelerado de los problemas que trae, como la congestión, la contaminación y la accidentalidad

Figura 4. Accidentes por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007)

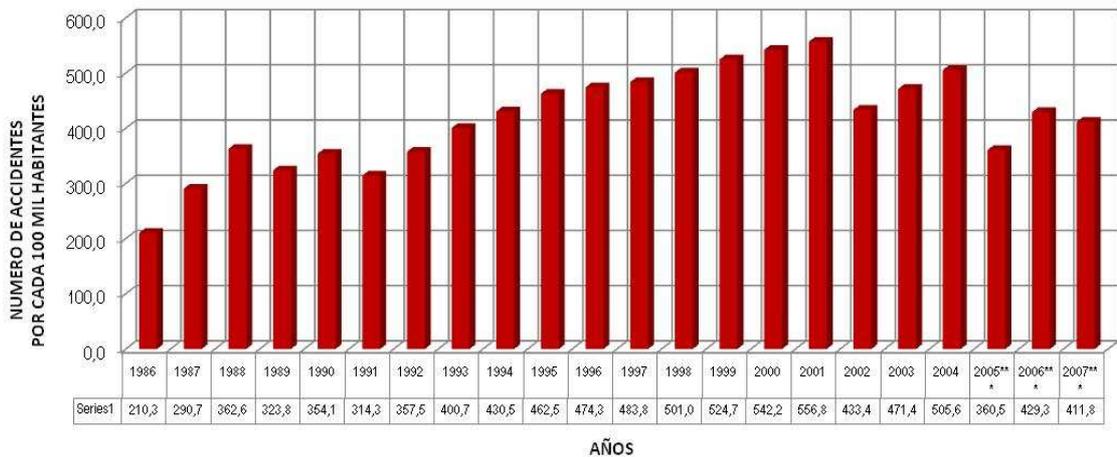


Figura 5. Accidentes por cada 10 mil conductores (1991 – 2007)

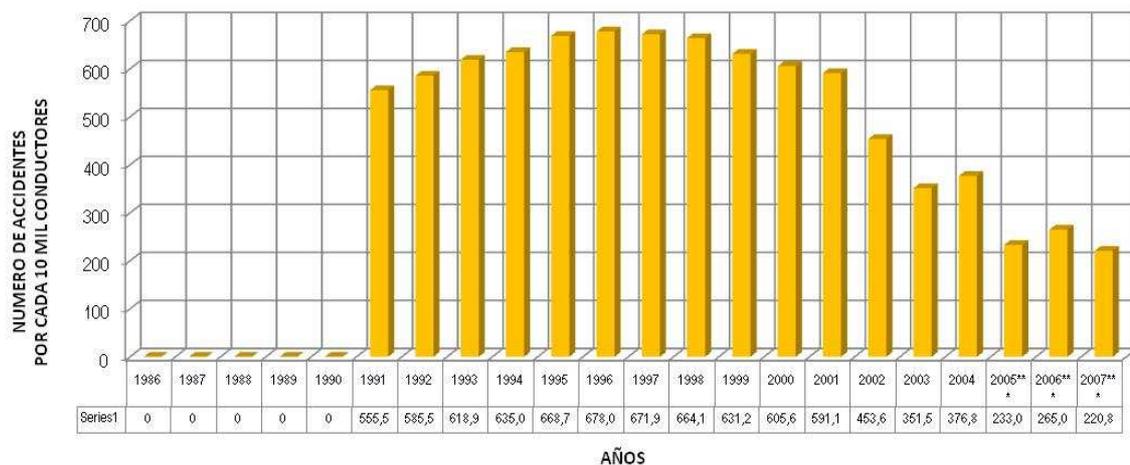


Figura 6. Accidentes por cada mil vehículos (1986 – 2007)

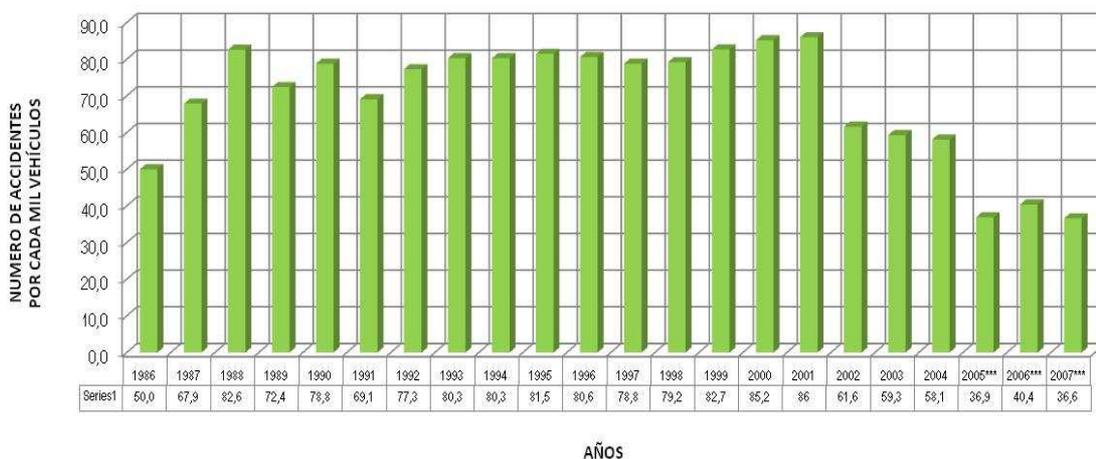
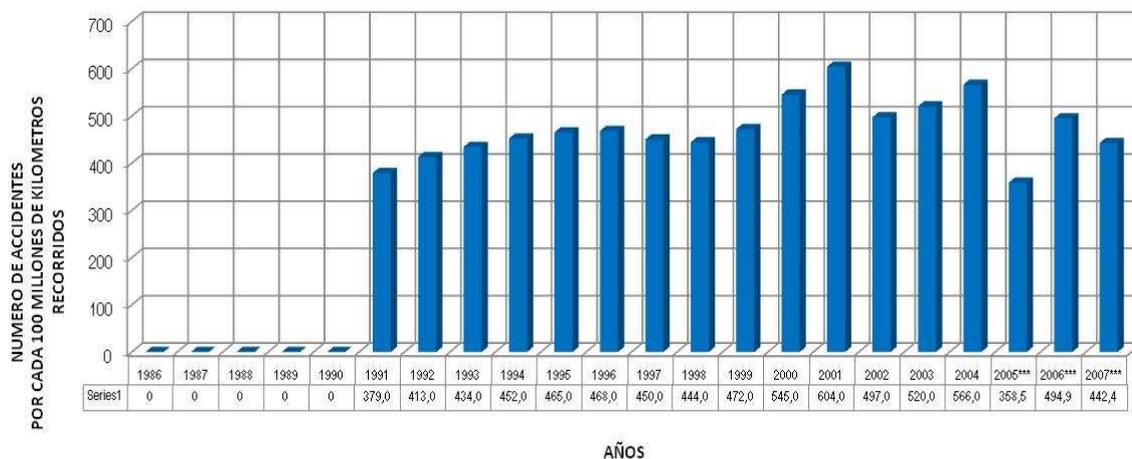


Figura 7. Accidentes por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007)



2.1.3 Tasas de mortalidad. Sobre las cifras absolutas de muertos es interesante observar cómo ellas crecen aceleradamente en el periodo 1991 – 1995, luego presentan pequeñas oscilaciones entre 1995 y 1998, y a partir de 1998 descienden. Algo similar sucede con las cifras absolutas de heridos. No sucede así con las cifras absolutas de accidentes, que crecen en forma constante en el periodo, con excepción del último año. Los índices de muertos y heridos por cada 10.000 vehículos muestran una tendencia aceleradamente creciente hasta 1995, año a partir del cual empiezan a descender con pequeñas oscilaciones. En los 12 años reportados, el índice de muertos por 10.000 vehículos ha descendido, un logro impresionante, si es el resultado de las campañas del Fondo de Prevención Vial.

Figura 8. Muertos por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007)

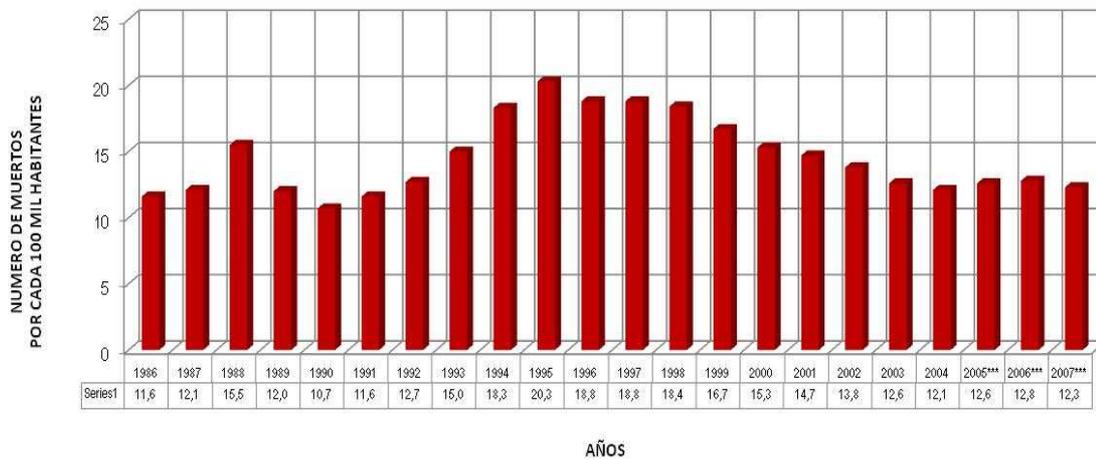


Figura 9. Muertos por cada 10 mil conductores (1991 – 2007)

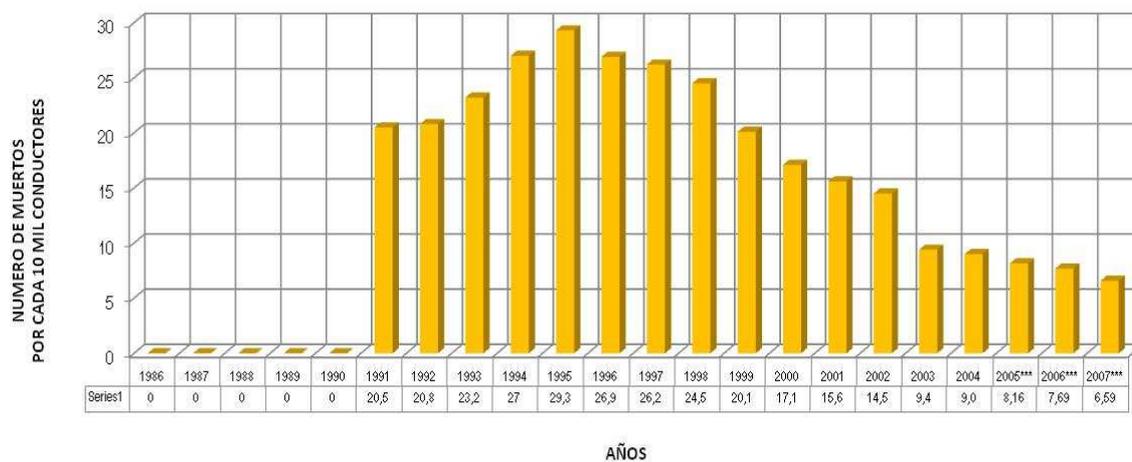


Figura 10. Muertos por cada mil vehículos (1991 – 2007)

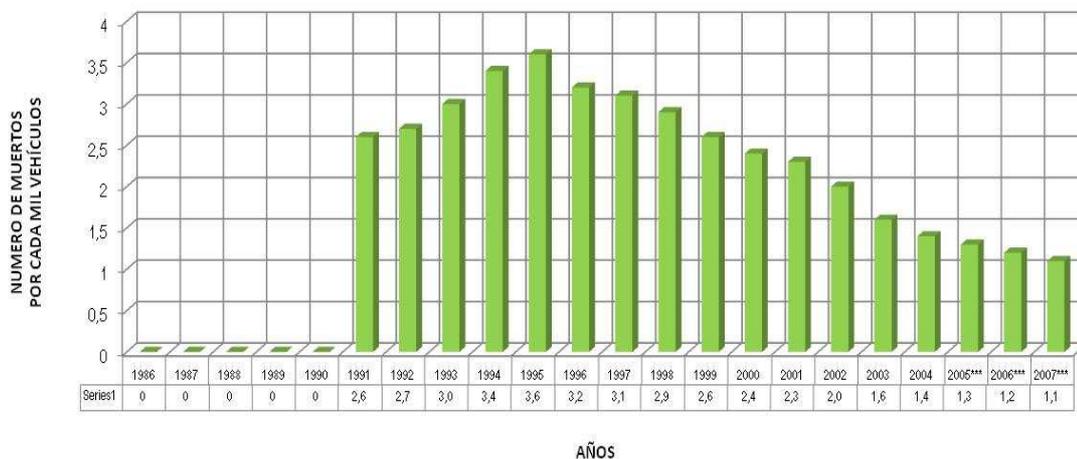
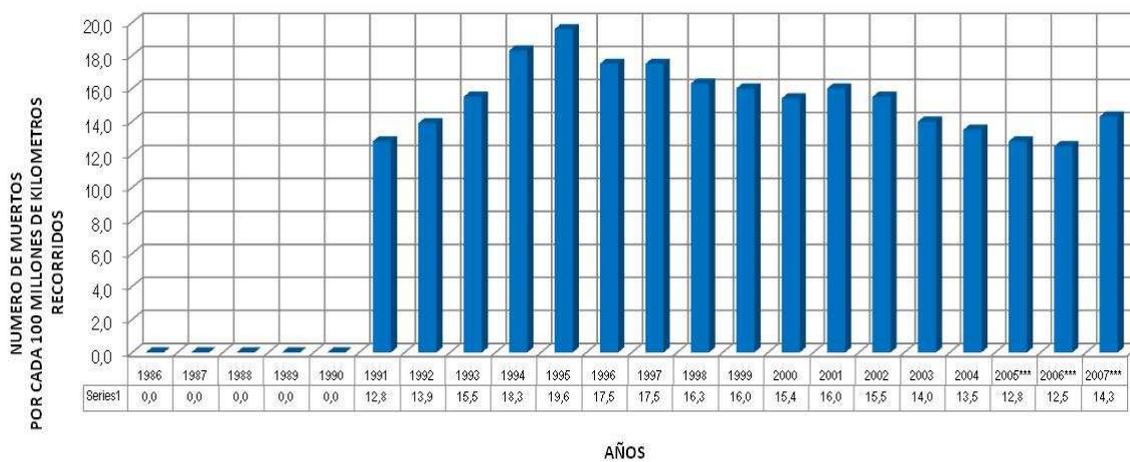


Figura 11. Muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007)



2.1.4 Tasas de morbilidad:

Figura 12. Heridos por cada 100 mil habitantes (1986 – 2007)

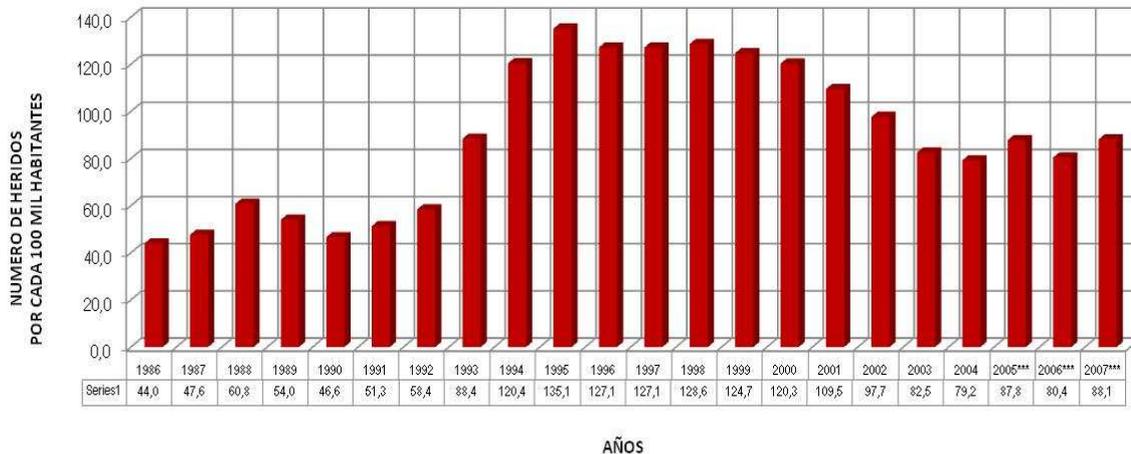


Figura 13. Heridos por cada 10 mil conductores (1991 – 2007)

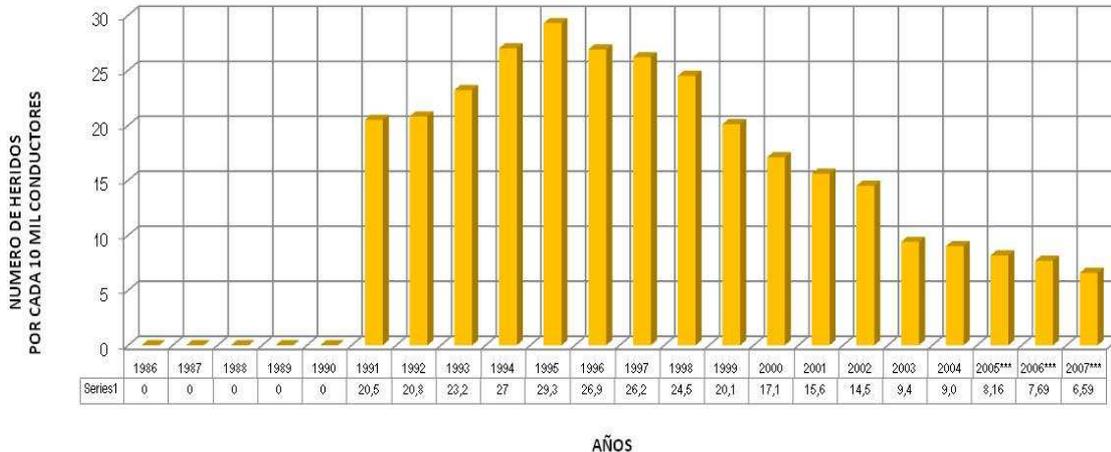


Figura 14. Heridos por cada mil vehículos (1986 – 2007)

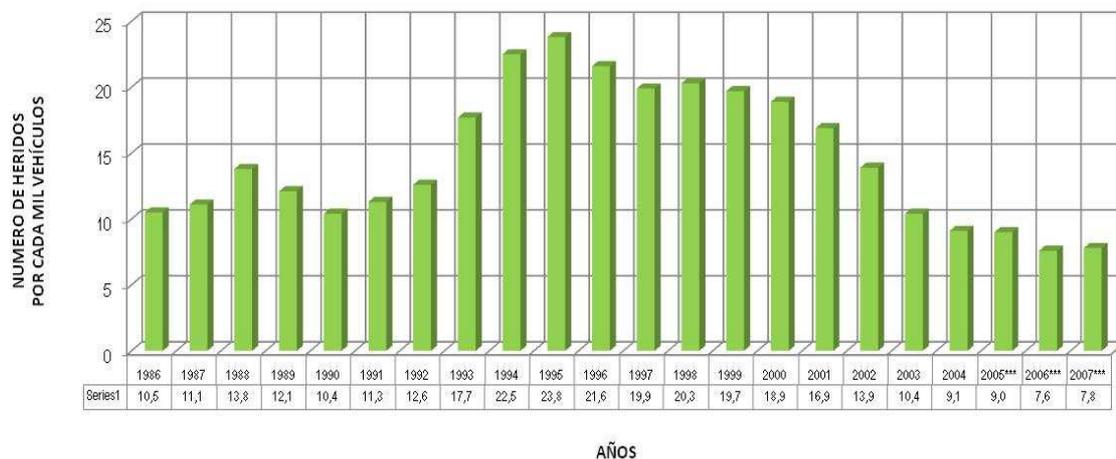
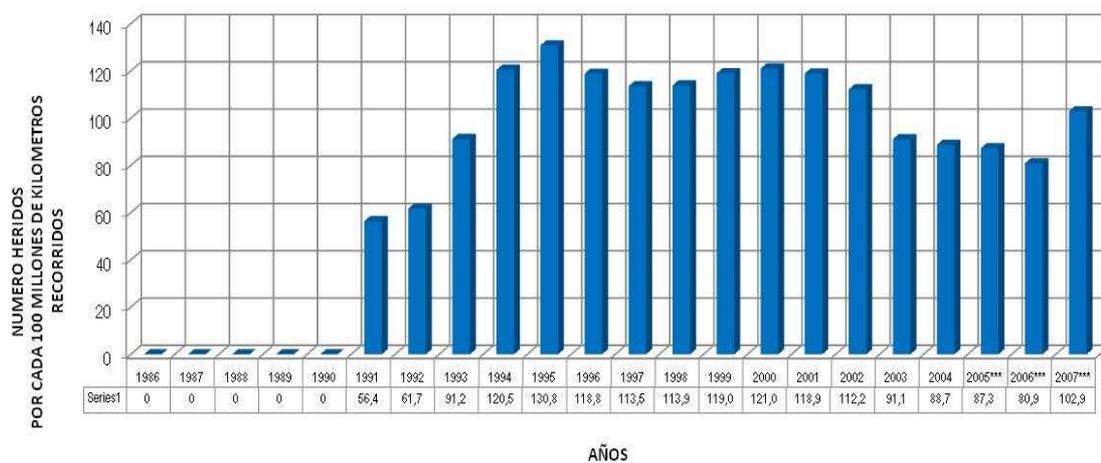


Figura 15. Muertos por cada 100 millones de kilómetros recorridos (1991 – 2007)



2.1.5 Causas probables de los accidentes:

Tabla 3. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007⁷

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 ciclo rutas	1,62
embriaguez aparente	1,62
adelantar en curva o pendientes	1,32
poner en marcha un vehículo sin precauciones	1,17
semáforo en rojo	1,14
falta de precaución por niebla, lluvia o humo	1,14
frenar bruscamente	1,13
arrancar sin precaución	1,09
superficie húmeda	0,93
fallas en los frenos	0,89

⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Fondo de Prevención Vial. Accidentalidad Vial en Colombia 2007. Bogotá D.C. Agosto de 2008. p. 38.

Figura 16. Causas probables de los accidentes en Colombia en el año 2007

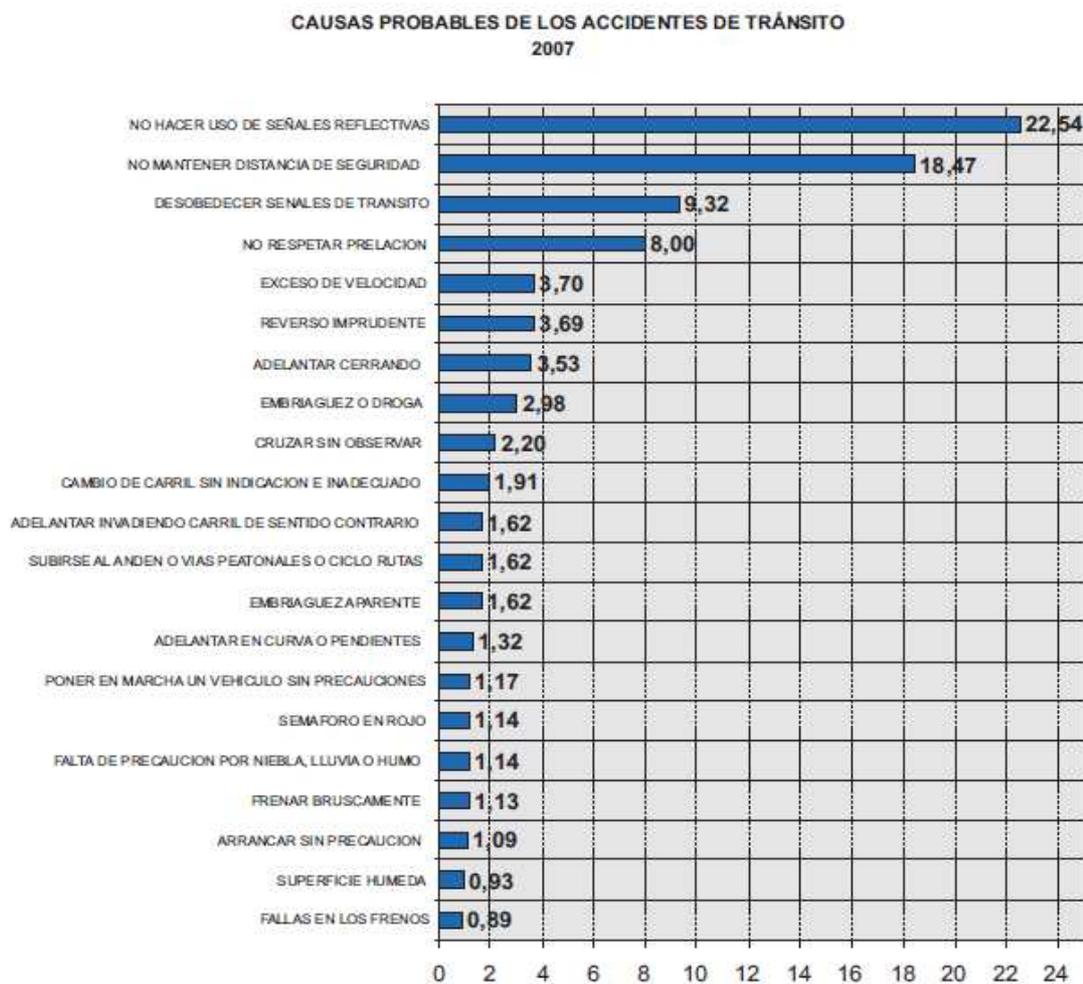


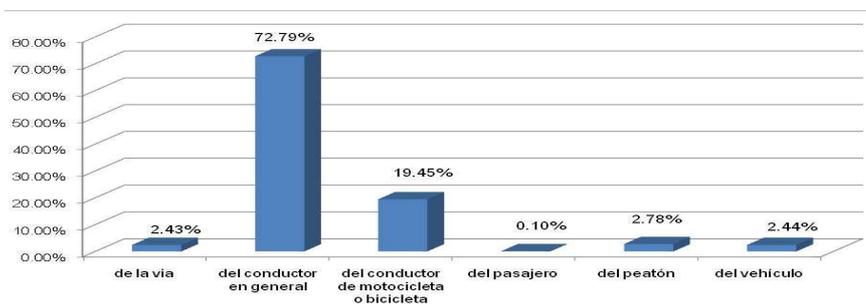
Tabla 4. Causas probables de los accidentes de tránsito

Factor	Descripción de la causa	% en el grupo	% del total
de la vía	superficie húmeda	36.77%	2.43%
	huecos	21.43%	
	superficie lisa	18.45%	
	obstáculos en la vía	14.50%	
	ausencia total o parcial de señales	6.27%	
	ausencia o deficiencia en demarcación	2.58%	
del conductor en general	no mantener distancia de seguridad	37.62%	72.79%
	desobedecer señales de tránsito	13.29%	
	no hacer uso de señales reflectivas	11.10%	
	no respetar prelación	11.02%	
	adelantar cerrando	6.97%	
	reverso imprudente	6.13%	
	embriaguez o droga	3.91%	
	exceso de velocidad	3.86%	
	cambio de carril sin indicación e inadecuado	3.51%	
	adelantar invadiendo carril de sentido contrario	2.58%	
del conductor de motocicleta o bicicleta	no hacer uso de señales reflectivas	24.85%	19.45%
	desobedecer señales de tránsito	13.62%	
	no mantener distancia de seguridad	11.81%	
	no respetar prelación	11.30%	
	embriaguez o droga	4.32%	
	exceso de velocidad	4.18%	
	transitar distante de la cebra u orilla de la calza	4.01%	
	adelantar en curva o pendientes	3.15%	
	embriaguez aparente	2.93%	
	cruzar sin observar	2.46%	
	cambio de carril sin indicación e inadecuado	2.30%	
	adelantar invadiendo carril de sentido contrario	2.23%	
	adelantar cerrado	2.12%	
	reverso imprudente	1.30%	
	adelantar por la derecha	1.16%	
	frenar bruscamente	1.09%	
	arrancar sin precaución	0.98%	
	poner en marcha un vehículo sin precauciones	0.74%	
	no sujetar los manubrios	0.55%	
	adelantar invadiendo carril del mismo sentido en z	0.55%	
	adelantar en zona prohibida	0.50%	
	falta de precaución por niebla, lluvia o humo	0.45%	
	subirse al andén o vías peatonales o ciclo rutas	0.32%	
	dejar o movilizar semovientes en la vía	0.32%	
	transitar por vías prohibidas	0.29%	
	realizar giro en "	0.27%	
	transitar entre vehículos	0.26%	
	transitar uno al lado del otro	0.22%	
	transportar otra persona o cosas	0.21%	
	dejar obstáculos en la vía	0.20%	
	pasajeros obstruyendo al conductor o sobrecupo	0.19%	
	dejar o recoder pasajeros en sitios no demarcados	0.16%	
	aprovisionamiento indebido	0.15%	
transitar por la calzada	0.14%		
pasar el semáforo en rojo	0.13%		
ausencia total o parcial de señales	0.13%		
desobedecer agente de tránsito	0.13%		
falta de señales en vehículo varado	0.10%		
carga sobresaliente sin autorización	0.09%		
circ. x calz. o carriles destinados a buses	0.08%		

Tabla 5. Causas probables de los accidentes de tránsito

Factor	Descripción de la causa	% en el grupo	% del total
del pasajero	descender o subir del vehículo en marcha	38.04%	0,10%
	viajar colgado o en los estribos	33.70%	
	pasajero embriagado	14.13%	
	niños en asiento delantero	7.61%	
	viajar a la izquierda del conductor	6.52%	
	SUBTOTAL	100.00%	
del peatón	cruzar sin observar	76.18%	2,78%
	transitar por la calzada	5.68%	
	cruzar en estado de embriaguez	5.49%	
	salir por delante de un vehículo	4.05%	
	pasar el semáforo en rojo	2.26%	
	pararse sobre la calzada	2.14%	
	jugar en la vía	1.75%	
	cruzar en diagonal	1.21%	
	cruzar en curva	0.78%	
	transitar por su derecha en vías rurales	0.47%	
	SUBTOTAL	100.00%	
	del vehículo	fallas en los frenos		35.18%	2,44%
falta mantenimiento mecánico		19.54%	
fallas en las llantas		15.06%	
fallas en la dirección		8.60%	
falta de señales en vehículo varado		6.56%	
aprovisionamiento indebido		3.85%	
fallas en luces de frenos		1.86%	
remolque sin precaución		1.86%	
reparar vehículo en vía pública		1.15%	
fallas en el sistema eléctrico		1.02%	
exceso de peso		0.97%	
no portar espejos		0.80%	
fallas en luces posteriores		0.80%	
fallas en luces delanteras		0.75%	
fallas en las puertas		0.58%	
fallas en luces direccionales		0.44%	
fallas en el limpiabrisas		0.40%	
fallas en la tapa del motor		0.31%	
tanque de combustible mal ubicado		0.27%	
SUBTOTAL		100.00%	

Figura 17. Causas probables de los accidentes de tránsito



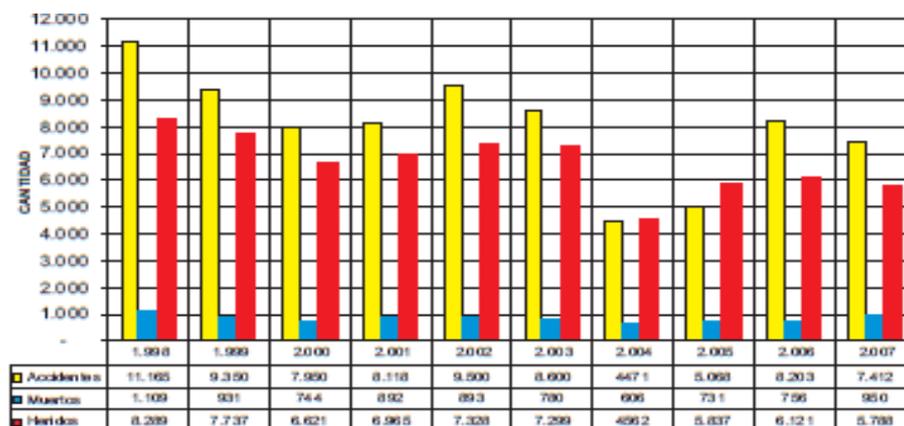
2.2 ACCIDENTALIDAD VIAL EN LAS CARRETERAS NACIONALES

2.2.1 Registro histórico:

Tabla 6. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad en carreteras nacionales hasta el año 2007⁸

Año	Accidentes		Muertos		Heridos	
	Nacional	Carreteras	Nacional	Carreteras	Nacional	Carreteras
1991	111,462	n.d	4,119	n.d	18,182	n.d
1992	130,304	n.d	4,620	n.d	21,280	n.d
1993	149,940	n.d	5,638	n.d	33,083	n.d
1994	164,202	n.d	6,989	n.d	45,940	n.d
1995	179,820	n.d	7,874	n.d	52,547	n.d
1996	187,966	n.d	7,445	n.d	50,360	n.d
1997	195,442	n.d	7,607	n.d	49,312	n.d
1998	206,283	11,165	7,595	1,109	52,965	8,289
1999	220,225	9,350	7,026	931	52,346	7,737
2000	231,974	7,950	6,551	744	51,458	6,621
2001	239,838	8,118	6,346	892	47,148	6,965
2002	189,933	9,500	6,063	893	42,837	7,328
2003	209,904	8,600	5,632	780	36,743	7,299
2004	229,184	4,471	5,483	606	35,914	4,562
2005	185,697	5,068	5,418	731	37,669	5,837
2006	207,393	8,203	5,408	756	34,889	6,121
2007	181,076	7,726	5,409	950	38,727	5,788

Figura 18. Registro histórico de las estadísticas de accidentalidad en carreteras nacionales hasta el año 2007⁹



⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Fondo de Prevención Vial. op. cit. p. 102.

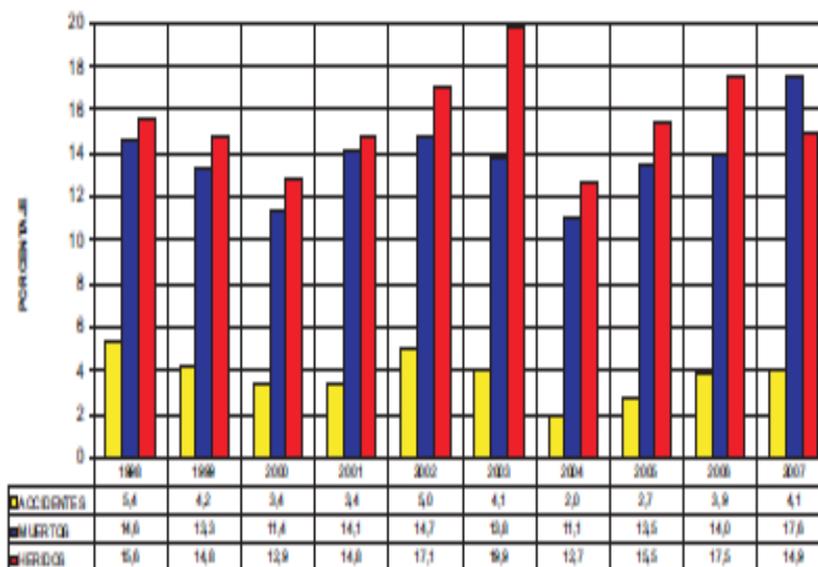
⁹ Ibid. p. 103.

2.2.2 Tasas de accidentalidad:

Tabla 7. Participación de la accidentalidad en carreteras en el total nacional¹⁰

AÑO	ACCIDENTES	MUERTOS	HERIDOS
1998	5.4	14.6	15.6
1999	4.2	13.3	14.8
2000	3.4	11.4	12.9
2001	3.4	14.1	14.8
2002	5	14.7	17.1
2003	4.1	13.8	19.9
2004	2	11.1	12.7
2005	2.7	13.5	15.5
2006	3.9	14	17.5
2007	4.1	17.6	14.9

Figura 19. Participación de la accidentalidad en carreteras en el total nacional¹¹



¹⁰ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Fondo de Prevención Vial. op. cit. p. 104.

¹¹ *Ibíd.* p. 104.

2.3 LAS ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD EN LOS ACCIDENTES DE TRANSITO

2.3.1 Información de los accidentes. Las intervenciones o medidas para disminuir la cantidad y gravedad de los accidentes deben partir de analizar la información de los accidentes de tránsito ocurridos en el sector o tramos de vía de un territorio, por lo tanto, se debe partir de evaluar la manera de recopilación de información de cada accidente de tránsito, y los principales inconvenientes y errores durante el proceso.

a) Procedimiento de recopilación de la información de los accidentes. Los datos sobre 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.

En este formulario se incluye:

- ✓ Información técnica. Contiene la información correspondiente a los datos generales como ciudad o municipio que tiene jurisdicción sobre el accidente y las características del accidente como clase, lugar, fecha y hora, entre otras.
- ✓ Información legal. Información correspondiente a las causas probables y circunstancias del accidente.
- ✓ Problemas en la recolección. 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. Entre las causas se tiene:
- ✓ No todos los accidentes son reportados a las autoridades competentes ya que los vehículos son movidos después del accidente y no hay huellas o evidencias que permitan valorar la causa de la situación.
- ✓ Otra causa ocurre cuando hay accidentes con vehículos fantasma de tal manera que no hay indicios claros sobre el accidente o asociados al diligenciamiento inadecuado del formulario cuya información no puede reconstruirse fácilmente y los resultados no son confiables, tanto para las estadísticas como para los procedimientos legales a que haya lugar a raíz del accidente. Y finalmente, cuando no se puede llegar al lugar del accidente o no hay seguridad suficiente para diligenciar el formulario, esta situación se presenta en zonas con problemas de orden público.

Por lo tanto, las estadísticas de accidentalidad consolidadas por el Fondo de Prevención Vial no incluyen todos los accidentes de tránsito ocurridos en una determinada vía o sector.

2.3.2 Análisis de la información. El Fondo de Prevención ha creado una base de datos proveniente de la información diligenciada por las autoridades competentes en los formularios de recolección, cuyos datos consolidados son de vital importancia para conocer las causas y la gravedad de la situación de la accidentalidad vial para proponer medidas de intervención que ataquen los problemas de mayor incidencia en la ocurrencia de accidentes de tránsito.

2.3.3 Metodología desarrollada por el Fondo de Prevención Vial. Utiliza como herramienta principal el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito– SIAT que es una software que estandariza la información para facilitar su procesamiento y análisis de manera tal que se pueda realizar un diagnóstico de la situación de la accidentalidad mediante comparaciones y estadísticas.

2.3.4 Desarrollo de la metodología para determinación de los puntos críticos. La recolección, organización y clasificación de la información correspondiente a los reportes de accidentalidad de la Vía Ipiales - Pasto (PR 5+000 al PR 83+000) se realizó con base a los archivos suministrados por el Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT del Fondo de Prevención Vial.

Este proceso de la información para la localización de los sectores críticos de accidentalidad en carreteras, se realizó teniendo como base los índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad presentes durante el año 2009.

En el desarrollo de los siguientes capítulos se encuentra el procedimiento para determinar los tramos y sectores críticos, al igual que la definición de los diferentes dispositivos con los posibles daños que pueden afectar el estado general de la infraestructura y de seguridad de la vía.

Igualmente, se elabora un diagnóstico donde se correlaciona el estado de deterioro de los dispositivos y los índices de accidentalidad, con el fin de establecer las medidas de mantenimiento o intervención.

3. DEFINICIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL EN LAS CARRETERAS DE NARIÑO

En este modelo de investigación se desarrolla la metodología para establecer las deficiencias y el estado actual de deterioro de los dispositivos de seguridad vial existentes en las carreteras de Nariño en desarrollo de las políticas de seguridad vial y ante la necesidad de unificar los criterios para evaluar la eficacia de los sistemas de inversión de recursos para el mantenimiento de la infraestructura vial en materia preventiva de accidentes.

La aplicación consiste en conocer el uso, clasificación, funcionalidad de los dispositivos y las actividades de inspección y reporte de los daños que se pueden encontrar mediante una descripción de los daños más comunes, mostrando una breve definición de los mismos, las causas que los generan, así como sus severidades; herramienta práctica a fin de obtener un informe que permita identificar la situación de la accidentalidad vial en relación con el estado de conservación y de los dispositivos de seguridad vial existentes en la carretera.

La metodología contempla los siguientes dispositivos:

- a) Señalización vertical.
- b) Señalización horizontal.
- c) Señalización de vías afectadas por obras.
- d) Señales de guía.
- e) Reductores de velocidad.
- f) Delineadores de piso.
- g) Dispositivos de protección lateral.
- h) Estado de la infraestructura en las zonas laterales.

3.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

3.1.1 Generalidades:

a) Función y clasificación. Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacente a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de definir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto al uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

b) Uso de las señales. Toda señal se utiliza para prevenir, notificar e informar sobre las condiciones de la vía. Por lo tanto cada señal cumple una función

específica teniendo en cuenta los criterios de utilización basados en estudios en el campo de la ingeniería de tránsito.

3.1.2 Clasificación de las señales. De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

a) Señales preventivas: llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta.

Figura 20. Señal vertical preventiva tipo SP-27 (Descenso peligroso)



Figura 21. Señal vertical preventiva tipo SP-44 (Superficie deslizante)



b) Señales reglamentarias: tienen por objeto indicar a los usuarios sobre las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre el uso de la vía.

Figura 22. Señal vertical reglamentaria tipo SP-28 (Prohibido parquear)



Figura 23. Señal vertical reglamentaria tipo SR-30(30) (Velocidad máx. 30 K/h)



c) Señales informativas: tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc.

Figura 24. Señal vertical informativa tipo SI-06 (Confirmativa de destino)



Figura 25. Señal vertical informativa tipo SI-05 (Información previa de destino)



d) Señales elevadas: algunos mensajes informativos pueden darse a través de señales elevadas, las cuales corresponden a estructuras de gran tamaño, visibles a distancias lejanas y las cuales son aplicables en vías principales, autopistas o vías expresas en donde los vehículos circulan a velocidades relativamente altas.

Figura 26. Señal elevada tipo bandera



Figura 27. Señal elevada tipo pasavías



3.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

3.2.1 Generalidades:

a) Función: Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

b) Uso: La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación de tránsito. En algunos casos, son usadas para complementar las órdenes o advertencias de otros dispositivos tales como las señales verticales y semáforos.

3.2.2 Clasificación. La señalización horizontal se clasifica en:

a) Marcas longitudinales:

- Líneas centrales. Se emplearán estas líneas de color amarillo, para indicar el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos y de color blanco para separar carriles de tránsito, en el mismo sentido¹²

¹² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 109.

Figura 28. Línea central de eje de calzada bidireccional



Figura 29. Línea central de eje de calzada unidireccional



- Líneas de borde pavimento. Esta línea separa la berma del carril de circulación, indicando el borde exterior del pavimento¹³.

Figura 30. Líneas de borde de pavimento



- Líneas de separación de rampas de entrada o de salida. Tienen por objeto hacer la separación entre el carril de circulación de una vía de alta velocidad y la rampa de entrada o de salida, en donde existen carriles de aceleración o desaceleración para los vehículos¹⁴ tal como se indica en la figura 31.
- Demarcación de aproximación a obstrucciones. Las obstrucciones dentro de la vía constituyen peligros que deben suprimirse siempre que sea posible. Cuando no se puedan eliminar, debe hacerse todo lo posible para advertir su presencia a los conductores de los vehículos. Se consideran obstrucciones: las estructuras de soporte de puentes, las islas de refugio, los separadores que sobresalgan de la superficie del pavimento, las islas de canalización o cualquier otro objeto que pueda interferir el tránsito continuo en determinadas zonas¹⁵.

¹³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 111.

² *Ibíd.*, p. 111.

¹⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 120.

Figura 31. Líneas de separación de rampas de entrada (carril de desaceleración)



Figura 32. Líneas de separación de rampas de salida (carril de aceleración)



- Flechas. Son marcas en el pavimento con forma de saeta denominadas flechas que indican los sentidos de circulación del tránsito y se utilizarán como señal de reglamentación para el conductor¹⁶.

¹⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 132.

Figura 33. Flechas sobre el pavimento



b) Marcas transversales:

- Demarcación de ceda el paso. Esta demarcación deberá usarse en vías urbanas o rurales de alta velocidad, para complementar la señal vertical SR-02 Ceda el paso¹⁷.
- Símbolos y letreros. En el pavimento son preferibles los mensajes descritos mediante símbolos que los mensajes a través de leyendas. En lo posible se debe tratar de no demarcar más de un renglón en el pavimento.

¹⁷ Ibíd. p. 134

Figura 34. Demarcación de letreros en el pavimento



Cuando la velocidad de diseño es mayor de 60 km/h, las letras y números deben tener 4,00 m de altura y 0,50 m de ancho, con excepción de las indicaciones de velocidad. En el caso de que la leyenda tenga más de un renglón, la primera palabra debe quedar más cerca del conductor. El espacio entre renglones será igual a la altura de letras o números. Cuando la velocidad de diseño es igual o menor de 60 km/h, las letras y números tendrán, como mínimo una altura de 1,60 m y 0,50 m de ancho, a excepción de las indicaciones de velocidad. El espacio entre renglones será igual a la altura de letras o números, de manera que una leyenda completa hasta de tres renglones puede ser vista y leída a un mismo tiempo. En este caso, un mensaje de dos o tres renglones puede colocarse de tal manera que la primera palabra sea la más lejana al conductor¹⁸.

c) Marcas de bordillos y sardineles. Se deberán demarcar los bordillos y sardineles que indiquen riesgo o encauzamientos, con el fin de hacerlos más visibles.

¹⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 138.

Figura 35. Marcas de bordillos



3.3 SEÑALIZACIÓN DE VÍAS AFECTADAS POR OBRAS

3.3.1 Generalidades:

a) Función: Corresponde a la aplicación, instalación y mantenimiento de los diferentes tipos de dispositivos para la regulación del tránsito, requeridos para los trabajos en vías públicas que afecten la circulación de vehículos y personas, con el fin de reducir el riesgo de accidentes.

De tal manera que la ejecución de trabajos en la vía debe ofrecer la protección y seguridad a los conductores, pasajeros y peatones, personal en la obra, equipos y vehículos.

b) Uso: Las señales verticales de tránsito que se emplean en zonas de construcción, rehabilitación, mantenimiento deben instalarse teniendo en cuenta las condiciones geométricas de la vía de tal forma que el conductor tenga suficiente tiempo para reaccionar y acatar el mensaje.

3.3.2 Clasificación:

a) Señales verticales: las señales verticales empleadas están incluidas en los mismos grupos de las señales preventivas, reglamentarias e informativas, teniendo en cuenta las características de tamaño y color para las diferentes clases de señales:

- Señales preventivas: Tienen por objeto advertir a los usuarios sobre los peligros potenciales de las limitaciones operativas de la vía cuando existe una obra que afecta el tránsito como se indica en la figura 36 y 37.

Figura 36. Señales verticales preventivas tipo SPO-01 (Trabajos en la vía)



Figura 37. Señales verticales preventivas tipo SPO-03 (Banderero)



- Señales reglamentarias: Los trabajos en vías públicas limitan las condiciones de operación de los vehículos que originan situaciones que necesitan medidas de reglamentación cuyas situaciones requieren atención especial.

Figura 38. Señal vertical reglamentaria tipo SRO-30 (50) (Velocidad máx.50K/h)



Figura 39. Señal vertical reglamentaria tipo SRO-01 (Vía cerrada)



- Señales informativas: Se utilizan señales informativas para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulte destacar sobre las condiciones de operación de la vía.

Figura 40. Señal informativa tipo SIO-01 (Aproximación de obra en la vía)



Figura 41. Señal informativa tipo SIO-04 (Carril cerrado)



b) Dispositivos para canalización de tránsito: La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajo garantizando la seguridad de los peatones, trabajadores y equipos de la obra.

Dentro de esta clase de dispositivos se tiene:

- ✓ Barricadas. Las barricadas se utilizarán para hacer cierres parciales o totales de calzadas o de carriles. Se colocarán perpendicularmente al eje de la vía, obstruyendo la calzada o los carriles inhabilitados para la circulación del tránsito vehicular¹⁹ (ver figura 42).
- ✓ Conos. Los conos de tránsito se emplearán para delinear carriles temporales de circulación, especialmente en los períodos de secamiento de pinturas sobre el pavimento, en la formación de carriles de tránsito que entran a zonas de reglamentación especial y en general en la desviación temporal del tránsito por una ruta²⁰ (ver figura 43).
- ✓ Delineadores tubulares. Estos dispositivos se utilizan para hacer cerramientos en obras (ver figura 44).
- ✓ Barreras plásticas flexibles. utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía. Generalmente como dispositivos de canalización²¹ (ver figura 45).
- ✓ Cintas plásticas. Este elemento se utiliza como ayuda y no como un dispositivo de señalización.

¹⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 149.

²⁰ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 151.

²¹ *Ibíd.* p. 154.

Figura 42. Barricada



Figura 43. Conos



Figura 44. Delineadores tubulares



Figura 45. Barreras plásticas



c) Dispositivos manuales: Estos dispositivos se utilizan cuando se requiere del manejo del tráfico vehicular cuando las condiciones en la obra han limitado el tránsito a un solo carril. Esta regulación de la circulación necesita la correcta coordinación para evitar accidentes a través de la utilización de bandereros.

Figura 46. Banderero



3.4 SEÑALES DE GUÍA

3.4.1 Generalidades:

- a) Función: son dispositivos que permiten al conductor ser una guía efectiva para la circulación en horas de oscuridad o en condiciones atmosféricas adversas.
- b) Uso: Se usan en secciones largas y continuas de la vía, en cambios de alineamiento, o en limitaciones de visibilidad.

3.4.2 Tipos. Se pueden emplear los siguientes dispositivos:

- a) Delineadores de corona: Elemento vertical de tipo poste que se instalan adyacentes a la vía cuyo tablero está dotado de elementos reflectivos que tienen por objeto delimitar los bordes de las vías durante las horas de oscuridad o de condiciones atmosféricas adversas y pueden también ser empleados para registrar los hectómetros de la carretera.

Figura 47. Delineador de corona



b) Delineadores de curva horizontal: Elemento vertical de forma rectangular que se utiliza para indicar a los usuarios de la vía los cambios bruscos en el alineamiento horizontal de la vía.

Figura 48. Delineador de curva horizontal



c) Delineadores de canalización: son elementos verticales que se utilizan para indicar la proximidad a estructuras islas y separadores.

Figura 49. Delineador de canalización



3.5 REDUCTORES DE VELOCIDAD

3.5.1 Generalidades:

a) Función: Con el fin de obligar a los conductores a disminuir su velocidad se construyen obras físicas sobre la superficie de la vía.

b) Uso: Se puede utilizar en los siguientes casos:

- Aproximación a poblaciones donde la circulación debe ser a una velocidad mucho menor que la de operación normal de la vía.
- Presencia permanente de peatones.
- Zonas escolares.
- Zonas próximas a estación de peaje.

3.5.2 Tipos. A continuación se describen los siguientes dispositivos reductores de velocidad:

a) Líneas reductoras de velocidad: líneas en sentido transversal al eje de la vía cuya distribución obedece a un espaciamiento logarítmico tal como se indica en la figura 50.

b) Resaltos: Estructuras en concreto que constituyen una protuberancia formando una ondulación transversal de la vía.

Figura 50. Líneas reductoras de velocidad



c) Resalto virtual: Demarcación sobre el pavimento que genera al conductor, la sensación de aproximación de un resalto. Ver figura 51 y 52.

Figura 51. Resalto virtual



Figura 52. Resalto virtual



d) Bandas sonoras: son dispositivos contruidos mediante baterías de estoperoles cerámicos que generan ruido y vibración al paso de los vehículos. Ver figura 53 y 54.

Figura 53. Bandas sonoras de estoperoles



Figura 54. Bandas sonoras de estoperoles



3.6 DELINEADORES DE PISO

3.6.1 Generalidades:

a) Función: En condiciones atmosféricas adversas la demarcación se cubre con una película delgada que disminuye la efectividad de las microesferas de vidrio ya que las esferas no reflejan la luz en forma apropiada, por lo tanto, la demarcación deja de ser visible para los usuarios de la vía.

b) Uso: Sirven como complemento de la demarcación vial en el pavimento para la separación de vías de circulación, delineación de carriles y señalización de obstáculos, curvas fuertes y rampas.

3.6.2 Tipos:

a) Tachas reflectivas: Complemento de la demarcación vial, son dispositivos de materiales de alta resistencia que sobresalen de la vía y que tienen incorporados materiales reflectivos.

Figura 55. Tacha reflectiva



b) Estoperoles: Dispositivo fabricado con materiales de alta resistencia al impacto y desgaste, en forma de botón empleado para la construcción de bandas sonoras.

3.7 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN LATERAL

Muchos accidentes en vías de alta velocidad involucran vehículos que se salen de la vía y colisionan con obstáculos peligrosos como árboles, soportes de puentes o simplemente ruedan cuesta abajo por un talud. Similarmente, un vehículo que se pasa al carril opuesto en una vía de doble sentido corre el riesgo de estrellarse con un vehículo que viaja en dirección contraria.

El riesgo de este tipo de accidentes puede reducirse significativamente con el uso de defensas metálicas cuyo propósito es absorber el impacto con el menor daño posible al vehículo (ver figura 56).

La instalación de defensas metálicas se realiza a lo largo de los bordes de la vía en tramos en curva o alineamientos rectos donde se evidencie condiciones peligrosas para los usuarios de la vía. Para ello se utilizan los siguientes elementos:

Figura 56. Defensa metálica



3.7.1 Postes de fijación. Son perfiles estructurales de acero o de lámina de acero en U o en I, conformada en frío o en caliente, que permita sujetar la baranda por medio de tornillos sin que los agujeros dejen secciones debilitadas (ver figura 57).

3.7.2 Defensa metálica. La forma de la defensa es curvada del tipo doble onda (perfil W) con los requisitos mínimos de resistencia a la flexión (ver figura 58).

Figura 57. Postes de fijación



Figura 58. Tramo de defensa



3.7.3 Elementos de fijación. Los elementos de fijación lo constituyen dos tipos, los primeros son para empalme de tramos sucesivos de defensa y los otros para la unión de la lamina al poste que deben cumplir con las características mínimas de resistencia a la rotura por tracción con un valor no inferior a cuarenta y nueve kilogramos por milímetro cuadrado (49 Kg/mm^2).

Figura 59. Elementos de fijación entre tramos de defensa



Figura 60. Elementos de fijación de unión de la lámina al poste



3.7.4 Captafaros. Son elementos que deben ser fabricados en lámina de acero laminado en frío, galvanizada calibre 22 y sobre sus caras frontales se colocan franjas de lámina reflectiva tipo III o de características superiores. Los captafaros se sujetarán a la defensa mediante tornillos con su respectiva tuerca, arandela y puntos de soldadura.

Figura 61. Captafaros



3.8 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA EN LAS ZONAS LATERALES

En general, la visibilidad que se ofrece a los conductores debe ser suficiente para identificar cualquier acción necesaria y luego para llevar a cabo esa acción en forma segura. Un requerimiento crítico usual es que el conductor pueda detenerse con seguridad, y esto implica el entendimiento de velocidades, tiempos de reacción y tasas de desaceleración. Así los requerimientos de distancia de visibilidad están relacionados con el diseño geométrico y con los controles de velocidad, y son inherentes a todos los estándares de diseño. La visibilidad puede relacionarse con otro usuario, o con otro objeto como una señal vial por lo tanto, la facilidad con que se pueda ver el objeto es crucial

Los conductores en la vía principal también deben ver los vehículos que se aproximan por la vía lateral lo más pronto posible para que estén preparados y puedan realizar una acción evasiva si es necesario. Otra de las causas más frecuentes en la aparición de conflictos es la falta de visibilidad a lo largo del alineamiento en planta y perfil dado por las condiciones geométricas de la vía o por la presencia de obstáculos como mobiliario o crecimiento de vegetación. De tal manera que se debe evaluar la visibilidad con los siguientes aspectos:

- Distancias de visibilidad por la geometría de la vía en función de la velocidad de operación, del alineamiento geométrico en planta y las pendientes longitudinales de la vía.
- Disminución de la visibilidad por la presencia de obstáculos en las zonas laterales de la vía en función del origen de su naturaleza, es decir, asociados a la instalación de dispositivos reguladores de tráfico que generan problemas de visibilidad o la presencia de obstáculos que disminuyen el campo visual del conductor.

4. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL

Los daños que presentan los dispositivos de seguridad vial se clasifican en cinco categorías:

- a) Estado de conservación. Dentro de esta categoría se definen los daños que se originan por el deterioro parcial o total de uno o más de los materiales que constituyen el dispositivo.
- b) Deficiencias de los materiales. Dentro de esta categoría se definen los daños que se originan por la utilización de materiales inadecuados para la fabricación del dispositivo.
- c) Deficiencia en la instalación. Dentro de esta categoría incluyen los daños correspondientes a deficiencias en la instalación del dispositivo a lo largo de la sección transversal y perfil longitudinal de la infraestructura vial.
- d) Diseño deficiente. Dentro de esta categoría incluyen los daños correspondientes a la implementación incorrecta de dimensiones, textos, símbolos, formas y colores de los dispositivos.
- e) Ausencia del dispositivo. Dentro de esta categoría se incluyen los daños correspondientes a la ausencia por omisión de la instalación del dispositivo.

La definición de cada uno de los daños se ha establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación en campo. En el presente documento se presenta la definición de cada uno de los daños y su severidad, mediante la implementación del modelo de evaluación que permite establecer el grado de afectación en toda la infraestructura.

Los tipos de daños se definen de acuerdo a los deterioros que se presentan en los diferentes materiales que constituyen el dispositivo y las severidades en relación al grado de deterioro que tiene un mismo daño cuyo valor de evaluación se aplica de acuerdo al nivel de afectación en el dispositivo. A continuación se define cada uno de los daños, en algunos casos se incluye su grado de severidad (alto o bajo) según los criterios de la presente metodología basado en la inspección visual.

4.1 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL

4.1.1 Daños en el estado de conservación. Corresponden a los daños presentes en alguno, varios o todos los elementos que constituyen la señal vertical. Puede incluirse dentro de este tipo los daños correspondientes al deterioro de la estructura de soporte, pinturas, elementos de fijación, tablero, soldadura, material

reflectivo, del texto o símbolo. La causa común de este tipo de daño es la falta de actividades de mantenimiento y conservación de las señales verticales.

- Estructura de soporte. Son las estructuras fabricadas en ángulos de acero que conforman el poste (elemento vertical) y los brazos de soporte del tablero (elementos horizontales) y el elemento de fijación del anclaje.

Este tipo de daño se asocia a la presencia de fisuras en dichos elementos. Los daños se relacionan con traslapos y añadiduras y/o presencia de hormigueos del elemento en parte o toda su longitud que pueden ocasionar deterioro prematuro y pérdida de la resistencia.

Figura 62. Deformación de la señal por deficiencias en la estructura de soporte



- Pintura. Este tipo de daño se presenta cuando existe presencia de oxidación o pérdida parcial o total de la pintura en uno o en todos de los elementos de soporte de la señal vertical. Los daños asociados a las pinturas se relacionan con la utilización de materiales inadecuados que no toleran la exposición a condiciones atmosféricas adversas. Este tipo de daño presenta las siguientes severidades:

Baja severidad: cuando hay evidencia de oxidación leve en uno de sus elementos.

Alta severidad: cuando hay pérdida generalizada de la pintura y la presencia de óxido que afecta las características físicas y de resistencia de los elementos de la señal vertical.

Figura 63. Deterioro por oxidación de la pintura en la estructura de soporte



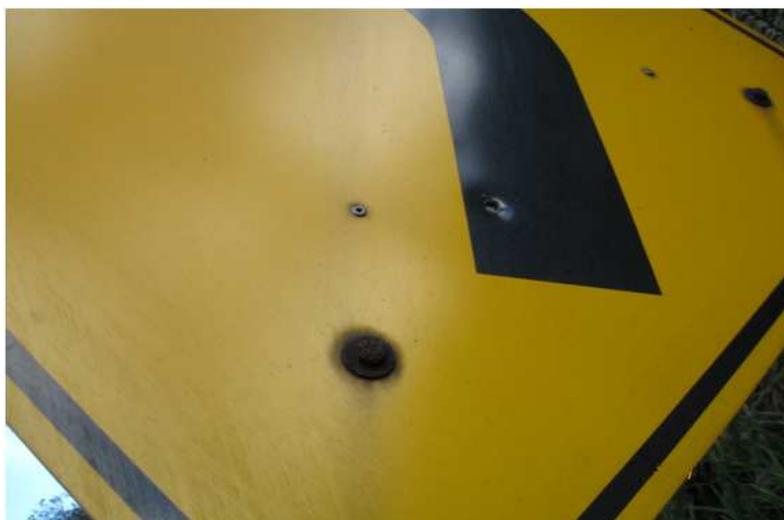
- Elementos de fijación. Este tipo de daños se asocia con la presencia de oxidación por la utilización de materiales que no toleran la exposición a condiciones atmosféricas adversas o la pérdida parcial de uno o varios de los elementos de fijación.

Para este tipo de daño se asocian las siguientes severidades:

Baja severidad: Cuando en una misma señal todos los elementos de fijación están instalados y con presencia de óxido.

Alta severidad: cuando hay elementos faltantes en una misma señal y oxidación de los existentes.

Figura 64. Oxidación de los elementos de fijación



- Tablero. Los tableros de las señales verticales son los elementos donde se adhiere el material reflectivo, los textos, símbolos y mensajes de las señales. Este tipo de daño se asocia a deterioros por doblez o pérdida parcial de la lámina cuya causa más frecuente es el impacto de vehículos o asociado a actos de vandalismo por lo tanto el grado de severidad definido para este elemento es alto teniendo en cuenta que afecta los resultados de las pruebas de reflectividad y la efectividad de la señal.

Figura 65. Deformación parcial del tablero de la señal



Figura 66. Deformación parcial del tablero de la señal



Figura 67. Deformación total del tablero de la señal



- Soldadura. Es el material de unión del poste con los brazos de soporte y el elemento de anclaje. Este tipo de daños se asocia con la pérdida parcial o total de este material causado por deficiencias en la ejecución del cordón de soldadura.

Los elementos de soporte deben estar soldados de tal manera que se garantice la resistencia requerida para soportar el tablero y las cargas impuestas por el viento sobre la señal.

- **Material reflectivo.** Este tipo de daño se refiere a la pérdida parcial o total del material reflectivo cuyas causas más frecuentes son el impacto por vehículos, actos de vandalismo, o de fabricación de la señal cuando el material retrorreflectivo no se adhiere adecuadamente sobre el tablero y otras causas como la falta de mantenimiento y limpieza. Teniendo en cuenta que el material reflectivo debe garantizar la percepción y la reacción adecuada de los usuarios de la vía en horas nocturnas y de condiciones atmosféricas adversas, este material no debe presentar pérdidas de su área superficial que afecta adversamente los resultados de reflectividad.

Figura 68. Pérdida Parcial del material reflectivo



Figura 69. Pérdida total del material reflectivo



- Texto o símbolos. Corresponde a la pérdida parcial o total de las letras, números o mensajes incluidos dentro de la señal asociada a las mismas causas de la pérdida del material reflectivo de tal manera que el grado de severidad definido para este tipo de daño es alto ya que la afectación parcial o total en este elemento disminuye la efectividad de la señal.

Figura 70. Pérdida parcial del texto y orlas de la señal.



Figura 71. Pérdida total del texto y orlas de la señal.



4.1.2 Deficiencias de los materiales. Corresponden a los daños presentes en alguno, varios o todos los materiales que se utilizan para fabricar la señal vertical. Puede incluirse dentro de este tipo los daños por la deficiencia de las especificaciones técnicas del anclaje, estructura de soporte, pintura, elementos de fijación, tablero, soldadura y material reflectivo. Las causas más frecuentes son la deficiencia en la escogencia de materiales que cumplan con las especificaciones y normas vigentes o falta de controles de calidad en el proceso constructivo. El grado definido para este tipo de deterioro es de alta severidad teniendo en cuenta que se debe dar cumplimiento con las especificaciones y normas estipuladas para los materiales utilizados en cada elemento que constituye el dispositivo.

- Daños en el anclaje. Este tipo de daño se asocia a la pérdida de rigidez de la señal al suelo. Se refiere a la ausencia, desintegración parcial o total del concreto u otros materiales que conforman el elemento de anclaje.

Las causas más comunes, son: deficiencias de los materiales de fabricación del concreto del anclaje con una resistencia a la compresión inferior a ciento cuarenta kilogramos por centímetro cuadrado (140 kg/cm^2)²², profundidad de excavación en el suelo inferior a sesenta centímetros (60 cm)²³, diámetro de la excavación inferior

²² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p.329.

²³ *Ibíd.*, p. 330.

a veinticinco centímetros (25 cm)²⁴, falta de inclusión de dos capas de cantos rodados de diez centímetros de tamaño máximo, una superior y otra inferior con el fin de aportar rigidez; o por impacto en la señal debido a accidentes de tránsito.

Figura 72. Inclinación de la señal por deficiencias en el anclaje



Figura 73. Inclinación de la señal por deficiencias en el anclaje



²⁴ *Ibíd.*, p. 330.

- Estructura de soporte. Este tipo de daño se refiere a la pérdida de rigidez de los elementos de soporte, presentando pandeo y baja resistencia a la flexión y torsión de los elementos y de la señal.

Figura 74. Pandeo del elemento de soporte vertical



La causa se debe a la utilización de ángulos de acero cuya dimensión es inferior a la mínima especificada, valor que debe ser de dos pulgadas (2") por dos pulgadas (2") por un cuarto de pulgada (1/4") con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25kg/mm²)²⁵.

²⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización de Calles, Carreteras y Ciclorrutas. op. cit. p. 328.

Figura 75. Pandeo del elemento de soporte vertical



- Pintura. Se refiere a la utilización de materiales que no cumplen con las especificaciones mínimas de pinturas anticorrosivas como recubrimiento de los elementos de soporte para evitar deterioro por oxidación.

Figura 76. Oxidación del elemento de soporte vertical



- Elementos de fijación. Este tipo de daño se asocia a la utilización de remaches y tornillos que no cumplen con las dimensiones mínimas de cinco dieciseisavos de pulgada (5/16") por una pulgada (1"), rosca ordinaria, arandelas y tuercas²⁶.

Figura 77. Elementos de fijación oxidados



- Tablero. Este tipo de daños se asocia a la utilización de materiales cuyas características son inferiores a las mínimas especificadas. En primera instancia el tipo de material está sujeto a las condiciones de exposición, de tal manera que en zonas aledañas a áreas marinas o con problemas de oxidación se debe utilizar lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio; para vías cuya altura sobre el nivel del mar sea inferior a mil metros (1000 m) se debe utilizar lámina de poliéster reforzado y para alturas superiores a mil metros (1000 m) se recomienda lámina galvanizada o aluminio²⁷. Por otro lado, este material debe cumplir con el espesor mínimo de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro ($3,4 \pm 0,4$ mm) que se debe verificar como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ella para las láminas de poliéster reforzado con fibra de vidrio²⁸. Para las láminas de acero galvanizado como mínimo debe ser

²⁶ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 330.

²⁷ *Ibíd.* p. 325

²⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 326.

calibre dieciséis (16) revestida por ambas caras con una capa de zinc, y para las láminas de aluminio un espesor mínimo de dos milímetros (2 mm)²⁹.

- Soldadura. Este tipo de daños se asocia a la utilización de soldadura con tener una resistencia menor a la mínima especificada cuyo valor no debe ser inferior al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero³⁰.
- Material reflectivo. Corresponde a la utilización de materiales retrorreflectivos cuyo valor de reflectividad deben cumplir con las especificaciones contenidas en la Norma técnica Colombiana NTC-4739 y como mínimo en material reflectivo tipo I o de características superiores³¹.

4.1.3 Deficiencia en la instalación. Corresponde a las deficiencias en la ubicación lateral, longitudinal y cumplimiento de la altura mínima de las señales verticales que pueden afectar las condiciones de visibilidad, de percepción y reacción de los usuarios de las vías.

- Ubicación lateral. Corresponde al tipo de daño asociado con la instalación deficiente de la señal vertical a lo largo de la sección transversal de la carretera teniendo en cuenta las distancias mínimas y máximas establecidas para tal fin. La causa más frecuente es la falta de control en obra durante las actividades de instalación o limitaciones por las condiciones topográficas de los terrenos adyacentes a la vía.

Las severidades asociadas a este tipo de daño son de alta severidad, factor que afecta las condiciones de visibilidad y percepción de la señal cuando la señal supera la máxima especificada y de seguridad vial por estar cerca al borde del pavimento cuando la distancia es inferior a la mínima requerida.

²⁹ *Ibíd.*, p. 327.

³⁰ *Ibíd.*, p. 329.

³¹ *Ibíd.*, p. 325.

Figura 78. Distancia lateral inferior a la mínima especificada



En carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento debe estar comprendida entre un metro con ochenta centímetros (1,80 m) y tres metros con sesenta centímetros (3,60 m).³²

³² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 12.

Figura 79. Distancia lateral superior a la máxima especificada



- Ubicación longitudinal. Corresponde al tipo de daño en el cual la instalación de las señales verticales afecta las condiciones de percepción del usuario, debido a la inadecuada aplicación de los criterios de colocación para cada una de ellas, es decir, que dichos criterios deben implementarse adecuadamente con el fin de dar aviso sobre un peligro potencial o factor inesperado en la geometría vial y evitar la instalación de un número excesivo de señales que desvíen la atención del conductor. Es necesario enfatizar que el criterio de instalación para cada tipo de señal depende del uso preventivo, reglamentario e informativo que se desea aplicar validado por el estudio de tráfico e incluido en el Plan de señalización vial.

Figura 80. Instalación excesiva de señales



- Altura. Corresponde a la instalación inadecuada de la señal a lo largo de la sección transversal de la carretera, teniendo en cuenta la altura mínima establecida para garantizar las condiciones de visibilidad por la presencia de obstáculos. La causa más frecuente para la presencia de este daño es la falta de control en obra.

Al igual que la ubicación lateral y longitudinal, las severidades asociadas a este tipo de daño son de alta severidad.

Se debe dar cumplimiento a la altura mínima, cuyo valor no debe ser inferior a un metro con ochenta centímetros (1,80 m) medidos desde la superficie de rodadura hasta el extremo inferior del tablero.³³

³³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 14.

Figura 81. Altura de la señal inferior a la mínima especificada



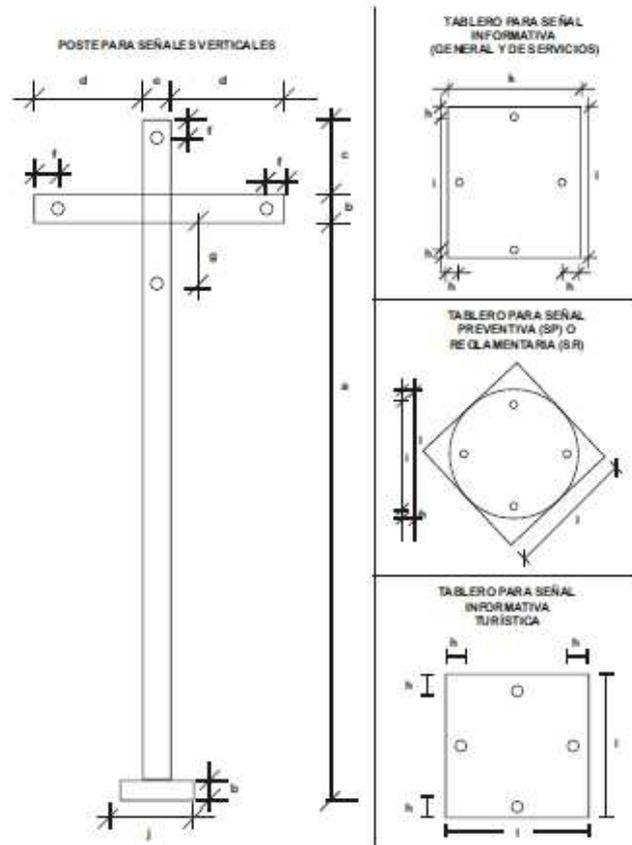
4.1.4 Diseño deficiente. Corresponden a los daños presentes en alguno, varios o todos los elementos que constituyen la señal vertical. Puede incluirse dentro de este tipo los daños correspondientes a dimensionamiento inadecuado de la estructura de soporte, elementos de fijación y tablero; diseño incorrecto de los textos, símbolos, formas y colores incluidos dentro de la señal. La causa común de este tipo de daño es el control inadecuado de las actividades de diseño y de fabricación. El grado asociado a este tipo de deterioro es de alta severidad debido a que afecta las condiciones de percepción y efectividad de la señal.

- Estructura de soporte. Este tipo de daño está asociado a la fabricación del poste y brazos de soporte con dimensiones inferiores a las mínimas requeridas indicadas en la tabla 8 y en la figura 82.

Tabla 8. Dimensiones de los elementos que conforman el poste de soporte y los tableros de las señales verticales

TIPO DE SEÑAL	Dimensiones internas en soportes y tableros (en milímetros)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
SP o SR	280	5	26.5	26.5	5	2	24.5	3	54	15		60
SI (gral. o serv.)	270	5	26.5	21.5	5	2	24.5	3	54	15	50	60
SI (ident. o turist.)	270	5	26.5	26.5	5	2	24.5	3	54	15		60
Delineador	240	5	26.5	21.5	5	2	24.5	3	54	15	50	60
SP o SR	290	5	34	34	5	3	31	4	67	15		75
SI	275	5	34	26.5	5	3	31	4	67	15	60	75
SI (ident. o turist.)	275	5	34	34.1	5	3	31	4	67	15		75
Delineador	245	5	34	26.5	5	3	31	4	67	15	60	75
SP o SR	300	5	41.5	41.5	5	4	37.5	5	80	15		90
SI	285	5	41.5	32.5	5	4	37.5	5	80	15	72	90
SI (ident. o turist.)	285	5	41.5	41.5	5	4	37.5	5	80	15		90
Delineador	255	5	41.5	32.5	5	4	37.5	5	80	15	72	90
SP o SR	320	5	56.5	55.9	5	5	51.5	6	108	15		120
SI	300	5	56.5	45.9	5	5	51.5	6	108	15	100	120
SI (ident. o turist.)	300	5	56.5	55.9	5	5	51.5	6	108	15		120
Delineador	270	5	56.5	45.9	5	5	51.5	6	108	15	100	120

Figura 82. Dimensiones internas de postes y tableros



- Elementos de fijación. Se refiere a los daños presentes por la instalación de los tornillos a una distancia inferior a la mínima especificada cuyo valor no debe ser inferior a la requerida en la tabla 8 y figura 82, y remaches a una distancia igual diez centímetros (10 cm) de distancia medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta.³⁴
- Tablero. Este tipo de daño está asociado a la aplicación del dimensionamiento cuyos valores son inferiores a los mínimos requeridos de la tabla 9 en función del tipo de señal y de la jerarquía de la vía.

³⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 330.

Tabla 9. Dimensiones de los tableros de las señales verticales

TIPO DE SEÑAL	Vías urbanas principales o de menor jerarquía y carreteras con ancho de coronas menor de 6 m.	Vías urbanas de jerarquía superior a las principales y carreteras con ancho de corona entre 6 y 9 m.	Autopistas y carreteras con ancho de corona entre 9 y 12 m.	Carreteras con cuatro o más carriles con o sin separador
Preventivas	Cuadrado de 60 x 60 cm.	Cuadrado de 75 x 75 cm.	Cuadrado de 90 x 90 cm.	Cuadrado de 120 x 120 cm.
Preventiva SP-40	Rectángulo de 90 x 30 cm.	Rectángulo de 120 x 40 cm.	Rectángulo de 150 x 50 cm.	Rectángulo de 180 x 60 cm.
Reglamentaria	Círculo de 60 cm. De diámetro	Círculo de 75 cm. De diámetro	Círculo de 90 cm. De diámetro	Círculo de 120 cm. De diámetro
Reglamentaria SR-01	Octágono con altura de 60 cm.	Octágono con altura de 75 cm.	Octágono con altura de 90 cm.	Octágono con altura de 120 cm.
Reglamentaria SR-02	Triángulo equilátero de 75 cm. De lado	Triángulo equilátero de 90 cm. De lado	Triángulo equilátero de 120 cm. De lado	Triángulo equilátero de 150 cm. De lado
Informativas	Rectángulo de 50 x 60 cm.	Rectángulo de 60 x 75 cm.	Rectángulo de 72 x 90 cm.	Rectángulo de 100 x 120 cm.
Informativas de identificación	Escudos de 60 cm. De altura y 60 cm. De ancho	Escudos de 75 cm. De altura y 75 cm. De ancho	Escudos de 90 cm. De altura y 90 cm. De ancho	Escudos de 120 cm. De altura y 120 cm. De ancho
Informativas de destino y de información en ruta	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto	Rectángulo: ancho y altura dependen del texto
Informativas turísticas	Cuadrado de 60 cm. De lado	Cuadrado de 75 cm. De lado	Cuadrado de 90 cm. De lado	Cuadrado de 120 cm. De lado

- Diseño incorrecto de los textos, símbolos, formas y colores incluidos dentro de la señal. Este tipo de falla corresponde a la implementación inadecuada de:

Forma del tablero. Teniendo en cuenta los diferentes tipos de señales incluidas en el Manual de Señalización Vial se debe aplicar las siguientes formas: para las señales preventivas se utiliza el cuadrado con diagonal vertical rombo, cuyas excepciones es la cruz de san Andrés para la señal tipo SP-54 que representa el paso a nivel y la señal SP-40 cuya forma es la flecha direccional. Para las señales

reglamentarias se utiliza la forma circular, a excepción de la señal SR-01 que representa el pare cuya forma es octogonal, señal SR-02 de ceda el paso cuya forma es un triángulo equilátero y finalmente las señales SR-38 y SR-39 cuya forma es rectangular que representan los sentidos únicos de circulación y sentido de circulación doble, respectivamente. Para las señales informativas se utiliza el rectángulo para las señales de identificación de destino, de ruta, de información general y de servicios, a excepción de las señales de información turística cuya forma es cuadrada.

Colores. La aplicación del color depende del tipo de señal, así: para las señales preventivas se utiliza el color amarillo para el fondo y el negro para las orlas, letras y/o números a excepción de las señales SP-23 que representa al semáforo cuyos colores son el amarillo, negro, rojo y verde, la señal SP-29 de prevención de pare con amarillo, negro, rojo y blanco, la señal SP-33 de prevención de ceda el paso con amarillo, negro, rojo y blanco y la señal SP-54 de paso a nivel con blanco y negro. Para las señales reglamentarias se utiliza el fondo blanco con orlas y franjas diagonales de color rojo y textos, símbolos, letras en negro, a excepción de la señal SR-01 que representa al pare cuyo fondo es rojo y letras en blanco, la señal SR-02 de ceda el paso con fondo blanco y orla roja, la señal SR-04 de No pase cuyo fondo es rojo, franjas y letras en blanco y la señal SR-38 y SR-39 cuyos colores son el fondo negro, flechas y orlas negras que representan el sentido único de circulación y sentido de circulación doble, respectivamente. Para las señales informativas se utiliza el fondo blanco y letras y números en negro para las señales de identificación, postes de referencia, de destino y de información en ruta, para las de información general, de servicios y de información turística se utiliza el fondo azul con orlas, pictogramas, flechas o números de color blanco.

Textos y símbolos. La implementación del texto y símbolo en el diseño debe ser acorde a la altura y tipo de letra de acuerdo a la utilización del alfabeto estándar y en función del tipo de señal.

4.1.5 Ausencia del dispositivo. Corresponde a la inexistencia de la señal vertical conforme con el estudio de tránsito y el plan de señalización en los tramos que requieren la prevención de las condiciones peligrosas de la vía o de la restricción y prohibiciones en la operación de los vehículos. La causa más frecuente de este tipo de deficiencia es la falta de actividades de seguimiento, verificación y control de la instalación de las señales verticales de acuerdo con los diseños propuestos.

De tal manera que es necesario identificar los criterios para el uso y utilización de cada una de las señales verticales en relación con su función preventiva, reglamentaria e informativa.

Tabla 10. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización vertical

TIPO DE DAÑO	ELEMENTO	GRADO DE SEVERIDAD	DEFINICIÓN
Estado de conservación (EC)	Estructura de soporte (ES)	Alta severidad	Presencia de hormigueos, traslajos o añadiduras en el elemento
	Pintura (P)	Baja severidad (AS)	Evidencia de oxidación leve de uno de sus elementos
		Alta severidad (AS)	Perdida generalizada de la pintura y la presencia de óxido que afecta las características físicas y de resistencia de los elementos de la señal vertical
	Elementos de fijación (EF)	Baja severidad (BS)	Cuando todos los elementos de fijación están instalados y con presencia de óxido.
		Alta severidad (BS)	Cuando hay elementos faltantes en una misma señal y oxidación de los existentes
	Tablero (T)	Alta severidad	Doble o pérdida parcial de la lámina
	Soldadura (S)	Alta severidad	Pérdida parcial o total de la soldadura
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Pérdida parcial o total del material reflectivo
Textos o símbolos (D)	Alta severidad	Pérdida parcial o total de las letras, números o mensajes de la señal	
Deficiencias de los materiales (M)	Anclaje (A)	Alta severidad	Ausencia y desintegración del concreto de anclaje
	Estructura de soporte (ES)	Alta severidad	Baja resistencia a la flexión y torsión
	Pintura (P)	Alta severidad	Sin resistencia a la corrosión
	Elementos de fijación (EF)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas
	Tablero (T)	Alta severidad	Espesores inferiores a los mínimos
	Soldadura (S)	Alta severidad	Resistencia inferior a la mínima específica
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Material reflectivo inferior al Tipo I
Deficiencias en la instalación (I)	Ubicación lateral (ULA)	Alta severidad	Distancias inferiores a las mínimas especificadas
	Ubicación longitudinal (ULO)	Alta severidad	Ubicación inadecuada teniendo en cuenta los criterios de aplicación de cada señal
	Altura (AL)	Alta severidad	Altura inferior a la mínima especificada
Diseño deficiente (D)	Estructura de soporte (ES)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas
	Elementos de fijación (EF)	Alta severidad	Instalación a distancias inferiores a las mínimas especificadas
	Tablero (T)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas
	Textos o símbolos (D)	Alta severidad	Incorrecta aplicación de los símbolos y textos
Ausencia del dispositivo (AI)	N/A	Alta severidad	Ausencia de la señal

4.2 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

4.2.1 Daños en el estado de conservación. Corresponden a los deterioros presentes en los materiales que constituyen la demarcación horizontal. Puede incluirse dentro de este tipo los asociados al desgaste de la pintura de tráfico o el material reflectante. La causa más frecuente incluye la deficiencia de las actividades de mantenimiento de la señalización horizontal.

Las severidades para este tipo de deterioro se clasifican como de alta severidad ya que la ausencia de las demarcaciones o material reflectivo ocasiona que los vehículos operen fuera de su carril de circulación bien sea por invasión al carril opuesto o salida de calzada en condiciones atmosféricas adversas, igualmente disminuye la percepción de la aproximación a obstáculos o cambios en el alineamiento geométrico.

- Pintura de tráfico. Los daños se asocian al desgaste parcial o total de la pintura que surgen particularmente por el paso de las llantas de los vehículos sobre la línea demarcada tanto en los alineamientos rectos o en curva, tramos en los cuales el deterioro es más evidente.

Figura 83. Desgaste parcial de la pintura de tráfico



Figura 84. Desgaste total de la pintura de tráfico



- Material reflectante. Se refiere a los daños relacionados con la ausencia, desgaste, pérdida parcial o total de las microesferas de vidrio dentro de la pintura. La forma de valoración de este tipo de deterioro se debe realizar mediante la inspección visual que permita determinar la presencia, ausencia y el grado de anclaje de la microesfera dentro de la pintura.

El grado de anclaje se refiere a la profundidad de la microesfera dentro de la pintura; en la práctica, es necesario que este valor sea igual al sesenta por ciento (60%) de la altura de la microesfera con el fin de proporcionar la reflectividad requerida en la demarcación horizontal.

Figura 85. Grado de anclaje de la microesfera a la película de pintura



Figura 86. Grado de anclaje de la microesfera a la película de pintura

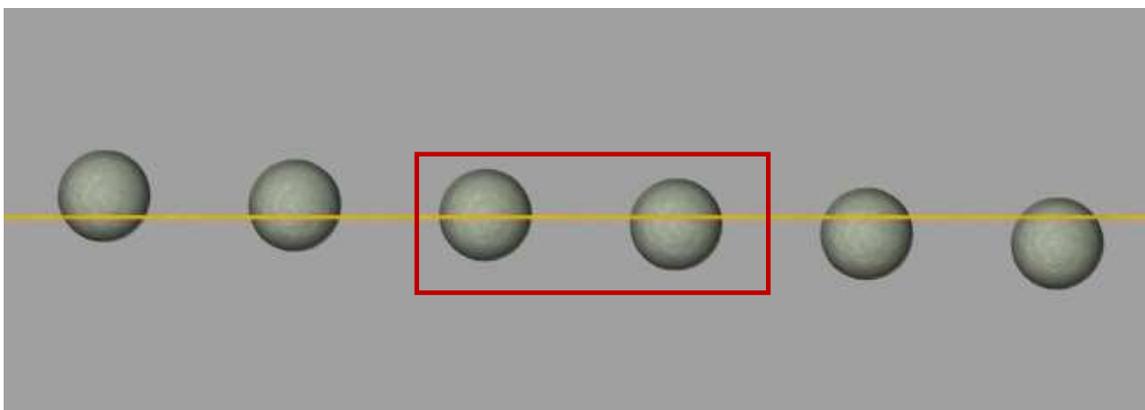


Figura 87. Microesferas de vidrio en la pintura de tráfico



Al igual que en la pintura de tráfico, este tipo de daño corresponde a grado de severidad alto, en conjunto representa el dispositivo de seguridad vial que permite que los conductores juzguen su posición en la vía de manera más fácil y precisa y ayudan particularmente en condiciones de poca visibilidad como lluvia, niebla o oscuridad. Esto puede producir la reducción de accidentes con vehículos que viajan en sentido opuesto o con obstrucciones en la berma o al lado de la vía.

4.2.2 Deficiencias en los materiales. Los requisitos para el diseño y aplicación de los materiales empleados en la demarcación de carreteras deben cumplir con los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones y normas vigentes. Los daños asociados se asocian a la calidad deficiente del producto terminado en relación con el color y visibilidad, por lo tanto los daños se definen como de alta severidad.

4.2.3 Deficiencia en la instalación. Corresponde a las deficiencias presentadas por descascaramiento de los materiales de la demarcación horizontal. Las causas más frecuentes corresponden a la aplicación de los materiales sin tener en cuenta las limitaciones en la ejecución de los trabajos de demarcación y que los materiales no se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.

Figura 88. Pérdida parcial de la pintura y microesferas de vidrio



Figura 89. Pérdida total de la pintura y microesferas de vidrio



4.2.4 Diseño deficiente. Incluyen los daños correspondientes a la implementación incorrecta de dimensiones, diseño, símbolos, colores y texto que se pintan sobre la superficie de rodadura e igualmente al uso inadecuado de dichas señales que pueden generar confusión a los usuarios.

- Dimensiones, diseño, símbolos, colores y texto. Los defectos asociados corresponden a la aplicación inadecuada de los diseños en cuanto a longitudes entre segmentos, anchos, separaciones y longitudes mínimas, dimensionamiento de líneas centrales, líneas de borde de pavimento, líneas de carril, líneas de separación de rampas de entrada y salida y demás demarcaciones o marcas transversales o sobre la vía definidas en el capítulo anterior.

Las líneas centrales deberán estar compuesta por una línea segmentada de doce centímetros (12 cm) de ancho con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5), de tal manera que en carreteras la longitud del segmento pintado debe ser igual a cuatro metros con cincuenta centímetros (4,50 m) y la longitud del espacio sin pintar igual a siete metros con cincuenta centímetros (7,50 cm).

La línea de borde de pavimento está constituida por una línea blanca continua de doce centímetros de ancho (12 cm).

Las líneas de carril deberán estar compuesta por una línea segmentada de doce centímetros (12 cm) de ancho con una relación de longitudes entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5), de tal manera que en carreteras la longitud del segmento pintado debe ser igual a cuatro metros con cincuenta centímetros (4,50 m) y la longitud del espacio sin pintar igual a siete metros con cincuenta

centímetros (7,50 cm). Cuando el cambio de carril acarrea un riesgo se usa una línea blanca continua de doce centímetros de ancho (12 cm), como mínimo.

Para las líneas de separación de rampas de entrada y salida se utiliza líneas de color blanco con longitudes de segmento pintado de un metro (1 m) y separadas un metro (1 m) con un ancho mínimo de veinte centímetros (20 cm).

La demarcación de bermas pavimentadas está compuesta por líneas diagonales a la dirección del eje de la vía con un ancho de treinta centímetros (30 cm) y espaciamiento de veinte metros (20 m) entre cada una de ellas, formando un ángulo de cuarenta y cinco grados (45°) con la línea de borde de pavimento.

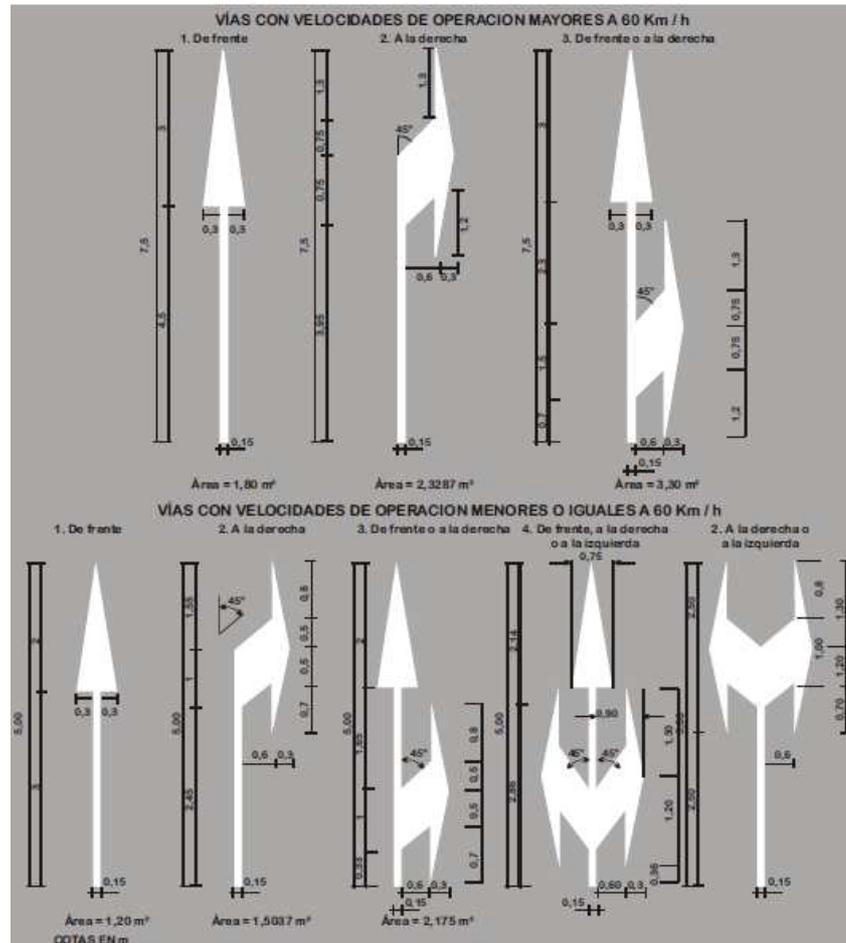
La demarcación de canalización se realiza con líneas blancas continua de quince centímetros (15 cm) de ancho, como mínimo

La demarcación de aproximación a obstrucciones está compuesta por una línea diagonal continua de color amarillo de doce centímetros (12 cm) de ancho como mínimo que inicia de la línea central a una distancia no inferior al resultado del producto entre ancho del obstáculo en metros y la velocidad del ochenta y cinco por ciento de los usuarios (85%) o la velocidad de diseño en kilómetros por hora hasta un punto localizado entre treinta (30 cm) y sesenta centímetros (60 cm) del obstáculo.

Para la demarcación de uso de carril se utiliza leyendas y flechas de color blanco previendo los giros de tráfico e indicándole el sitio donde deben efectuarlos con las dimensiones indicadas en la figura 90.

La demarcación de líneas de pare se utiliza empleando una franja blanca continua de sesenta centímetros (60 cm) de ancho, que se extiende a través de todos los carriles con el mismo sentido de circulación.

Figura 90. Flechas en el pavimento



La demarcación de pasos peatonales consiste en una sucesión de líneas paralelas de cuarenta centímetros (40 cm) de ancho separadas entre sí cuarenta centímetros (40 cm) en forma paralela a los carriles de circulación.

Las marcas de bordillos y sardineles consiste en cubrir las caras con pintura amarilla.

- Uso inadecuado. Daños relacionados con la implementación inadecuada de uno o varios dispositivos cuya función no es la apropiada según los requerimientos de tráfico de tal manera que genera conflictos vehiculares y confusión a los usuarios de la vía.

Figura 91. Uso inadecuado de las flechas sobre el pavimento



Figura 92. Utilización de líneas de Pare en zonas de visibilidad limitada o en retrocesos excesivos



4.2.5 Ausencia del dispositivo. Corresponde a la inexistencia de las demarcaciones sobre el pavimento en conformidad con el estudio de tránsito y el plan de señalización.

Figura 93. Ausencia de la señalización horizontal



Figura 94. Ausencia de la señalización horizontal de las líneas centrales



Figura 95. Ausencia de la señalización horizontal de los bordes de calzada



La causa más frecuente se presenta por el deterioro avanzado de los materiales debido al desgaste de las llantas de los vehículos, actividades de mantenimiento en la señalización con periodicidad muy baja o por que aun no se dan inicio a las actividades de demarcación.

Tabla 11. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización horizontal

TIPO DE	ELEMENTO	GRADO DE	DEFINICIÓN
Estado de conservación (EC)	Pintura de tráfico (P)	Alta severidad	Desgaste parcial o total de la pintura
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Desgaste parcial o total de las microesferas
Deficiencias de los materiales (M)	Pintura de tráfico (P)	Alta severidad	Incumplimiento de los requisitos exigidos
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Incumplimiento de los requisitos exigidos
Deficiencias en la instalación (I)		Alta severidad	Pérdida prematura de los materiales sin tener en cuenta las limitaciones en la ejecución de las actividades de demarcación
Diseño deficiente (D)	Textos o símbolos (D)	Alta severidad	Implementación inadecuada de las señales
	Uso (U)	Alta severidad	Uso inadecuado de la señal horizontal
Ausencia del dispositivo (AU)	N/A	Alta severidad	Ausencia del dispositivo

4.3 DAÑOS EN LA SEÑALIZACIÓN DE VÍAS AFECTADAS POR OBRAS

4.3.1 Daños en el estado de conservación. Corresponden a los deterioros presentes en los materiales que constituyen los dispositivos verticales y de canalización de tráfico de la señalización de vía afectada por obra. Puede incluirse dentro de este tipo, los daños correspondientes al deterioro del tablero, material reflectivo, del texto o símbolo de la señal y de los materiales que constituyen los dispositivos de canalización de tráfico como barricadas, conos, delineadores tubulares, barreras plásticas flexibles y cintas plásticas.

- Tablero de las señales. Este tipo de daño se asocia a deterioros por doblez o pérdida parcial de la lámina cuya causa más frecuente es el impacto de vehículos o asociado a actos de vandalismo por lo tanto el grado de severidad es alto para este daño teniendo en cuenta que afecta los resultados de las pruebas de reflectividad y la efectividad de la señal.

Figura 96. Deformación del tablero de la señal



Figura 97. Deformación del tablero de la señal



- Material reflectivo. Corresponde al deterioro por pérdida parcial o total del material reflectivo cuyas causas más frecuentes se le atribuyen a los impactos por vehículos, manipulación y transporte inadecuado, cuando el material retrorreflectivo no se adhiere adecuadamente al tablero o por falta de mantenimiento y limpieza.

Teniendo en cuenta que el material reflectivo debe garantizar la percepción y la reacción adecuada de los usuarios de la vía en horas nocturnas y de condiciones atmosféricas adversas, este material no debe presentar pérdidas en los resultados de reflectividad por lo tanto el grado de severidad para este tipo de daño es alto.

Figura 98. Pérdida parcial del material reflectivo del tablero de la señal



- Texto o símbolos de las señales. Corresponde a la pérdida parcial o total de las letras, números o mensajes incluidos dentro de la señal asociada a las mismas causas de la pérdida del material reflectivo de tal manera que el grado de severidad definido para este tipo de daño es alto ya que la afectación parcial o total en este elemento disminuye la efectividad de la señal.

Figura 99. Pérdida total del texto, símbolos y orlas de la señal



- Barricadas. Los daños presentes en este dispositivo corresponden a:

Deterioro por deformaciones de las bandas o listones horizontales, de los caballetes o del tablero de la señal.

Figura 100. Deformación y desprendimiento de los listones de la señal



Figura 101. Pérdida parcial o total de los símbolos o textos de la señal.



- Conos, delineadores tubulares y barreras plásticas flexibles para canalización. Los deterioros asociados corresponden a:

Figura 102. Daños por pérdida parcial del material plástico.



Figura 103. Deterioro parcial o total del material reflectivo en conos



4.3.2 Deficiencias de los materiales. Corresponden a las deficiencias de uno, varios o todos los materiales que se utilizan para elaborar las señales y dispositivos de vías afectadas por obra. Se incluyen dentro de este tipo los relacionados con los materiales reflectivos y del tablero de la señal.

a) Tableros de las señales. Al igual que en las señales verticales, los materiales utilizados en la fabricación de señales de aproximación a obra deben cumplir con las mínimas especificadas teniendo en cuenta las condiciones de exposición a aguas marinas, atmosféricas severas y cambios bruscos de temperatura. Las causas más frecuentes son la deficiencia en la escogencia de materiales que cumplan con las especificaciones y normas vigentes; y falta de controles de calidad en el proceso constructivo, por lo tanto se define como de alto grado de severidad.

b) Material reflectivo. El material reflectivo empleado para la fabricación de señales verticales debe ser como mínimo tipo I o de características superiores. Para los demás dispositivos como barricadas, conos y delineadores tubulares deben ser elaboradas en lámina reflectiva blanca tipo III. Dado que se debe garantizar el paso seguro de los vehículos por zonas intervenidas por obras, considerando la seguridad de los peatones y de los trabajadores, especialmente en horas nocturnas, el deterioro del material reflectivo se define como de alta severidad.

4.3.3 Deficiencia en la instalación. Corresponde a las deficiencias en la ubicación lateral y longitudinal de las señales verticales preventivas, reglamentarias e informativas de aproximación a la obra asociadas a la disposición incorrecta de las señales a lo largo del alineamiento de la vía que pueden generar confusión, afectando las condiciones de visibilidad, de percepción y reacción de los usuarios de las vías

a) La primera señal de advertencia de la obra debe instalarse a cuatrocientos metros (400 m) antes de su inicio para carreteras y vías urbanas rápidas, y para las arterias o vías de menor jerarquía como mínimo se debe colocar a una distancia entre cien metros (100m) y doscientos metros (200 m).³⁵

b) Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deben disponerse teniendo en cuenta las restricciones y afectaciones de las obras sobre el tráfico vehicular, de tal manera que se debe analizar las limitaciones de la vía en cada caso en forma particular dependiendo de la magnitud de los trabajos

c) La disposición de las señales de aproximación deben instalarse correctamente según los lineamientos y esquemas para cada tipo de obra evitando generar confusión en los usuarios.

d) Las distancias de separación entre señales debe ser acorde a los lineamientos de los esquemas de intervención para evitar distancias muy pequeñas en las cuales el usuario centra su atención en la señalización y no en

³⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p.144.

las condiciones geométricas de la vía, caso contrario ocurre cuando la efectividad de la señalización se ve reducida en distancias de separación muy grandes.

e) Los dispositivos deben ubicarse con anterioridad al inicio de la obra, permanecer durante su ejecución y retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación.

f) Los dispositivos de canalización del tránsito como delineadores tubulares y conos deben delimitar el cerramiento de la vía con las separaciones máximas adecuadas cuyo valor no debe superar los cinco metros (5 m).³⁶

g) Revisión regular para asegurar la correcta ubicación y funcionamiento tanto de las señales de aproximación como de canalización como medida para la regulación del tránsito y brindar la seguridad vial requerida.

4.3.4 Diseño deficiente. Corresponden a los daños presentes en alguno, varios o todos los elementos que constituyen la señal vertical de aproximación o en los dispositivos de canalización. Puede incluirse dentro de este tipo los daños correspondientes al dimensionamiento y diseño incorrecto del tablero, formas, formas, colores y textos incluidos dentro de la señal y de los dispositivos de canalización. La causa común de este tipo de daño es el control inadecuado de las actividades de diseño y fabricación en planta.

a) Tablero, formas, colores y textos. El tipo de daño se asocia a la aplicación del diseño de la señal con el tamaño, dimensiones inferiores especificadas para las diferentes clases de señales.

Las señales preventivas tienen forma de rombo cuya dimensión de una de sus aristas no debe ser inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) o noventa centímetros (90 cm) para vías urbanas; y para carreteras y vías urbanas de alta velocidad la dimensión no debe ser inferior a noventa centímetros (90 cm) o un metro con veinte centímetros (1,20 m).³⁷

³⁶ *Ibíd.*, p. 153.

³⁷ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p.145.

Figura 104. Aplicación inadecuada de los colores para las señales temporales



Figura 105. Aplicación inadecuada de las formas para las señales temporales



Las señales reglamentarias tienen forma circular cuyo diámetro no debe ser inferior a setenta y cinco centímetros (75 cm) o noventa centímetros (90 cm) para vías urbanas; y para carreteras y vías urbanas de alta velocidad la dimensión no debe ser inferior a noventa centímetros o un metro con veinte centímetros.³⁸

³⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 146

Figura 106. Aplicación inadecuada de los símbolos y colores de la señal



El dimensionamiento de las señales informativas está supeditado al uso del texto incluido en ella cuya altura del alfabeto empleado no será inferior a veinte centímetros (20 cm).³⁹

Figura 107. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del texto y tablero



³⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Mayo de 2004. Bogotá D.C. p. 147.

Figura 108. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del texto y tablero



b) Barricadas. Estos dispositivos están formados por tres listones horizontales con una longitud de dos metros (2 m) a dos metros con cuarenta centímetros (2,40 m) y una altura mínima de veinte centímetros (20 cm) separadas entre sí a una distancia de veinte centímetros (20 cm). La altura total de la barricada no debe ser inferior a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m). Cada listón está formado por franjas de color alternado blanco y naranja de quince centímetros de ancho (15 cm) y una inclinación de cuarenta y cinco grados (45°).

Figura 109. Aplicación inadecuada del dimensionamiento y colores de la señal tipo barricada



Figura 110. Dimensionamiento y colores de la señal tipo barricada



- b) Cono. Los conos deben tener como mínimo una altura de cuarenta y cinco centímetros (45 cm) con dos bandas reflectivas de cinco centímetros de ancho (5 cm) separadas diez centímetros (10 cm).

Figura 111. Altura de los conos inferior a la mínima especificada y deterioro de las bandas reflectivas



Si la altura del cono supera los setenta centímetros el ancho de las bandas es de quince centímetros (15 cm) y de diez centímetros (10 cm) para la superior e inferior respectivamente.

d) Delineador tubular. Los delineadores deben tener una altura mínima de setenta centímetros (70 cm) y un diámetro entre siete centímetros (7 cm) y diez centímetros (10 cm) con tres bandas reflectivas de siete centímetros con cinco decimas (7,5 cm) separadas diez centímetros (10 cm) como mínimo.

e) Cintas plásticas. Se debe colocar como mínimo tres hiladas de cintas plásticas de demarcación entre delineadores tubulares.

1.3.1 *Ausencia del dispositivo.* Corresponde a la inexistencia de uno o varios dispositivos conforme con los esquemas de instalación de señales e incluidos en el plan de manejo de tráfico.

Los daños se encuentran asociados a la inexistencia de una, varias o todas las señales de aproximación al igual que los dispositivos de regulación de tráfico como barricadas, delineadores, conos y cintas plásticas de demarcación cuando las situaciones particulares en obras de construcción, rehabilitación o mantenimiento presenten condiciones especiales que afecten la circulación de vehículos y personas.

Figura 112. Ausencia de los dispositivos de canalización del tráfico



Figura 113. Ausencia de los dispositivos de canalización del tráfico



Tabla 12. Tipos de deterioros y grados de severidad en la señalización de vía afectada por obra

TIPO DE DAÑO	ELEMENTO	GRADO DE SEVERIDAD	DEFINICIÓN
Estado de conservación (EC)	Tablero (T)	Alta severidad	Doblez y pérdida parcial o total de la lámina
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Pérdida parcial o total del material reflectivo
	Textos o símbolos (D)	Alta severidad	Pérdida parcial o total de los símbolos, letras, números o mensajes incluidos dentro de la señal
Deficiencias de los materiales (M)	Tablero (T)	Alta severidad	Espesores de lámina inferiores a los mínimos exigidos
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Material reflectivo inferior al Tipo III
Deficiencias en la instalación (I)		Alta severidad	Ubicación lateral y longitudinal y disposición incorrecta de las señales a lo largo del alineamiento de la vía
Diseño deficiente (D)	Tablero (T) y textos, símbolos y colores (D)	Alta severidad	Aplicación inadecuada de las formas, colores y textos e igualmente con dimensiones del tablero inferiores a las mínimas exigidas
Ausencia del	N/A	Alta severidad	Ausencia de los dispositivos

4.4 DAÑOS EN LAS SEÑALES DE GUÍA

4.4.1 Daños en el estado de conservación. Para este tipo de daños se aplican los mismos criterios de las señales verticales. Corresponde a los daños presentes en uno, varios o todos los elementos que constituyen los delineadores de curva horizontal. Entre ellos se tiene el deterioro de la estructura de soporte, pinturas, elementos de fijación, tablero, soldadura, material reflectivo y el símbolo. La causa común de este tipo de daño es la falta de actividades de mantenimiento y conservación de la señal.

- Estructura de soporte. Al igual que en las señales verticales, la estructura de soporte se debe fabricar en ángulos de acero que conforman el poste, los brazos de soporte del tablero y el elemento de anclaje. Los daños presentes en estos elementos se asocian a la presencia de fisuras por traslajos o añadiduras y/o presencia de hormigueos que causan deterioro prematuro y pérdida de resistencia del material.
- Pintura. Este tipo de daño se presenta por la pérdida parcial o total de la pintura en uno o varios de los elementos de la estructura de soporte de la señal. La causa más frecuente para este tipo de deterioro es la utilización de material inadecuado por su baja resistencia por la exposición a condiciones atmosféricas severas.
- Elementos de fijación. Este tipo de daños corresponde a la pérdida de los presencia de oxidación en los remaches y tornillos de fijación del tablero a la estructura de soporte por la utilización de materiales que no toleran la exposición a condiciones atmosféricas severas.
- Tablero. Al igual que en las señales verticales, este tipo de daño se asocia a deterioro por doblez o pérdida parcial de la lámina cuya causa más frecuente es el impacto de los vehículos. El grado de severidad definido para este tipo de deterioro es de alta severidad ya que la afectación parcial o total en el tablero disminuye los resultados de reflectividad requerida y por lo tanto la señal no es efectiva en horas nocturnas y condiciones atmosféricas adversas.
- Soldadura. Este tipo de daño se asocia con la pérdida parcial o total del material causado por deficiencias en la ejecución del cordón de soldadura ocasionando la separación de los puntos de unión de los elementos de soporte de tal manera que se garantice la resistencia requerida para soportar el tablero y las cargas impuestas por el viento sobre la señal por lo tanto el grado de severidad definido para este deterioro es alto.

- Material reflectivo. Daños asociados a la pérdida parcial o total del material reflectivo de la señal. Las causas más frecuentes relacionadas con este deterioro se debe a agentes externos como impacto de vehículos o actos de vandalismo o por deficiencias en la fabricación cuando el material reflectivo no se adhiere adecuadamente sobre el tablero o la falta de actividades de mantenimiento y limpieza.

4.4.2 Deficiencias de los materiales. Corresponden a los daños presentes en alguno, varios o todos los materiales que se utilizan para fabricar la señal y aplica los mismos criterios para la señales verticales. Puede incluirse dentro de este tipo los daños por la deficiencia de las especificaciones técnicas del anclaje, estructura de soporte, pintura, elementos de fijación, tablero, soldadura y material reflectivo. Las causas más frecuentes son la deficiencia en la escogencia de materiales que cumplan con las especificaciones y normas vigentes o falta de controles de calidad en el proceso constructivo.

4.4.3 Deficiencia en la instalación. Corresponde a las deficiencias en la ubicación lateral, longitudinal y cumplimiento de la altura mínima de las los delineadores de curva horizontal y de canalización que pueden afectar las condiciones de visibilidad, de percepción y reacción de los usuarios de las vías. La causa más frecuente para este tipo de deterioro es la falta de control en obra durante las actividades de instalación o limitaciones por las condiciones topográficas de los terrenos adyacentes a la vía.

a) *Delineadores de curva horizontal*

- Ubicación lateral. Los delineadores deben instalarse a una distancia entre sesenta centímetros (60 cm) y un metro cincuenta centímetros (1,50 m) a partir del borde exterior del pavimento.

Figura 114. Distancia lateral inferior a la mínima especificada



- Ubicación longitudinal. Los delineadores de curva horizontal se instalaran en tramos de curva. Para determinar el espaciamiento máximo de los delineadores se tendrá en cuenta la tabla 13.

Tabla 13. Espaciamiento máximo de delineadores de curva horizontal⁴⁰

Radio de curvatura (m)	Espaciamiento máximo en curva (m)
15	8
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

- Altura. El delineador de curva debe colocarse a una altura no menor a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) medidos desde el borde del pavimento al borde inferior del tablero de la señal.

⁴⁰ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de señalización Vial: dispositivos para la regulación del tránsito en Calles, Carreteras y ciclorrutas. Bogotá D.C. Mayo de 2004. P. 187.

Figura 115. Altura de la señal inferior a la mínima especificada



b) *Delineadores de canalización.*

- Ubicación lateral. Deben instalarse en el centro del obstáculo tales como islas o separadores.
- Ubicación longitudinal. Deben instalarse al inicio del obstáculo.
- Altura. Deben instalarse a una altura no menor que cincuenta centímetros (50 cm) medidos desde la superficie del terreno hasta el borde inferior del tablero.

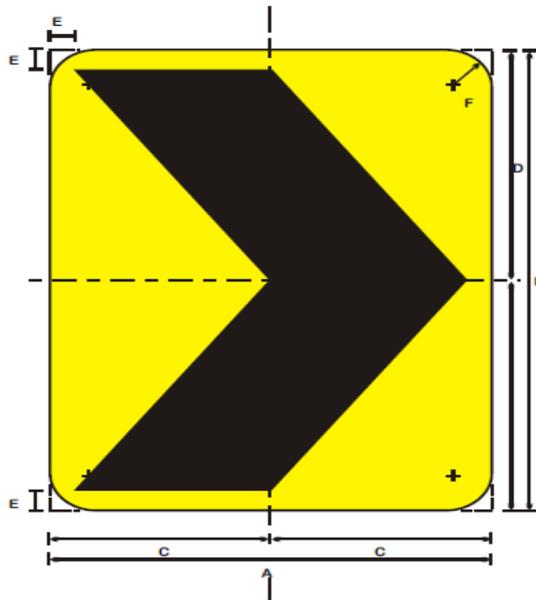
4.4.4 Diseño deficiente. Aplican los mismos criterios de las señales verticales para los daños presentes en los elementos de fijación y estructura de soporte a excepción del dimensionamiento y símbolos dentro del tablero de la señal. La causa común de este tipo de daño es el control inadecuado de las actividades de diseño y fabricación.

a) Dimensionamiento y símbolos. Los delineadores de curva horizontal son de forma rectangular con las dimensiones requeridas indicadas en la tabla 14 y en la figura 116.

Tabla 14. Dimensiones mínimas para los delineadores de curva horizontal⁴¹

TAMAÑO	DIMENSIONES (cm)					
	A	B	C	D	E	F
30 x 45	30	45	15	22,50	1,30	3,80
40 x 50	40	50	20	25	1,90	3,80
60 x 75	60	75	30	37,5	3,10	3,80

Figura 116. Dimensiones mínimas para los delineadores de curva horizontal



⁴¹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial. op. cit. p. 184.

Figura 117. Aplicación inadecuada del dimensionamiento del tablero y colores del delineador de curva horizontal



4.4.5 Ausencia del dispositivo. Corresponde a la inexistencia de los dispositivos conforme con el estudio de tránsito y el plan de señalización en los tramos que requieren la prevención de las condiciones peligrosas de la vía o de la restricción y prohibiciones en la operación de los vehículos. La causa más frecuente de este tipo de deficiencia es la falta de actividades de seguimiento, verificación y control de la instalación de las señales de acuerdo con los diseños propuestos. La deficiencia para este tipo de daño se relaciona como de alta severidad.

4.5 DAÑOS EN LOS REDUCTORES DE VELOCIDAD

4.5.1 Daños en el estado de conservación. Corresponden a los deterioros presentes en los materiales de la demarcación horizontal o elementos que constituyen los otros reductores de velocidad. Puede incluirse dentro de este tipo los asociados al desgaste de la pintura de tráfico o el material reflectante y pérdida por desprendimiento de uno o varios de los elementos que constituyen las bandas sonoras. La causa más frecuente incluye la deficiencia de las actividades de mantenimiento de la señalización horizontal y asociado al paso de los vehículos sobre los dispositivos.

Teniendo en cuenta que el uso de los reductores de velocidad obedece a la implementación de medidas convencionales que obliguen a los conductores a reducir la velocidad de operación por presencia permanente de peatones,

aproximación a sitios donde es necesario reducir la velocidad o por antecedentes de accidentalidad el grado definido para este tipo de daño en estos dispositivos se define como de alta severidad.

a) Líneas reductoras de velocidad. Corresponde a los daños por la pérdida parcial o total de la pintura de tráfico y del material reflectivo.

Figura 118. Pérdida parcial de la pintura de tráfico y reflectante de las líneas reductoras de velocidad



b) Resaltos. Los daños corresponden a la pérdida parcial o total de la pintura y del material reflectivo o deterioro gradual de los materiales que constituyen el resalto.

- Concreto. Este tipo de daño corresponde al desprendimiento del concreto que constituye la protuberancia del resalto y las asociadas a la exposición parcial de las barras de refuerzo.

c) Resalto virtual. Los daños corresponden por la pérdida parcial o total de la pintura de tráfico y del material reflectivo.

Figura 119. Pérdida parcial de la pintura de tráfico y reflectante del resalto virtual



4.5.2 Deficiencias en los materiales. Los requisitos para el diseño y aplicación de los materiales empleados en la demarcación de carreteras deben cumplir con los requisitos de calidad exigidos en las especificaciones y normas vigentes. Los daños asociados se asocian a la calidad deficiente del producto terminado en relación con el color y reflectividad.

4.5.3 Deficiencia en la instalación. Corresponde a las deficiencias presentadas por descascaramiento de los materiales de la demarcación horizontal. Las causas más frecuentes corresponden a la aplicación de los materiales sin tener en cuenta las limitaciones en la ejecución de los trabajos de demarcación y que los materiales no se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.

4.5.4 Diseño deficiente. Incluyen los daños correspondientes a la implementación incorrecta de dimensiones, diseño y colores e igualmente al uso inadecuado de que pueden generar confusión a los usuarios.

- Dimensiones, diseño y colores. La implementación de las líneas reductoras obedece a un espaciamiento logarítmico donde la separación y el número de líneas requeridas está en función de la diferencia entre la velocidad de operación de la vía y la velocidad requerida de restricción de acuerdo a las dimensiones indicadas en la tabla 15.

Por otra parte, cuando se construya un resalto, la altura máxima de la protuberancia debe ser de diez centímetros (10 cm) sobre el plano de la superficie del pavimento, en una longitud mínima de tres metros con setenta centímetros (3,70 m)

Los resaltos virtuales corresponde a la demarcación de un rectángulo sobre la superficie del pavimento de cuatro metros (4 m) de longitud a todo lo ancho de la vía que contiene franjas oblicuas de un metro (1 m) de ancho inclinadas cuarenta y cinco grados (45 °) de colores amarillo y blanco alternados.

Las bandas sonoras están constituidas por franjas de estoperoles cerámicos a todo el ancho de la calzada separados cada treinta centímetros en un ancho total de un metro con ochenta centímetros (1,80 m).

- Uso inadecuado. Daños relacionados con la implementación inadecuada de uno o varios dispositivos donde el estudio de tránsito no ha demostrado su conveniencia de tal manera que el dispositivo se convierte en un elemento generador de accidentes.

4.5.5 Ausencia del dispositivo. Corresponde a la inexistencia de las demarcaciones sobre el pavimento en conformidad con el estudio de tránsito. La causa más frecuente se presenta por el deterioro avanzado de los materiales, ausencia de las actividades de mantenimiento en la señalización o pérdida total de los estoperoles en las bandas reductoras de velocidad.

4.6 DAÑOS EN LOS DELINEADORES DE PISO

4.6.1 Daños en el estado de conservación. Corresponde a los daños por desprendimiento de los delineadores del pavimento o fragmentación del dispositivo asociado al desgaste por el impacto de las llantas de los vehículos. Teniendo en cuenta que estos dispositivos deben complementar las líneas de demarcación del pavimento para guiar al conductor en condiciones atmosféricas adversas y en circunstancias de humedad del pavimento, la presencia de daños en estos dispositivos se define como grado de alta severidad.

4.6.2 Deficiencias de los materiales. Daños correspondientes a la utilización inadecuada de tachas reflectivas que no cumplen con las normas y especificaciones vigentes.

4.6.3 Deficiencia en la instalación. Daños asociados a la instalación de dispositivos con espaciamientos incorrectos a lo largo del alineamiento y en la sección transversal de la vía.

Las tachas reflectivas deben colocarse con los espaciamientos adecuados dependiendo de su aplicación y uso en marcas longitudinales, en obstáculos, curvas peligrosas y tramos de alto riesgo de accidentalidad.

Estos dispositivos se instalan al lado izquierdo de las líneas que se complementan a una distancia de cinco centímetros (5 cm).

1.3.2 Diseño deficiente. Daños asociados a la implementación incorrecta de la forma, color, tamaño y uso de la tacha reflectiva.

Forma. Daños correspondientes a uso de tachas con aristas muy pronunciadas cuyo impacto es excesivamente fuerte. Las formas más adecuadas son las redondas, cuadradas o rectangulares con superficie lisa y cuya protuberancia no sea superior a dos centímetros con cinco decimas (2,5 cm).

Color y uso. Las deficiencias se asocian al uso de tachas con colores del material reflectivo diferentes a la demarcación que están complementando. Las tachas pueden ser blancas o amarillas para complementar las líneas de borde o eje

respectivamente; o en casos especiales donde se utiliza el color azul para aproximaciones a hospitales.

Tamaño. Deficiencias por la instalación de tachas cuya área superficial es inferior a la mínima de tal manera que no garantiza la adherencia al pavimento y disminuye su vida útil. El área de cada cara reflectiva debe cumplir como mínimo veinte centímetros cuadrados (20 cm^2) y un área superficial de setenta y cinco centímetros cuadrados (75 cm^2).

4.6.4 Ausencia del dispositivo. Corresponde a la inexistencia de los delineadores de piso por falta de actividades de intervención o por desprendimiento de los existentes por el tráfico vehicular.

Figura 120. Desprendimiento de la tacha reflectiva



4.7 DAÑOS EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN LATERAL

4.7.1 Daños en el estado de conservación. Daños asociados a pérdida o deterioro de uno o varios de los elementos que constituyen las defensas, elementos defectuosos y acumulación sucesiva de suciedad en los postes, vigas, captafaros y elementos de fijación. La causa más frecuente ocurre cuando el dispositivo es colisionado por vehículos que se salen de la vía y falta de actividades de mantenimiento periódico y rutinario.

Muchos de los accidentes involucran vehículos que se salen de la vía o colisionan con obstáculos peligrosos como postes y arboles.

El riesgo de este tipo de accidentes puede reducirse significativamente con el uso apropiado de defensas metálicas con todos sus elementos con un estado de conservación adecuado, para proteger contra accidentes severos a conductores y pasajeros de los vehículos, por lo tanto, este tipo de deterioro corresponde a uno de alta severidad.

- Postes o parales: Este tipo de daño se refiere a la ausencia o deterioro parcial o total por oxidación y deformación por flexión o torsión del poste de fijación.

Figura 121. Ausencia de los postes en las defensas metálicas



Figura 122. Deformación de los postes en las defensas metálicas



Figura 123. Deformación por torsión de los postes en las defensas metálicas



Figura 124. Deformación por flexión de los postes en las defensas metálicas



Figura 125. Oxidación de los postes en las defensas metálicas



- Defensa. Daños que corresponden a la ausencia de uno o varios tramos de defensa metálica o por oxidación o deformación parcial a lo largo del elemento debido a impactos de vehículos.

Figura 126. Ausencia de tramos de defensa metálica



Figura 127. Deformaciones en tramo de defensa metálica



Figura 128. Deformaciones en tramo de defensa metálica



Figura 129. Presencia de oxidación en tramos de defensa metálica



- Captafaros. Daños asociados al deterioro parcial o total del material reflectivo.

Figura 130. Deterioro parcial del material reflectivo del captafaros



Figura 131. Deterioro total del material reflectivo del captafaros



Figura 132. Ausencia de captafaros



- Elementos de fijación. Daños que corresponden a la ausencia o deterioro por oxidación en uno o varios elementos de fijación.

Figura 133. Ausencia de los elementos de fijación de la defensa metálica



Figura 134. Oxidación de los elementos de fijación de la defensa metálica



Figura 135. Utilización inadecuada de elementos de fijación en la defensa metálica



4.7.2 Deficiencias de los materiales. Utilización de materiales inadecuados que no cumplen con las características mínimas de resistencia a la flexión y recubrimiento adecuado que pueden ocasionar corrosión a lo largo del elemento.

La efectividad del dispositivo para la prevención de accidentes por salida de calzada depende de la utilización de materiales con las características de resistencia requeridas, por lo tanto las deficiencias presentes se definen como de alto grado de severidad.

- ✓ Postes de fijación: Pueden ser perfiles estructurales de acero o perfiles de lámina de hacer en U o I en frío o caliente, galvanizados por inmersión en zinc y deben cumplir con las características que cumplan con las normas ASTM A36.
- ✓ Defensa. Perfil W con una tensión mínima a la rotura de tracción de cuarenta y nueve kilogramos por milímetro cuadrado (19kg/mm^2) y límite de fluencia mínimo de treinta y cinco kilogramos por milímetro cuadrado (35kg/mm^2).
- ✓ Captafaros. Se debe utilizar lamina de acero laminado en frío, galvanizada, calibre 22 revestida con una capa de zinc mediante proceso de inmersión.
- ✓ Reflectivo. Los captafaros en vías de doble sentido de circulación deberán tener reflectivo en ambas caras como mínimo lamina reflectiva tipo III o de características superiores.
- ✓ Elementos de fijación. Se utilizan para empalme tramos sucesivos de defensa y de unión de la lámina al poste que presentaran una resistencia mínima a la rotura por un valor no inferior a cuarenta y seis kilogramos por milímetro cuadrado (46kg/mm^2). Para la unión entre tramos de defensa se utiliza tornillos de dieciséis milímetros (16mm) de diámetro y treinta y dos milímetros (32mm) de longitud con cabeza plana.

Los tornillos de unión de la lámina al poste serán de dieciséis milímetros (16mm) de diámetro y longitud variable según el poste a utilizar con arandelas de espesor no inferior a cuatro milímetros y ocho décimas (4.8mm) con agujero alargado.

4.7.3 Deficiencias en la instalación. Las deficiencias asociadas a la instalación de defensas metálicas sin tener en cuenta las distancias y alturas mínimas, separación máxima entre postes, longitudes mínimas de defensa y de empotramiento del poste al suelo se definen como de alto grado de severidad. La causa más frecuente ocurre por falta de control de la ejecución de las actividades en obra.

Los postes deben ser colocados a una distancia mínima de noventa centímetros (90 cm) medidos desde el borde del pavimento con una separación máxima de tres metros con ochenta centímetros (3.80 m). y una profundidad mínima de empotramiento no inferior a un metro con veinte centímetros (1.20 m).

Figura 136. Distancia lateral inferior a la mínima especificada



La defensa se fija en los postes a una altura que debe oscilar entre los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) y cincuenta y cinco (55 cm) por encima de la superficie de la calzada.

Figura 137. Altura de defensa metálica superior a la máxima especificada



Figura 138. Altura de defensa metálica inferior a la mínima especificada



4.7.4 Deficiencias en el diseño. Este tipo de deficiencias se refieren al dimensionamiento inadecuado de los elementos que constituyen la defensa metálica, en cuanto a longitudes, espesores y dimensiones de los postes, vigas o defensas y captafaros.

4.7.5 Ausencia del dispositivo. Asociado a la inexistencia del dispositivo conforme a lo establecido en los planos del proyecto. Muchos accidentes involucran vehículos que se salen de la vía cuyo resultado puede reducirse con la utilización de defensas metálicas.

Tabla 16. Tipos de deterioros y grados de severidad en las defensas metálicas

TIPO DE DAÑO	ELEMENTO	GRADO DE SEVERIDAD	DEFINICIÓN
Estado de conservación (EC)	Postes (P)	Alta severidad	Deterioro parcial o total por oxidación y/o deformación por flexión o torsión
	Vigas (V)	Alta severidad	Deterioro parcial o total por oxidación y/o deformación del elemento
	Captafaros (C)	Alta severidad	Deterioro parcial de la lámina que constituye el captafaro
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Deterioro parcial o total del material reflectivo
	Elementos de fijación (EF)	Alta severidad	Deterioro por oxidación de los elementos de fijación
Deficiencias de los materiales (M)	Postes (P)	Alta severidad	Resistencia inferior a la mínima exigida
	Vigas (V)	Alta severidad	Resistencia a la tracción inferior a la mínima exigida
	Captafaros (C)	Alta severidad	Calibre inferior al mínimo exigido
	Material reflectivo (MR)	Alta severidad	Reflectivo inferior al Tipo III
	Elementos de fijación (EF)	Alta severidad	Resistencia al rotura inferior a la mínima exigida
Deficiencias en la instalación (I)	Distancia lateral (DL)	Alta severidad	Distancia inferior a la mínima exigida
	Altura (A)	Alta severidad	Altura inferior a la mínima exigida
Diseño deficiente (D)	Postes (P)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas exigidas
	Vigas (V)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas exigidas
	Captafaros (C)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas exigidas
	Elementos de fijación (EF)	Alta severidad	Dimensiones inferiores a las mínimas exigidas
Ausencia del dispositivo (AU)	N/A	Alta severidad	Ausencia del dispositivo

4.8 ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL

El estado de la infraestructura reviste aspectos relacionados con los dispositivos de señalización así como también, las condiciones de visibilidad teniendo en cuenta la aplicación de dichos criterios en los alineamientos geométricos y el estado de mantenimiento de las zonas laterales en el derecho de vía por la presencia de obstáculos, por lo tanto, se debe garantizar las condiciones de visibilidad y de operación vehicular segura tanto en su alineamiento en planta, perfil y a lo largo de la sección transversal.

4.8.1 Condiciones de visibilidad. La visibilidad es importante no solo para el conductor, sino para los otros usuarios de la vía, existen muchas situaciones donde una buena visibilidad es particularmente importante y puede ser afectada adversamente por obstrucciones como la presencia de obstáculos al lado de la vía que tiene dos implicaciones en materia de seguridad vial.

La primera es el peligro potencial de colisión, y la segunda es la obstrucción de la visibilidad.

Los problemas surgen donde los obstáculos son movibles, bien sea debido a su naturaleza, como árboles o proliferaciones de roca, o porque se las necesita en lugares específicos, como las señales verticales u otros dispositivos viales; otro problema es el crecimiento de la vegetación por obstrucción de la visibilidad en señales y de otros dispositivos de seguridad vial

Figura 139. Obstrucción de la visibilidad de las señales por crecimiento de la vegetación.



Figura 140. Obstrucción de la visibilidad por crecimiento de la vegetación



Otro factor que afecta las condiciones de visibilidad y de la seguridad vial son los relacionados con la geometría de la vía, de tal manera que, la distancia de visibilidad depende de la velocidad de aproximación del vehículo y de las alturas estimadas de los ojos del observador y del objeto. Este criterio se incluye por varios motivos uno es el de incluir dentro del diseño geométrico una distancia de parada segura e incluir una distancia para maniobrar, en la que un conductor tal vez no pueda parar, pero pueda tener tiempo suficiente para maniobrar alrededor de un obstáculo.

Esta distancia es la mínima para que el conductor regular de un vehículo, marchando a la velocidad de operación, pueda detenerse antes de llegar a un objeto fijo que aparece de improviso en su línea de circulación. En ningún punto de la carretera la distancia de visibilidad debe ser menor que la distancia de frenado.⁴²

Cuando influye la pendiente se debe considerar las correcciones aditivas para la determinación de la longitud de frenado⁴³.

Otro factor de diseño geométrico que afecta la visibilidad se refiere al criterio de seguridad para el perfil de la vía es el que establece una longitud mínima que

⁴² BRAVO, Paulo Emilio. Diseño de carreteras: Técnica y análisis del Proyecto. Sexta edición. Popayán. 1993. p. 199.

⁴³ *Ibíd.*, p. 201.

debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento.⁴⁴

La aplicación de estos criterios de evaluación del estado de la infraestructura en relación con la geometría aplica cuando se ha evaluado previamente que las actividades de mantenimiento o intervención sobre los dispositivos de seguridad vial no han sido suficientes para la disminución de los accidentes y por lo tanto se requiere intervenciones para mejorar las condiciones de visibilidad en el alineamiento en curva o perfil mediante el mejoramiento de curvas, incremento del valor del radio de curvatura, de la rampa de peraltes y espiralización del tramo.

4.8.2 Sección transversal de la vía. La seguridad vial se encuentra ligada a todos y cada uno de los elementos que conforman un camino, de manera que cada vez que se interviene sobre ella debe considerarse las implicancias de esa acción sobre la seguridad vial.

Las bermas desniveladas es un claro ejemplo de elementos que atentan seriamente contra la seguridad de los usuarios, asociado a la pérdida del control del vehículo en los alineamientos rectos o en tramos en curva, cuyo caso es más crítico, “no debe existir desnivel entre la berma y el carril de circulación adyacente,”⁴⁵

Por otra parte, la ausencia de senderos o espacios de circulación peatonal a lo largo de la carretera genera incidentes por atropellamiento de peatones, por lo tanto, en zonas rurales próximas a zonas escolares, áreas de servicio o bahías de estacionamiento se debe garantizar un ancho mínimo para el flujo de personas.⁴⁶

Los niveles a lo largo de la sección transversal de las secciones en curva deben garantizar los peraltes adecuados para el desarrollo de las velocidades específicas del tramo, por lo tanto es necesario asignar el peralte que debe tener dicha curva para que con su Radio permita que los vehículos puedan circular con plena seguridad a la Velocidad Específica, “el principio fundamental de que cuando un vehículo recorre una trayectoria curva la compensación de la fuerza centrífuga es realizada fundamentalmente por el peralte de la calzada y cuando el peralte ya

⁴⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de diseño Geométrico de Carreteras. 2008. p. 136.

⁴⁵ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de diseño Geométrico de Carreteras. 2008. p. 153

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 165.

resulta insuficiente, completa lo requerido para la compensación de la fuerza centrífuga demandando fricción transversal.”⁴⁷

4.8.3 Criterios de velocidad del tramo. En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

Para tener en cuenta en el diseño esta actitud de relativa indisciplina de los conductores es necesario dimensionar los elementos geométricos, curvas y entretangencias en planta y perfil, en forma tal que puedan ser recorridos con plena seguridad a la velocidad máxima más probable con que sería abordado cada uno de dichos elementos geométricos.

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 y no superen esta velocidad en más de veinte kilómetros por hora.⁴⁸

⁴⁷ *Ibíd.*, p. 105.

⁴⁸ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de diseño Geométrico de Carreteras. 2008. p. 39.

5. CAPTURA DE INFORMACIÓN

Para Capturar los datos correspondientes al tipo de daño y severidad de los dispositivos de seguridad vial durante la inspección visual, se desarrolla un formato como se indica en la figura 141 denominado formato de inspección.

Este formato captura la información de campo de todas las deficiencias y de cada uno de los deterioros en una forma ordenada y detallada. A continuación se describe cada una de las partes:

5.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Corresponde a la información general de la vía como el nombre, código, si pertenece a una concesión o un corredor de mantenimiento integral, fecha y responsable de las actividades, al igual que las referencias en kilómetros o PR de referencia de inicio y final del tramo de análisis.

En esta parte se incluye los cuadros de referencia para el número de hoja correspondiente, versión y formatos para seguimiento en el sistema de Gestión de Calidad.

5.2 INFORMACIÓN DE LAS DEFICIENCIAS Y DETERIOROS

Corresponde a la información sobre las deficiencias, daños y deterioros encontrados en campo. En esta sección se registra el tipo de deficiencia y el deterioro respectivo. Se debe enfatizar que se puede presentar una o varias deficiencias a lo largo del estudio en los puntos o tramos de análisis, cuya información debe registrarse con una separación de no mayor a quinientos metros (500 m) y con una frecuencia tal que permita su fácil verificación.

La información se registra para cada dispositivo cuyo formato está en función de los diferentes deterioros y deficiencias definidas en el capítulo 4 de este documento.

Tabla 17. Convenciones de las deficiencias y daños en la señalización vertical

SEÑALIZACIÓN VERTICAL																
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS												GRADO DE SEVERIDAD		
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)	
Estado de conservación	EC	N/A	Estructura de soporte	Pinturas	Elementos de fijación	Tablero	Soldadura	Material reflectivo	Textos o símbolos	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Materiales	MAT	Anclaje	Estructura de soporte	Pinturas	Elementos de fijación	Tablero	Soldadura	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Ubicación lateral	Ubicación longitudinal	Altura	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Diseño	DIS	N/A	Estructura de soporte	N/A	Elementos de fijación	Tablero	N/A	N/A	Textos o símbolos	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Ausencia del dispositivo	AU	AU														

Tabla 18. Convenciones de las deficiencias y daños en la señalización horizontal

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL																
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS											GRADO DE SEVERIDAD			
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)	
Estado de conservación	EC	N/A	N/A	Pinturas	N/A	N/A	N/A	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Materiales	MAT	N/A	N/A	Pinturas	N/A	N/A	N/A	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Diseño	DIS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Dimensiones colores	N/A	N/A	N/A	N/A	Uso	Baja severidad	Alta severidad
Ausencia del dispositivo	AU	AU														

Tabla 19. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en la señalización de carreteras afectadas por obras

SEÑALIZACIÓN DE CARRETERAS AFECTADAS POR OBRAS															
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS												GRADO DE SEVERIDAD	
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)
Estado de conservación	EC	N/A	N/A	N/A	N/A	Tablero	N/A	Material reflectivo	Textos o símbolos	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Materiales	MAT	N/A	N/A	N/A	N/A	Tablero	N/A	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Altura	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Diseño	DIS	N/A	N/A	N/A	N/A	Tablero	N/A	N/A	Textos o símbolos	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Ausencia del dispositivo	AU	AU													

Tabla 20. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en las señales de guía

SEÑALES DE GUÍA																
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS												GRADO DE SEVERIDAD		
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)	
Estado de conservación	EC	N/A	Estructura de soporte	Pinturas	Elementos de fijación	Tablero	Soldadura	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Materiales	MAT	Anclaje	Estructura de soporte	Pinturas	Elementos de fijación	Tablero	Soldadura	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Ubicación lateral	Ubicación longitudinal	Altura	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Diseño	DIS	N/A	Estructura de soporte	N/A	Elementos de fijación	Tablero	N/A	N/A	Textos o símbolos	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Ausencia del dispositivo	AU	AU														

Tabla 21. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en los reductores de velocidad

REDUCTORES DE VELOCIDAD																
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS												GRADO DE SEVERIDAD		
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)	
Estado de conservación	EC	N/A	N/A	Pinturas	N/A	N/A	N/A	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Materiales	MAT	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Diseño	DIS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Dimensiones colores	N/A	N/A	N/A	N/A	Uso	Baja severidad	Alta severidad
Ausencia del dispositivo	AU	AU														

Tabla 22. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en los delineadores de piso

DELINEADORES DE PISO																
DEFICIENCIA CONVENCIONES		TIPO DE DAÑOS											GRADO DE SEVERIDAD			
		A	ES	P	EF	T	S	MR	D	ULA	ULO	AL	U	(BS)	(AS)	
Estado de conservación	EC	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Material reflectivo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Materiales	MAT	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Ubicación lateral	Ubicación longitudinal	N/A	N/A	Baja severidad	Alta severidad	
Diseño	DIS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Dimensiones colores	N/A	N/A	N/A	Uso	Baja severidad	Alta severidad	
Ausencia del dispositivo	AU	AU														

Es necesario registrar la localización de la deficiencia y el daño en el dispositivo entendiendo como una sección transversal (costado izquierdo, eje o costado derecho) con las siguientes convenciones:

- I: Costado izquierdo.
- D: Costado derecho.
- E: Eje de calzada.
- C: calzada completa únicamente para los dispositivos que se localizan a todo lo largo de la sección transversal.

Se debe identificar y diferenciar el costado izquierdo del costado derecho teniendo en cuenta el sentido del abscisado de la vía.

Con respecto a las deficiencias presentes en los dispositivos de seguridad vial, esta información se registra en las casillas correspondientes al tipo de deficiencia e identificando cada uno de sus daños, de tal manera que se debe registrar obligatoriamente el tipo de deterioro según las convenciones previamente citadas.

En la casilla de observaciones se registran los detalles adicionales encontrados durante la inspección o recomendaciones para facilitar las actividades de verificación.

Con el fin de ilustrar el procedimiento de captura de información se emplea un ejemplo detallando cada parte del formato.

En la parte superior se ingresa los datos correspondientes al proyecto o la vía en estudio:

Figura 142. Diligenciamiento de los formatos de captura de información (Información general del proyecto)

		CODIGO: <u>ME-FC-SV-01</u>	
		VERSION: <u>cero</u>	
		FECHA: <u>2010</u>	
UNIVERSIDAD DE NARIÑO			
FACULTAD DE INGENIERIA			
POSGRADO EN INGENIERIA DE CARRETERAS			
MODELO DE EVALUACION DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL			
FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACION			
Nombre de la vía:	<u>Ipiales - Pasto</u>	Tramo: <u>25</u>	Ruta: <u>01</u>
Fecha:	<u>Marzo de 2009</u>	PR inicial: <u>5+100</u>	PR final: <u>5+400</u>
			Hoja: <u>1</u> de <u>1</u>
Proyecto:	<u>Modelo de evaluación de los dispositivos de seguridad vial</u>		
Contrato No.	<u>N/A</u>	Contratante:	<u>N/A</u>
		Contratista:	<u>N/A</u>
Elaboró:	<u>Ing. Luis Merino</u>	Cargo:	<u>N/A</u>

En la parte inferior del formato se registran las deficiencias y daños presentes en el tramo vial. Para mostrar el registro de los daños en el formato se toma como ejemplo los siguientes daños presentes en la señalización vertical:

Desde el PR 5+100 al PR 5+200 existen tres (3) señales verticales que presentan los siguientes daños:

- La señal vertical No. 1 presenta deficiencias en el estado de conservación tanto de los elementos de fijación, soldadura y material reflectivo; deficiencias en los materiales de la pintura, elementos de fijación y tablero; deficiencias en la instalación por ubicación lateral y longitudinal; deficiencias en el diseño tanto de la estructura de soporte como de los elementos de fijación.
- La señal vertical No. 2 presenta deficiencias es el estado de conservación y de los materiales de todos los elementos, igualmente presenta deficiencias en la instalación tanto de la ubicación lateral, longitudinal y altura; y deficiencias en el diseño de todos sus elementos.
- La señal vertical No. 3 no presenta ninguna deficiencia.
- Mediante la inspección visual se observa la ausencia de una señal vertical de advertencia de peligro.

Figura 144. Diligenciamiento de los formatos de captura de información (Reporte de daños)

PR	TIPO DISPOSITIVO	CI	EJE	CD	DEFICIENCIA																	OBSERVACIONES	
					EC					MAT					INS			DIS					AU
					DAÑO					DAÑO					DAÑO			DAÑO					
ES	P	EF	T	S	MT	D	A	ES	P	EF	T	S	MR	ULA	ULO	AL	ES	EF	T	D	U		
5+400	SV	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SV	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5+300	SV	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	SV	X																					
	SV			X																			
5+200	SV			X																			
	SV	X																				X	Falta SP-01
	SV	X																					
	SV			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5+100	SV			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Como complemento de la inspección visual existen casillas adicionales para anotar las aclaraciones y comentarios frente a cada uno de los dispositivos

Así mismo, se tienen los formatos de captura de información para los dispositivos de protección lateral y de las condiciones geométricas de la vía tanto en su sección transversal como de su alineamiento.

Al igual que en el formato anterior, se cuenta el cuadro de la información general del proyecto y de referencias para implementar en el sistema de gestión de calidad.

La información sobre la captura de las deficiencias presentes en los dispositivos de protección lateral se registra en la sección correspondiente a tipo de deterioro según las siguientes convenciones:

Tabla 23. Convenciones de las deficiencias y daños presentes en las defensas metálicas

DEFENSAS METÁLICAS								
DEFICIENCIA	CONVENCIONES	TIPO DE DAÑOS						
		P	V	C	MR	EF	ULA	AL
SEÑALES VERTICALES								
Estado de conservación	EC	Postes o parales	vigas	Captafaros	Material reflectivo	Elementos de fijación	N/A	N/A
Materiales	MAT	Postes o parales	vigas	Captafaros	Material reflectivo	Elementos de fijación	N/A	N/A
Instalación	INS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Distancia lateral	Altura
Diseño	DIS	Postes o parales	vigas	Captafaros	Material reflectivo	Elementos de fijación	N/A	N/A
Ausencia del dispositivo	AU	AU						

Con respecto a las deficiencias presentes en estos dispositivos, esta información se registra en las casillas correspondientes al tipo de deficiencia e identificando cada uno de sus daños, de tal manera que se debe registrar obligatoriamente el tipo de deterioro según las convenciones previamente citadas e igualmente con los mismos lineamientos que los otros dispositivos.

Para mostrar el registro de los daños en el formato se toma el siguiente ejemplo:

Desde el PR 5+100 al PR 5+400 existen tres curvas circulares simples, dos (2) deflexiones derechas y una deflexión izquierda, en la primera curva se encuentra instalada una defensa metálica de veinticinco metros (25 m) de longitud con los siguientes deterioros:

Defensa metálica ubicada en el PR 5+125 a PR 5+150 que presenta deformación de una viga y de un poste o paral con inclinación transversal de todo el dispositivo.

Figura 145. Deterioro 1: Deformación de la viga de la defensa metálica



Figura 146. Deterioro 2: Deformación del poste o paral de la defensa



En la siguiente curva se encuentra instalada la segunda defensa metálica localizada en el PR 5+220 al PR 5+232 de doce metros (12 m.) de longitud con deformación de varios tramos de defensa y parales, y ausencia de elementos de fijación entre tramos y de unión de esta al poste

Figura 147. Deterioro 1: Deformación de tramos de defensa



Figura 148. Deterioro 2: Ausencia de elementos de fijación



Figura 149. Deterioro 3: Unión deficiente entre la defensa y el poste



Finalmente, en la tercera curva localizada en el PR 5+320 no se encuentra instalado ningún dispositivo de protección lateral que impida la salida repentina de los vehículos que transitan por la vía.

Figura 150. Deterioro 1: Ausencia de la defensa metálica



Por lo tanto para el ejemplo del caso se tiene registrados los daños en el formato de captura tal como lo indica la figura 151.

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de las actividades de recolección de información se debe iniciar el proceso de análisis y reporte de resultados para generar un informe con el fin de establecer el estado de conservación de la superestructura en relación con los dispositivos de seguridad vial.

Se debe iniciar con la agrupación de las deficiencias tanto por el tipo de daño y deterioro en cada uno de los dispositivos. De tal manera que se establece el tipo de daño más frecuente y su afectación dentro del punto crítico o tramo vial.

El procedimiento incluye la clasificación de cada deficiencia y su porcentaje de afectación de los daños en cada uno de los dispositivos, es decir, el porcentaje de daño de cada dispositivo es la suma de los porcentajes de deterioro presentes en la evaluación de cada elemento.

Para ello se debe procesar la información general del tramo y los porcentajes de afectación de cada deficiencia teniendo en cuenta el peso de cada daño y su severidad, así que el porcentaje de afectación es directamente proporcional a los daños presentes en relación con el total de daños por evaluar.

Es decir que si se necesita evaluar el porcentaje de afectación del estado de conservación de los dispositivos, es necesario registrar todos los daños presentes y dividir este valor entre el número total de daños dentro de esta misma deficiencia.

Este mismo procedimiento se debe realizar para todos y cada uno de los deterioros presentes en los dispositivos de seguridad vial y registrar tal como se indica en la tabla 24.

Tabla 24. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en el estado de conservación de los dispositivos de seguridad vial.

No. TRAMO	PR inicial	PR final	No Dispositivos	EC								No. TOTAL DE DAÑOS	%
				S	P	E	T	S	MT	D			
TR1	5+100	5+200	4	-	-	X	-	X	X	-		3	43%
				X	X	X	X	X	X	X		7	100
				-	--	-	-	-	-	-		0	0%
				-	-	-	-	-	-	-		0	0%
Número total de daños				1	1	2	1	2	2	1			
Número total de daños por deficiencia				10									
Porcentaje de afectación por tipo de				10	10	20	10	20	20	10			
Porcentaje de afectación por deficiencia				36%									
TR2	5+200	5+300	3	-	-	-	-	-	-	-		0	0%
				-	-	-	-	-	-	-		0	0%
				-	-	-	-	-	-	-		0	0%
Número total de daños				0	0	0	0	0	0	0			
Número total de daños por deficiencia				0									
Porcentaje de afectación por tipo de				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%			
Porcentaje de afectación por deficiencia				0%									
TR3	5+300	5+400	3	X	X	X	X	X	X	X		7	100
				X	X	X	X	X	X	X		7	100
				X	X	X	X	X	X	X		7	100
Número total de daños				3	3	3	3	3	3	3			
Número total de daños por deficiencia				21									
Porcentaje de afectación por tipo de				14	14	14	14	14	14	14			
Porcentaje de afectación por deficiencia				100%									

Para mostrar la forma como se registran los datos se toma como ejemplo el tramo TR1 (PR 5+100 al PR 5+200). En primer lugar, se calcula el porcentaje de afectación del tramo debido a la presencia de uno o varios daños en el estado de conservación del dispositivo:

En la señal vertical No. 1 existen tres daños (Elementos de fijación, soldadura y material reflectivo) cuyo peso porcentual es igual a la división entre este número de daños y el total de daños que se pueden presentar en esta deficiencia, de tal manera que:

$$\% (\text{dispositivo por daño}) = \frac{\text{Daños presentes en el dispositivo}}{\text{número de daños por deficiencia}} \times 100$$

Donde % es el porcentaje de afectación por daños en el dispositivo, por lo tanto el resultado es igual a:

$$\% (SV1 - EC) = \frac{3}{7} \times 100 = 42.86 \% \cong 43\%$$

Análogamente se puede determinar el valor de la afectación para las demás señales, así:

Para la señal vertical No. 2:

$$\% (SV2 - EC) = \frac{7}{7} \times 100 = 100 \%$$

Señal vertical No. 3:

$$\% (SV3 - EC) = \frac{0}{7} \times 100 = 0 \%$$

Posteriormente se procede a realizar la sumatoria de cada tipo de daño presente en todas las deficiencias, además se calcula la cantidad total de daños por tipo de deficiencia y su porcentaje de afectación dentro del tramo inspeccionado mediante la relación de Número total de daños entre el número total de dispositivos.

En el ejemplo planteado se tiene que para los tres (3) dispositivos del tramo TR1 (5+100 a 5+200), uno de ellos tienen daños en la estructura de soporte, un daño en la pintura, dos en los elementos de fijación, uno en el tablero, dos en la soldadura, dos en el material reflectivo y uno en el diseño de los textos, para un total de diez (10) daños en este tramo que es el número total o la sumatoria de los daños individuales para cada señal.

De tal manera que el porcentaje de afectación por deficiencia será igual a:

$$\% (\text{deficiencia}) = \frac{\Sigma (\text{daños presentes en los dispositivos})}{\text{número de daños evaluados por deficiencia}}$$

Donde %(deficiencia) es el porcentaje de afectación por deficiencia en el dispositivo, por lo tanto el resultado es igual a:

$$\% (EC) = \frac{10}{28} = 35.71 \% \cong 36 \%$$

El porcentaje de afectación en el punto crítico o tramo de análisis se calcula con la sumatoria de los porcentajes de afectación en cada una de las deficiencias por su peso en relación con el total de deficiencias evaluadas.

$$\%(tramo) = \sum (\% \text{ afectación de las deficiencias} \times \text{peso porcentual})$$

Donde % (tramo) es el porcentaje de afectación del tramo, de tal manera que en el ejemplo del caso, se tiene:

$$\%(tramo) = (0.20 \times 36\%) + (0.20 \times 36\%) + (0.20 \times 42\%) + (0.2 \times 30\%) + (0.20 \times 25\%)$$

$$\%(PR 5 + 100 \alpha PR 5 + 200) = 33.62 \% \cong 34 \%$$

Para calcular el porcentaje de afectación de todas las deficiencias en cada uno de los dispositivos se debe tener en cuenta el peso de cada deficiencia, así que el porcentaje de afectación es directamente proporcional a los porcentajes de deficiencias presentes en relación con el total de deficiencias evaluadas.

$$\% (Dispositivo) = \sum (\% \text{ de incidencia} \times \% \text{ daño en el dispositivo})$$

Donde %(dispositivo) es el porcentaje de afectación total en el dispositivo teniendo en cuenta las diferentes deficiencias, por lo tanto el resultado es igual a:

$$\begin{aligned} \%(SV1) &= (0.25 \times 43\%) + (0.25 \times 43\%) + (0.25 \times 67\%) + (0.25 \times 40\%) \\ \%(SV1) &= 48.10 \% \cong 48 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%(SV2) &= (0.25 \times 100\%) + (0.25 \times 100\%) + (0.25 \times 100\%) + (0.25 \times 80\%) \\ \%(SV2) &= 95.00 \% \cong 95 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%(SV3) &= (0.25 \times 0\%) + (0.25 \times 0\%) + (0.25 \times 0\%) + (0.25 \times 0\%) \\ \%(SV3) &= 0.00 \% \cong 0 \% \end{aligned}$$

Este valor del porcentaje de afectación, se debe calcular para cada uno de los dispositivos y deficiencias teniendo en cuenta que el valor porcentual en peso para cada uno de los daños es directamente proporcional al número de daños según se indica en la tabla 25.

Tabla 25. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en los materiales de los dispositivos de seguridad vial.

No. TRAMO	PR inicial	PR final	No Dispositivos	M							NO. TOTAL DE DAÑOS	%
				A	ES	P	EF	T	S	MR		
TR1	5+100	5+200	4	-	X	X	X	-	-	-	3	43
				X	X	X	X	X	X	X	7	100
											0	0%
				-	-	-	-	-	-	-	0	0%
Número total de daños				1	2	2	2	1	1	1		
Número total de daños por deficiencia				10								
Porcentaje de afectación por tipo de				10	20	20	20	10	10	10		
Porcentaje de afectación por				36%								
TR2	5+200	5+300	3								0	0%
											0	0%
											0	0%
Número total de daños				0	0	0	0	0	0	0		
Número total de daños por deficiencia				0								
Porcentaje de afectación por tipo de				0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
Porcentaje de afectación por				0%								
TR3	5+300	5+400	3	X	X	X	X	X	X	X	7	100
				X	X	X	X	X	X	X	7	100
				X	X	X	X	X	X	X	7	100
Número total de daños				3	3	3	3	3	3	3		
Número total de daños por deficiencia				21								
Porcentaje de afectación por tipo de				14	14	14	14	14	14	14		
Porcentaje de afectación por				100%								

Tabla 26. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en la instalación de los dispositivos de seguridad vial.

No. TRAMO	PR inicial	PR final	No Dispositivos	I			No. TOTAL DE DAÑOS	%
				ULA	ULO	AL		
TR1	PR 5+100	PR 5+200	4	X	X	-	2	67%
				X	X	X	3	100
							0	0%
				-	-	-	0	0%
Número total de daños				2	2	1		
Número total de daños por deficiencia				5				
Porcentaje de afectación por tipo de daño				40	40	20		
Porcentaje de afectación por deficiencia				42%				
TR2	PR 5+200	PR 5+300	3				0	0%
							0	0%
							0	0%
Número total de daños				0	0	0		
Número total de daños por deficiencia				0				
Porcentaje de afectación por tipo de daño				0%	0%	0%		
Porcentaje de afectación por deficiencia				0%				
TR3	PR 5+300	PR 5+400	3	X	X	X	3	100
				X	X	X	3	100
				X	X	X	3	100
Número total de daños				3	3	3		
Número total de daños por deficiencia				9				
Porcentaje de afectación por tipo de daño				33	33	33		
Porcentaje de afectación por deficiencia				100%				

Tabla 27. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias en el diseño de los dispositivos de seguridad vial.

No. TRAMO	PR inicial	PR final	No Dispositivos	D					No. TOTAL DE DAÑOS	%
				ES	EF	F	D	D		
TR1	PR 5+100	PR 5+200	4	X	X	-	-		2	40
				X	X	X	X		4	80
									0	0%
				-	-	-	-		0	0%
Número total de daños				2	2	1	1	0		
Número total de daños por deficiencia				6						
Porcentaje de afectación por tipo de daño				33	33	17	17	0		
Porcentaje de afectación por deficiencia				30%						
TR2	PR 5+200	PR 5+300	3						0	0%
									0	0%
									0	0%
Número total de daños				0	0	0	0	0		
Número total de daños por deficiencia				0						
Porcentaje de afectación por tipo de daño				0%	0%	0%	0%	0%		
Porcentaje de afectación por deficiencia				0%						
TR3	PR 5+300	PR 5+400	3	X	X	X	X		4	80
				X	X	X	X		4	80
				X	X	X	X		4	80
Número total de daños				3	3	3	3			
Número total de daños por deficiencia				12						
Porcentaje de afectación por tipo de daño				25%	25%	25%	25%	0%		
Porcentaje de afectación por deficiencia				80%						

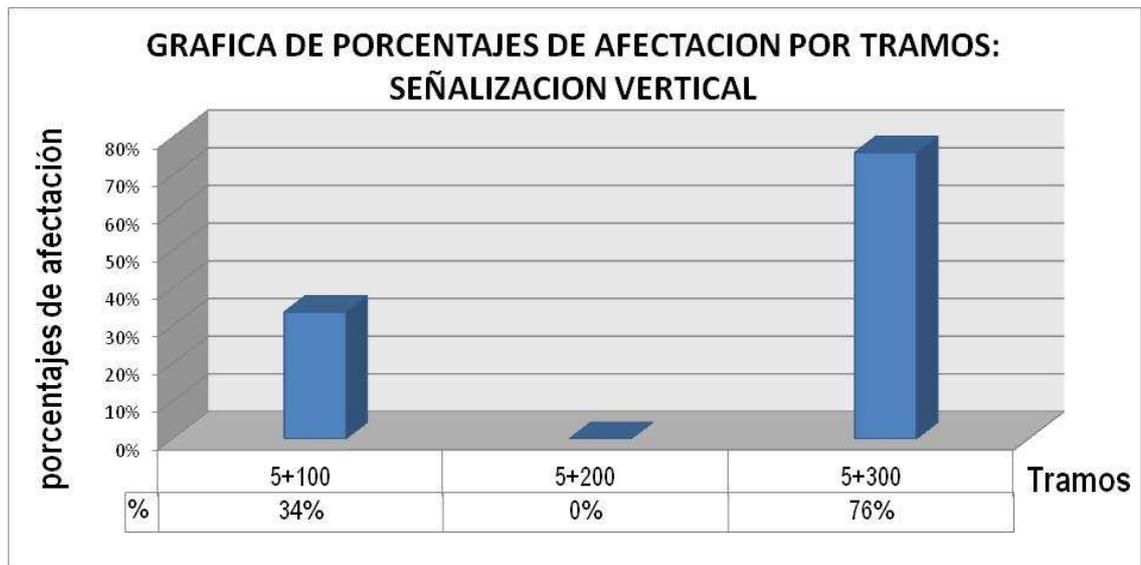
Tabla 28. Procesamiento y análisis de la información para las deficiencias por la ausencia de los dispositivos de seguridad vial.

No. TRAMO	PR inicial	PR final	No Dispositivos	AU	
				AU	%
TR1	PR 5+100	PR 5+200	4	-	-
				-	-
				X	100%
				-	-
Número total de daños				1	
Número total de daños por deficiencia				1	
Porcentaje de afectación por tipo de daño				100%	
Porcentaje de afectación por deficiencia				25%	
TR2	PR 5+200	PR 5+300	3	-	0%
				-	0%
				-	0%
				-	0%
Número total de daños				0	
Número total de daños por deficiencia				0	
Porcentaje de afectación por tipo de daño				0%	
Porcentaje de afectación por deficiencia				0%	
TR3	PR 5+300	PR 5+400	3	-	-
				-	-
				-	-
				-	-
Número total de daños				0	0
Número total de daños por deficiencia				0	
Porcentaje de afectación por tipo de daño				0%	
Porcentaje de afectación por deficiencia				0%	

A partir de los cálculos del procesamiento de información (Ver anexo C) se debe realizar las gráficas de barras correspondientes con el fin de observar el comportamiento de los diferentes tipos de deterioro a lo largo del tramo.

La primera grafica incluye el comportamiento de la afectación de los dispositivos a lo largo del tramo mediante un diagrama de barras que se ilustra mediante la ubicación del eje horizontal de las abscisas de los tramos en estudio y en el eje vertical los porcentajes de afectación respectivos tal como se indica en la figura 153.

Figura 153. Porcentaje de afectación del daño por tramos



Así mismo, se incluyen las gráficas de los porcentajes de afectación de cada deficiencia asociado a cada tipo de deterioro.

Figura 154. Porcentaje de afectación por deficiencia en el estado de conservación en la señalización vertical

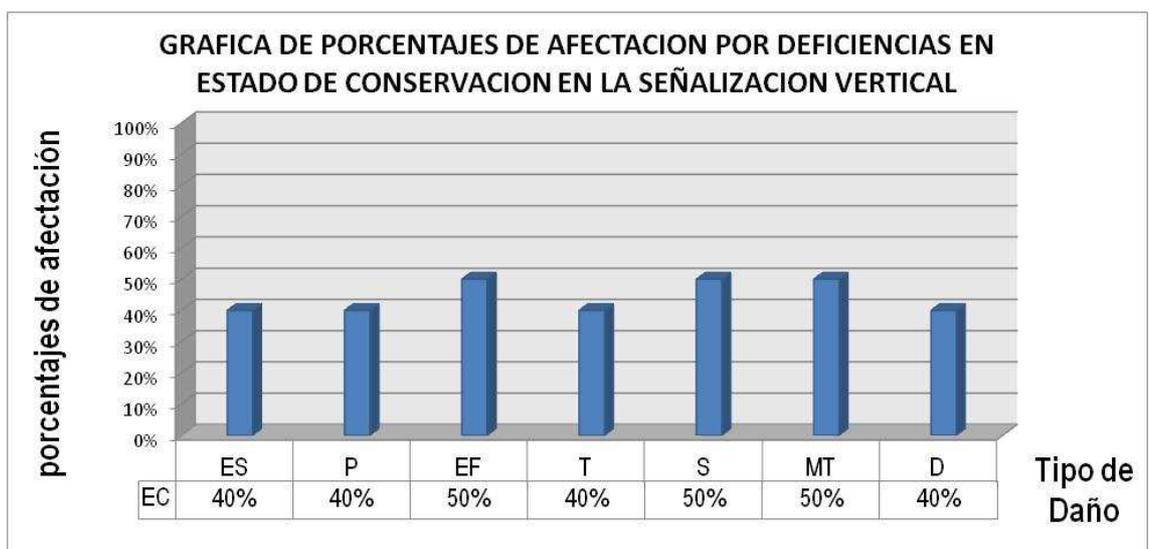


Figura 155. Porcentaje de afectación por deficiencia en los materiales en la señalización vertical

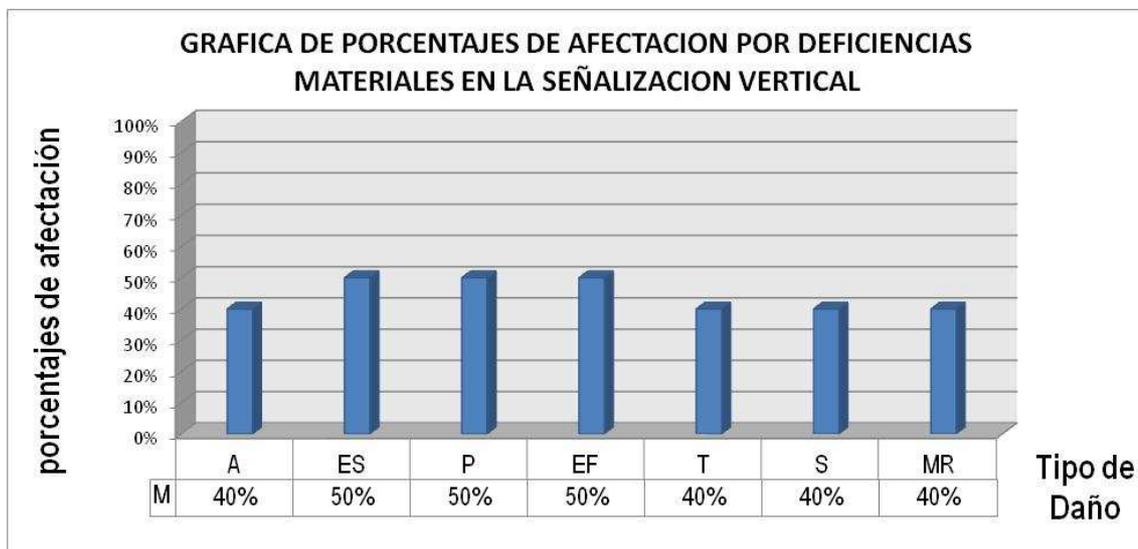


Figura 156. Porcentaje de afectación por deficiencia en la instalación en la señalización vertical

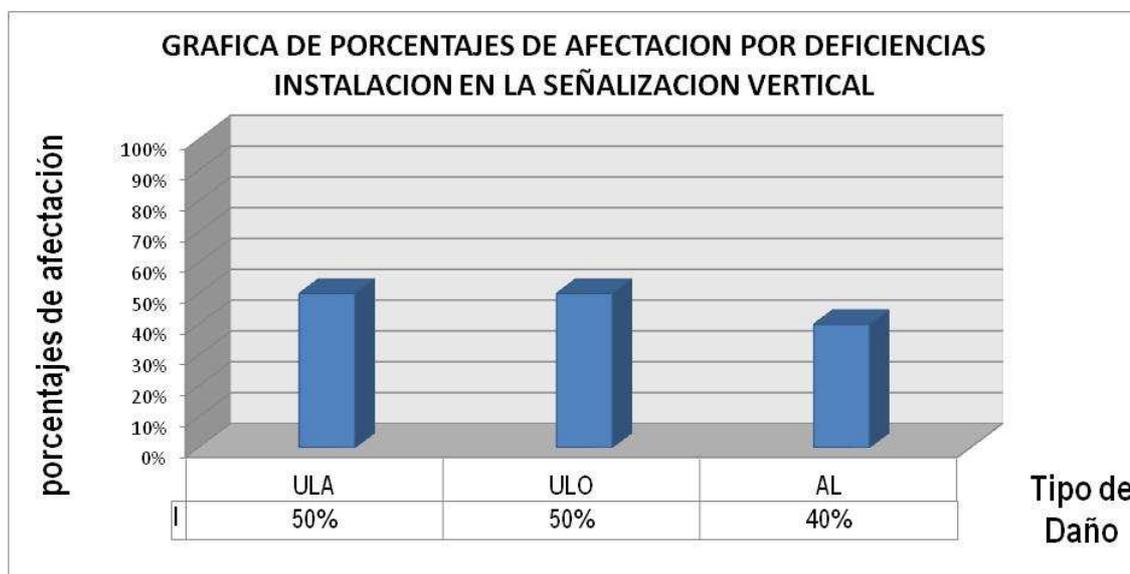


Figura 157. Porcentaje de afectación por deficiencia en el diseño en la señalización vertical

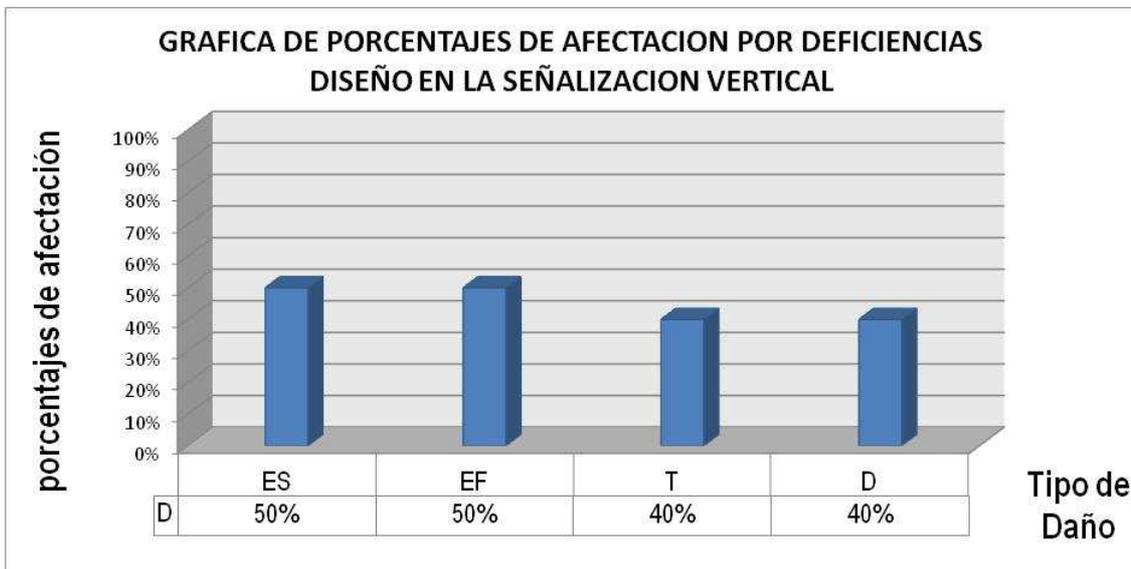
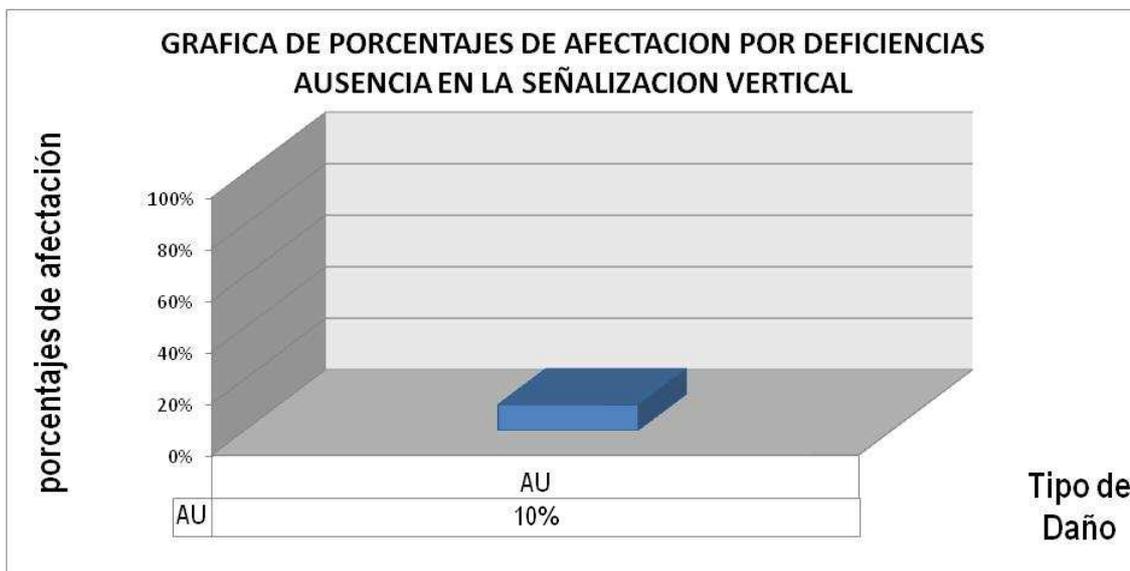


Figura 158. Porcentaje de afectación por ausencia en la señalización vertical



Análogamente, este mismo procedimiento se debe realizar para todos los dispositivos evaluados durante la inspección visual en cada uno de los tramos o

puntos críticos, esta metodología se puede facilitar mediante la ayuda de una base de datos que permita establecer el avance de los deterioros en cada dispositivo, la frecuencia de las inspecciones y de las intervenciones.

Este procedimiento se debe aplicar a los puntos o tramos críticos de accidentalidad evaluados en el siguiente capítulo para evaluar la correlación entre el estado general de la infraestructura y la incidencia de los accidentes debido a causas imputables al estado de la vía y de los dispositivos de seguridad vial.

7. EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VIAL EN LOS ACCIDENTES DE LAS CARRETERAS DE NARIÑO

Este capítulo presenta el análisis detallado de la incidencia de los dispositivos de seguridad vial en la tasa de accidentalidad del tramo vial 2501 de la Troncal de Occidente teniendo en cuenta la identificación de los puntos críticos o tramos problemáticos a lo largo de la ruta, la naturaleza de los accidentes que producen ese resultado y los factores contribuyentes para la ocurrencia de un evento.

7.1 LOS PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD

La reducción de accidentes mediante la aplicación de medidas sencillas pueden reducir significativamente las situaciones problemáticas en algunos sitios mediante intervenciones de bajo costo, por lo tanto, identificar y eliminar las causas que hacen de un sitio un lugar peligroso pueden mejorar la seguridad vial.

Debe tenerse en cuenta los siguientes criterios para identificar los puntos críticos:

- a) Los tramos viales con mayores incidencias de accidentes en un periodo de tiempo definido.
- b) Los tramos viales donde los accidentes presentan una mayor gravedad, es decir, mayor número de personas muertas y heridas.

Para identificar la diferencia entre estas dos clases de puntos críticos es necesaria la utilización de los siguientes indicadores:

- a) Índice de peligrosidad. Es la relación entre el número de accidentes ocurridos en un periodo de tiempo y el volumen de vehículos que transitan en este mismo periodo de tiempo.

$$\text{Índice de peligrosidad} = \frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Volumen de vehículos}}$$

- b) Tasa de muertes. Es la relación entre el número de muertos en un periodo de tiempo y el número de accidentes en ese mismo periodo de tiempo.

$$\text{Tasa de muertes} = \frac{\text{Número de Muertos}}{\text{Número de accidentes}}$$

- c) Tasa de heridos. Es la relación entre el número de heridos en un periodo de tiempo y el número de accidentes en ese mismo periodo de tiempo.

$$\text{Tasa de heridos} = \frac{\text{Número de heridos}}{\text{Número de accidentes}}$$

Para correlacionar estos tres indicadores se debe evaluar las variables de cálculo para el mismo espacio y tiempo, de tal manera que los resultados sean estadísticamente confiables.

7.2 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS

7.2.1 Accidentalidad del tramo en estudio. Para la identificación de los puntos críticos se debe recolectar la información correspondiente a los registros de accidentes presentes en el área de estudio donde se identifique el número total de muertos y heridos. Los datos de cada punto crítico se identifican a continuación:

Tabla 29. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de (enero de 2009)⁴⁹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-ene						
02-ene	K58+900	Atropello	0	0	1	Por Establecer
	K43+300	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
	K71+800	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
03-ene	K26+800	Otro	1	0	0	Fallas mecánicas
04-ene	K26+010	Volcamiento	0	2	2	Fallas humanas
05-ene						
06-ene	K77+100	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas humanas
07-ene	K78+800	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
08-ene	K25+200	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
	K42+120	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
09-ene						
10-ene	K51+200	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
11-ene	K42+750	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
12-ene	K44+100	Volcamiento	1	0	0	Exceso de velocidad
	K22+380	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	K77+800	Atropello-Motocicleta	1	1	0	Fallas humanas
13-ene	K60+200	Atropello	1	1	0	Por Establecer
	K11+500	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
14-ene	K42+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K33+400	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
15-ene						
16-ene	K45+100	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
	K25+000	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer

⁴⁹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Tabla 29. Continuación...

17-19 ene						
20-ene	K82+300	Accidente motociclista	2	0	0	Por Establecer
21-ene						
22-ene	K76+500	Colisión de vehículos -	0	1	0	Por Establecer
23-ene						
24-ene						
25-ene	K61+600	Salida de calzada	2	0	0	Exceso de velocidad
	K54+800	Atropello	1	1	1	Fallas humanas
26-ene	K74+000	Colisión de vehículos	0	0	0	
27-ene						
28-ene	K48+980	Volcamiento	0	0	0	Por Establecer
29-ene						
30-ene						
31-ene						
TOTALES			13	6	4	

Figura 159. Número de accidentes a lo largo del tramo (Enero de 2009)

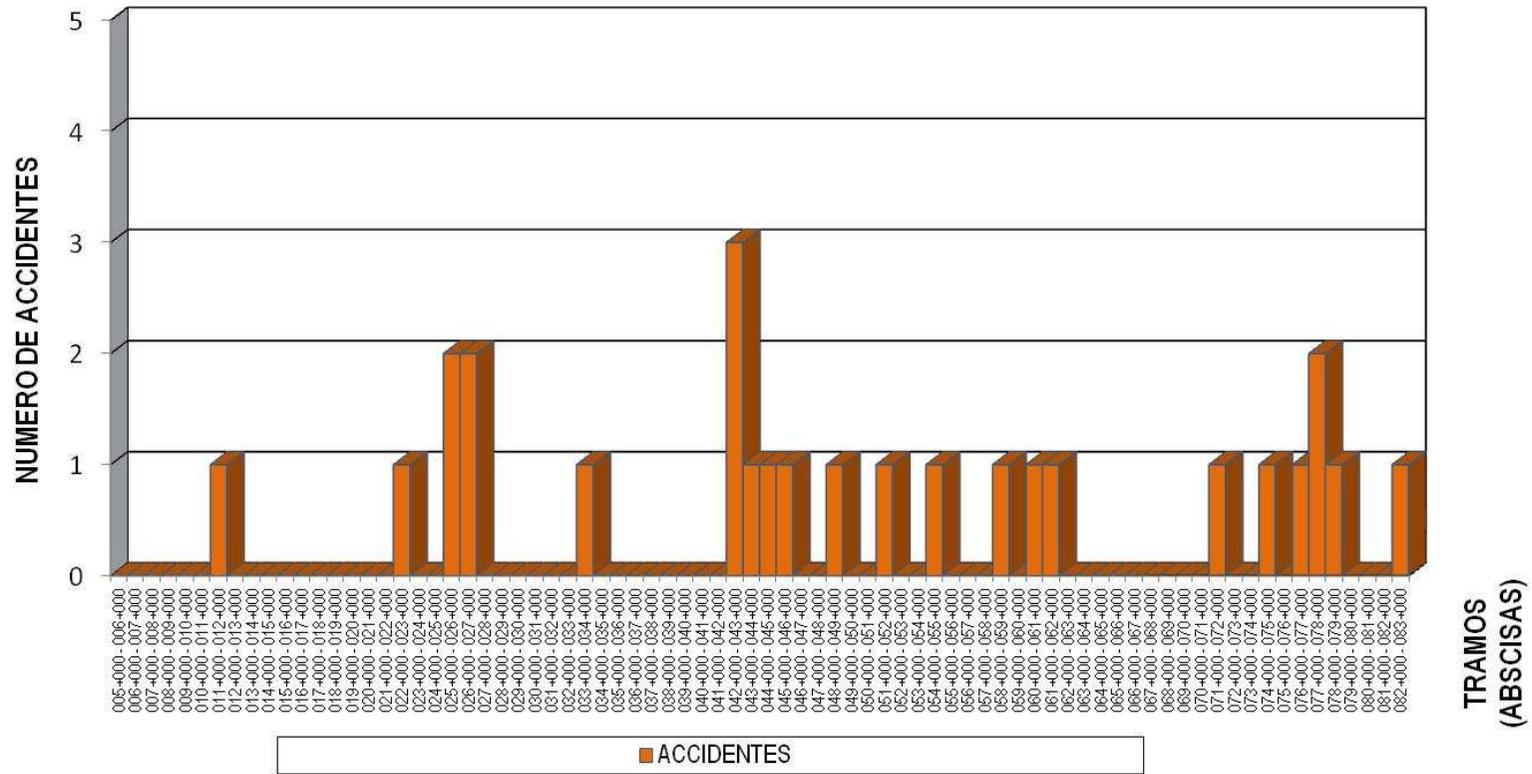


Figura 160. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Enero de 2009)

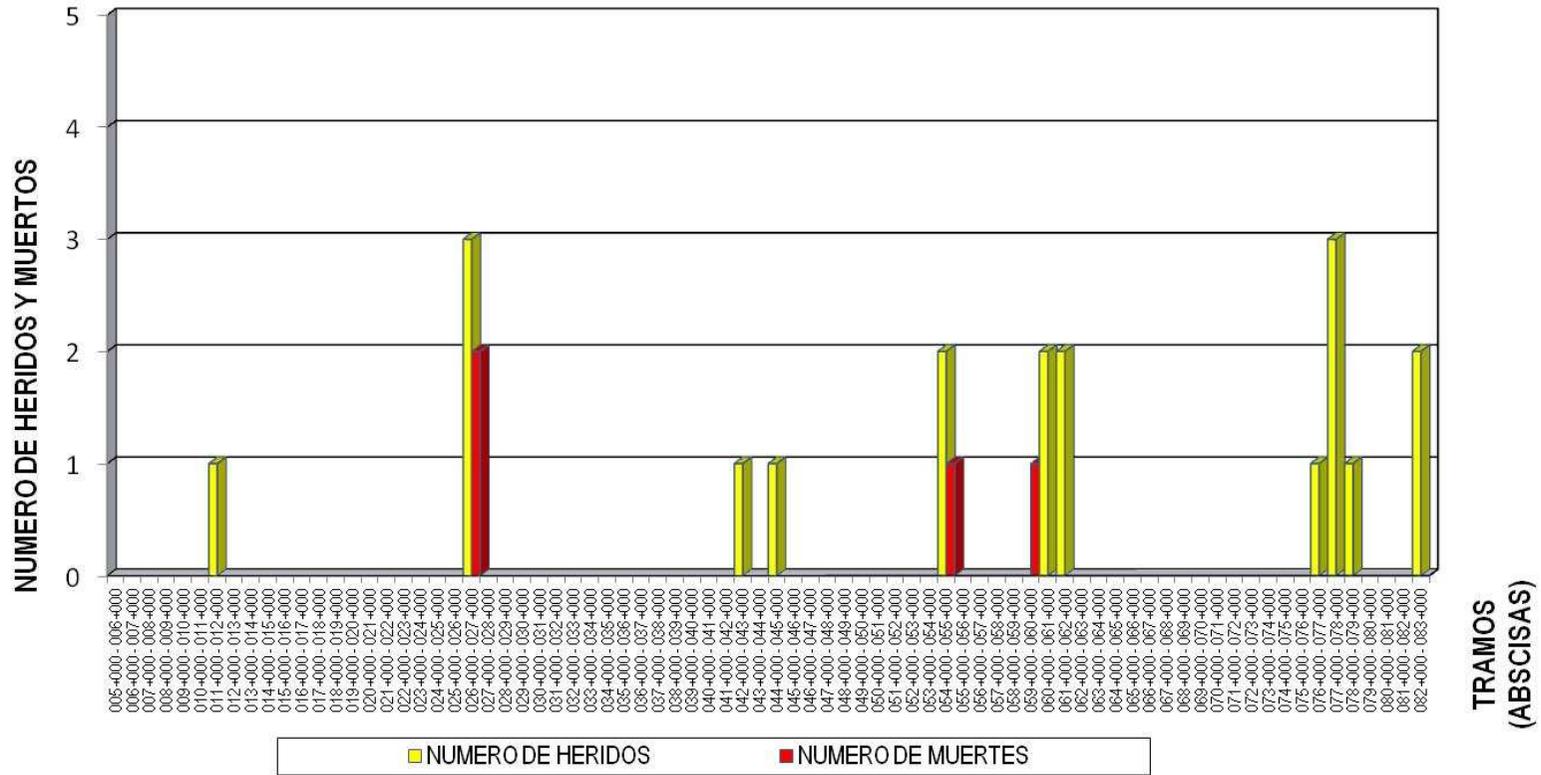


Tabla 30. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Febrero de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-feb	K73+900	Atropello	0	1	0	Por Establecer
02-feb	K63+900	Colisión de Vehículos	2	0	0	Fallas humanas
03-feb						
04-feb						
05-feb	K57+550	Colisión de Vehículos	0	0	0	Por Establecer
06-feb						
07-feb	K62+800	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
08-feb						
09-feb						
10-feb	K19+250	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso velocidad
	K53+700	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
11-feb	K31+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K75+300	Accidente Motocicleta	0	1	0	Por Establecer
12-feb	K78+950	Colisión de Vehículos	0	0	1	Por Establecer
13-feb						
14-feb	K21+900	Colisión de Vehículos	1	0	0	Exceso velocidad
	K17+100	Salida de calzada	1	0	0	Exceso velocidad
15-feb	K72+830	Colisión de Vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K64+120	Atropello	0	0	1	Por Establecer
	K49+780	Colisión de Vehículos	0	1	0	Por Establecer
16-feb	K44+200	Caída de roca sobre vehículo	0	1	0	Naturaleza
17-feb	K48+900	Colisión de Vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	K45+850	Caída de roca sobre vehículo	1	0	0	Naturaleza
18-feb						
19-feb						
20-feb	K23+200	Salida de calzada	0	0	0	Caída de piedra
	K53+550	Salida de calzada	0	0	0	Exceso velocidad
21-feb						
22-feb	K33+800	Volcamiento	1	0	0	Por Establecer
23-feb						
24-feb						
25-feb						
26-feb	K36+800	Salida de calzada y Colisión	0	0	0	Fallas humanas
27-feb						
28-feb	K49+700	Accidente Motocicleta	1	1	0	Fallas humanas
TOTALES			8	7	2	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 161. Número de accidentes a lo largo del tramo (Febrero de 2009)

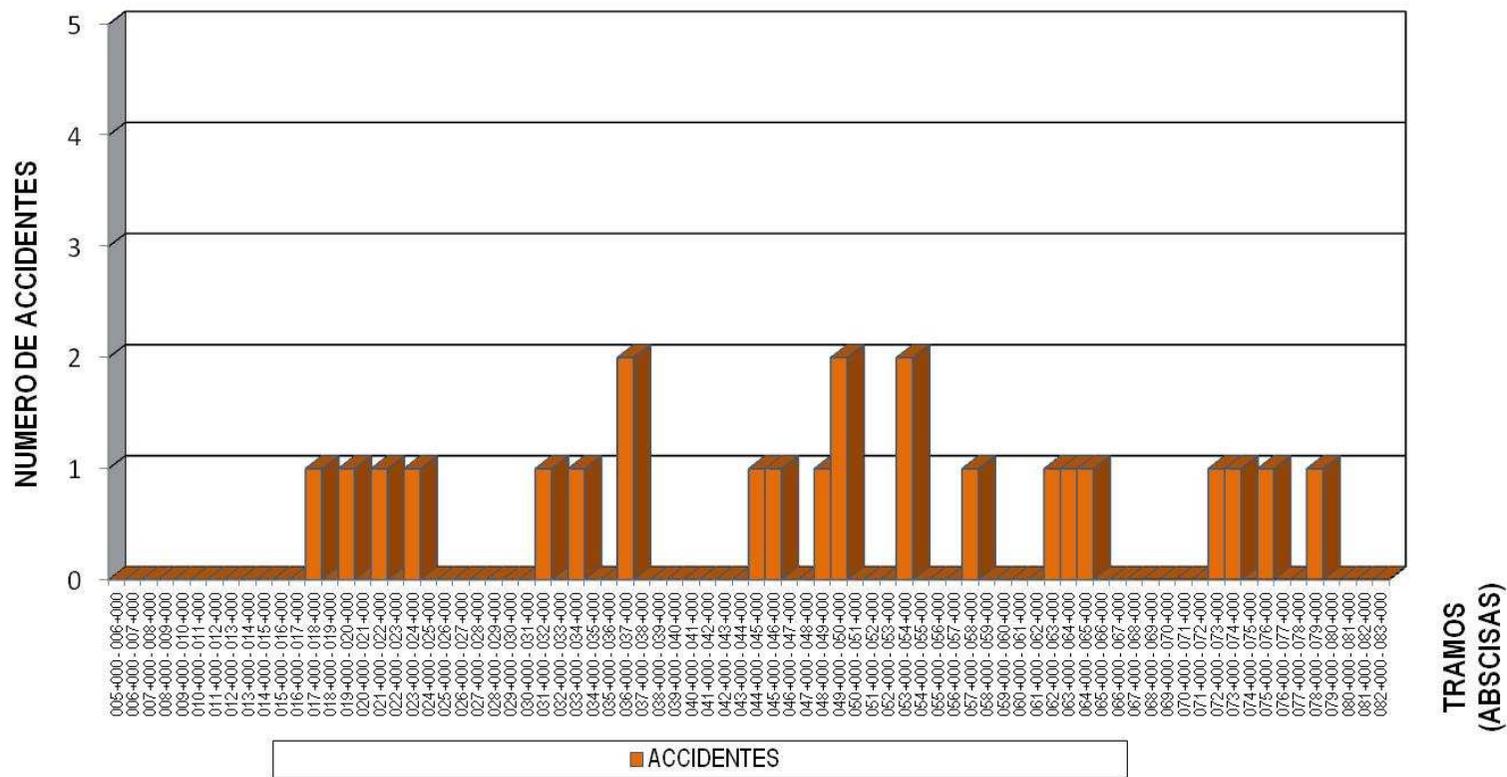


Figura 162. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Febrero de 2009)

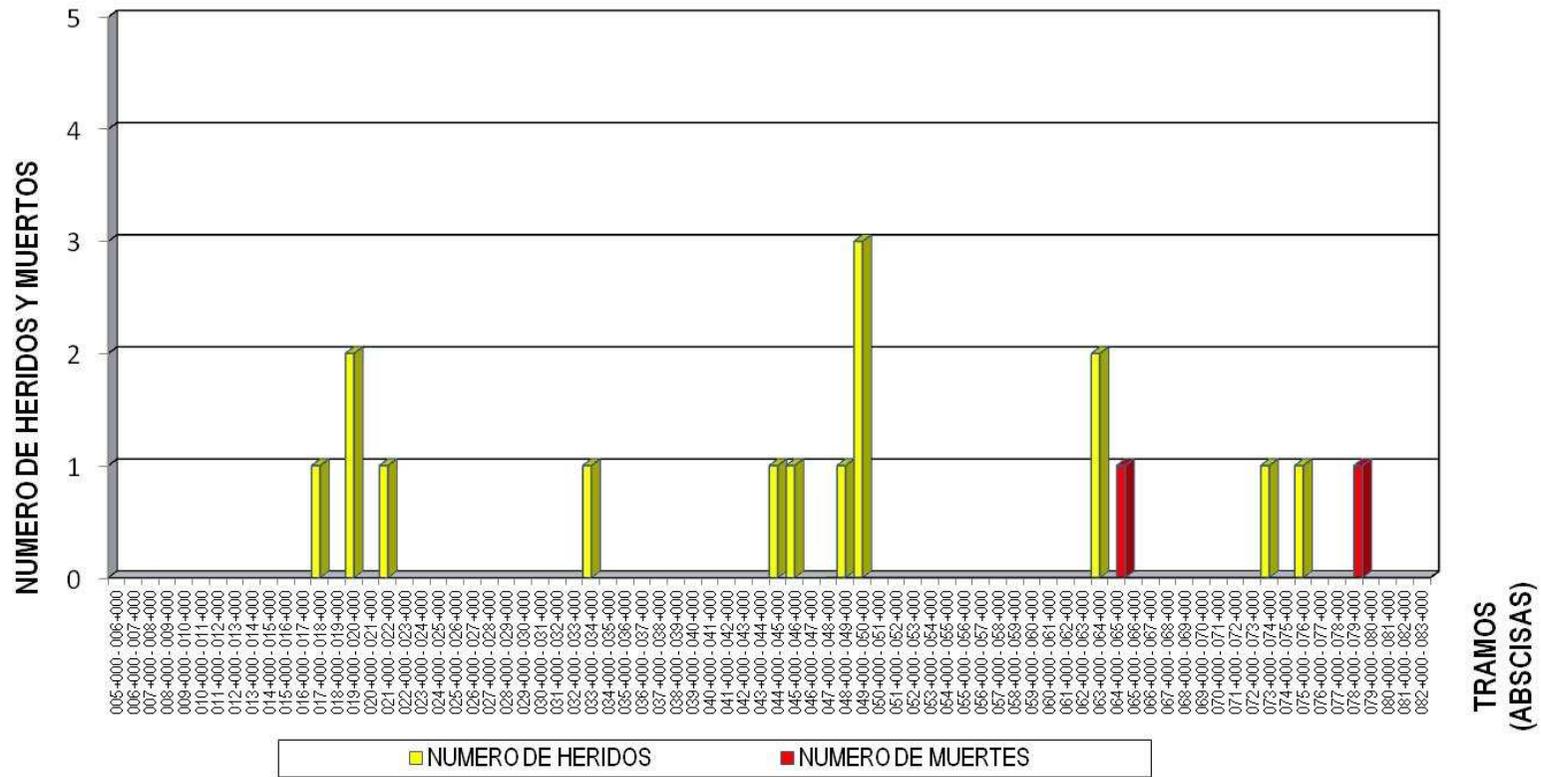


Tabla 31. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Marzo de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-mar	K45+300	Colisión contra Piedra	0	0	0	Por Establecer
01-mar	K45+270	Atropello	1	0	0	Por Establecer
02-mar						
03-mar	K10+950	Colisión de vehículos	0	2	0	Por Establecer
04-mar						
05-mar	K80+900	Colisión de vehículos	1	0	0	Por Establecer
	K16+500	Colisión contra Piedra	0	0	0	Por Establecer
06-mar	K31+600	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
07-mar						
08-mar	K44+600	Salida de calzada	0	1	0	Fallas humanas
09-mar						
10-mar	K73+000	Colisión de vehículos	1	1	0	Fallas humanas
11-mar						
12-mar						
13-mar	K51+420	Volcamiento	2	1	0	Por Establecer
	K48+000	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K63+400	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
14-mar						
15-mar	K78+100	Colisión de vehículos	1	1	0	Fallas humanas
16-mar	K80+300	Colisión de vehículos	2	5	0	Fallas mecánicas
17-mar	K52+200	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
18-mar	K53+200	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
19-mar	k26+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K51+700	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
	K55+800	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
	K53+300	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
20-mar	K35+800	Volcamiento	1	2	0	Fallas humanas
	K52+400	Salida de calzada	1	1	0	Exceso de velocidad
21-mar	K10+000	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
22-mar						
23-mar	K33+100	Colisión contra Piedra	0	0	0	Por Establecer
24-mar	K46+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
25-mar	K56+120	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	K45+000	Colisión de vehículos	0	1	0	Otros
26-mar	k40+500	Atropello	0	1	0	Por Establecer
27-mar	K31+150	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
28-mar	K78+100	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
29-mar	K30+100	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
	K29+500	Caída de piedra	2	0	0	Otros
30-mar	k74+100	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
31-mar						
TOTALES			12	17	0	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 163. Número de accidentes a lo largo del tramo (Marzo de 2009)

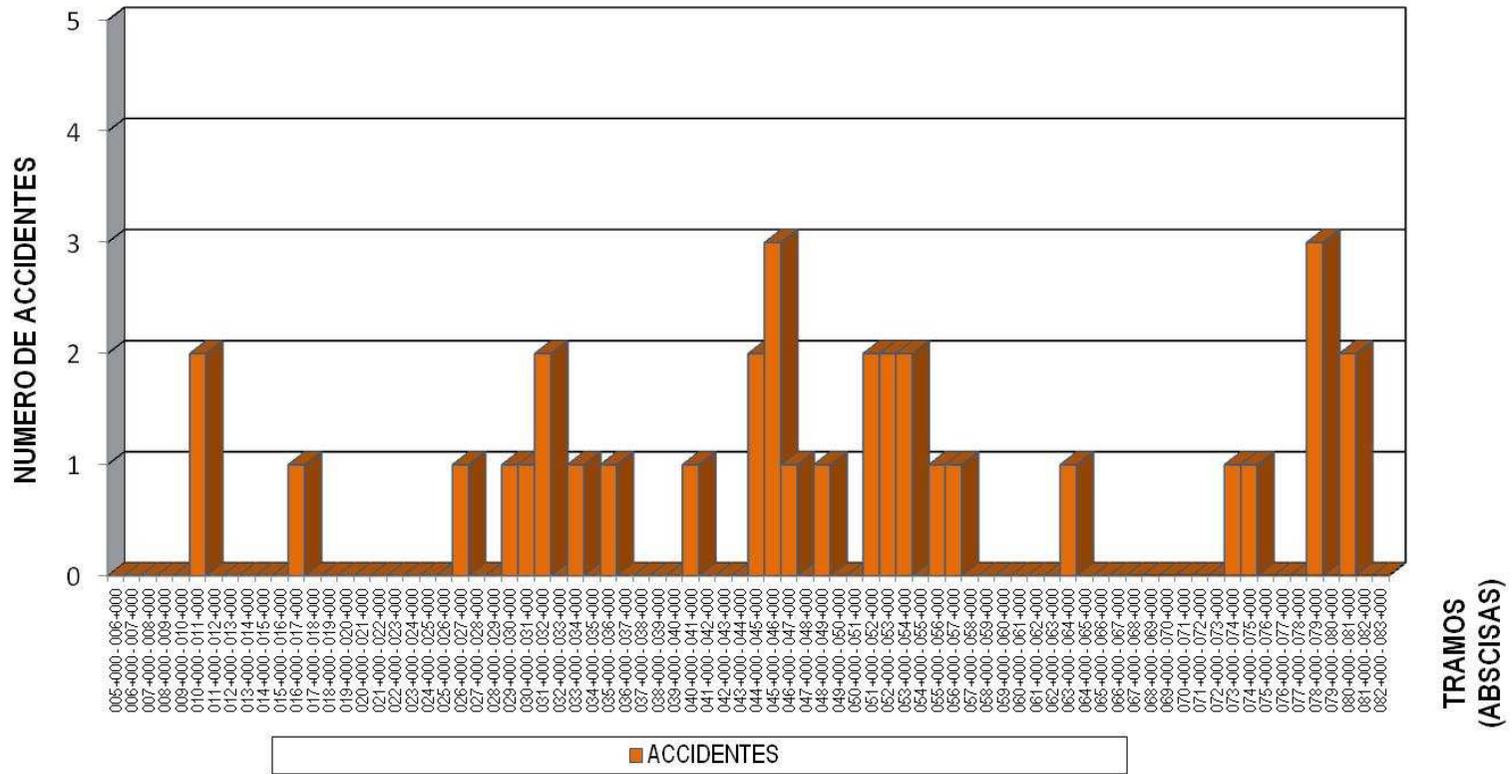


Figura 164. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Marzo de 2009)

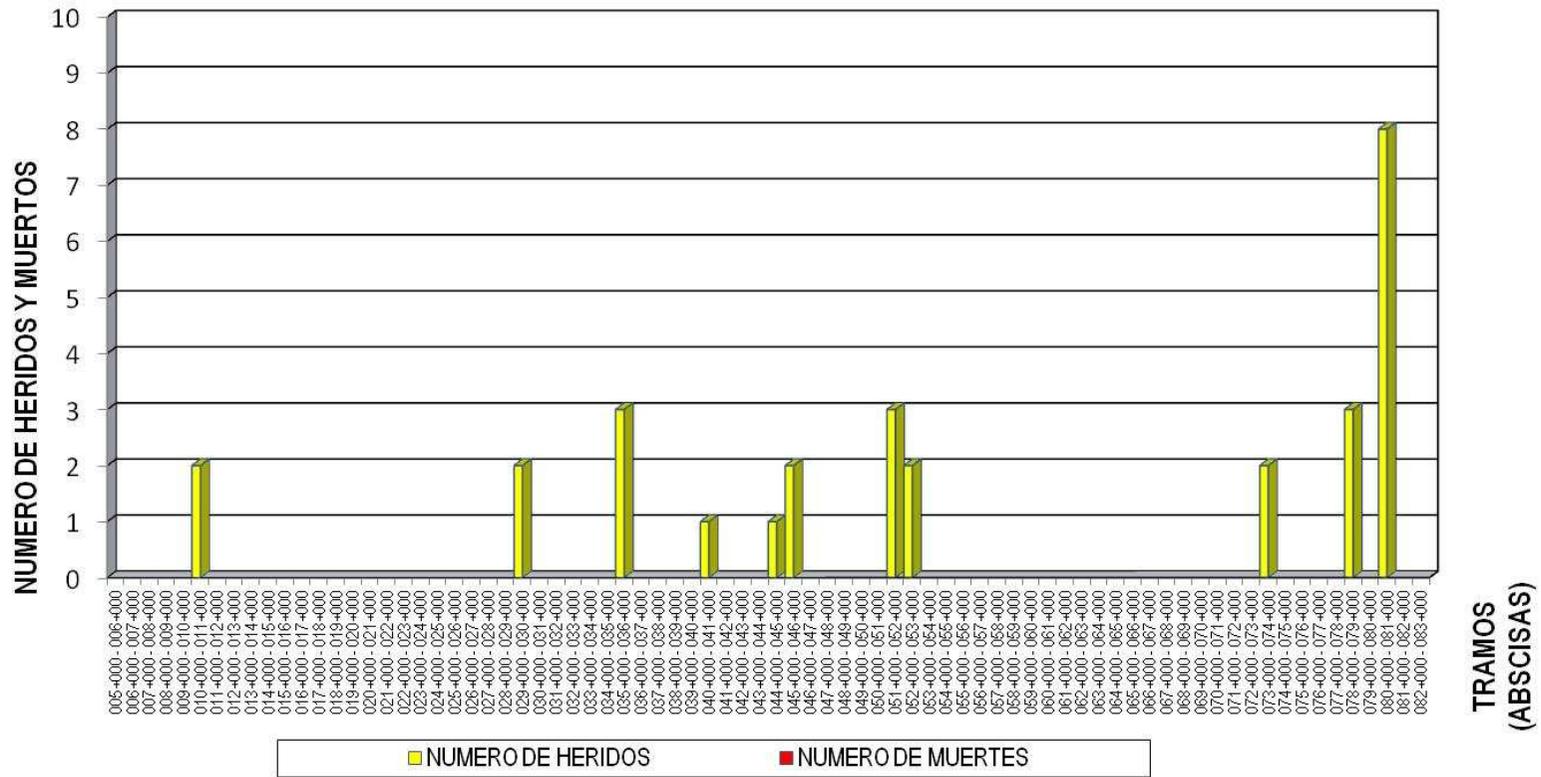


Tabla 32. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Abril de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-abr	K53+100	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
	K61+100	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
02-abr						
03-abr						
04-abr						
05-abr						
06-abr	K51+200	Accidente ciclista	0	1	0	Fallas mecánicas
07-abr	K58+950	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
08-abr	K33+700	Salida de calzada	0	1	2	Por establecer
	K45+200	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
09-abr	K53+100	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	K45+000	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
10-abr						
11-abr						
12-abr	K47+050	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
	K42+200	Vehículo colisiona con	0	0	0	Otros
13-abr	K48+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
14-abr						
15-abr						
16-abr						
17-abr						
18-abr	K79+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Por establecer
19-abr	K70+750	Colisión de vehículos	0	0	0	Otros
	K38+700	Accidente motociclista	1	1	0	Por establecer
20-abr						
21-abr						
22-abr						
23-abr						
24-abr	K14+700	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
25-abr						
26-abr	K72+580	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
27-abr						
28-abr						
29-abr						
30-abr						
TOTALES			2	4	2	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 165. Número de accidentes a lo largo del tramo (Abril de 2009)

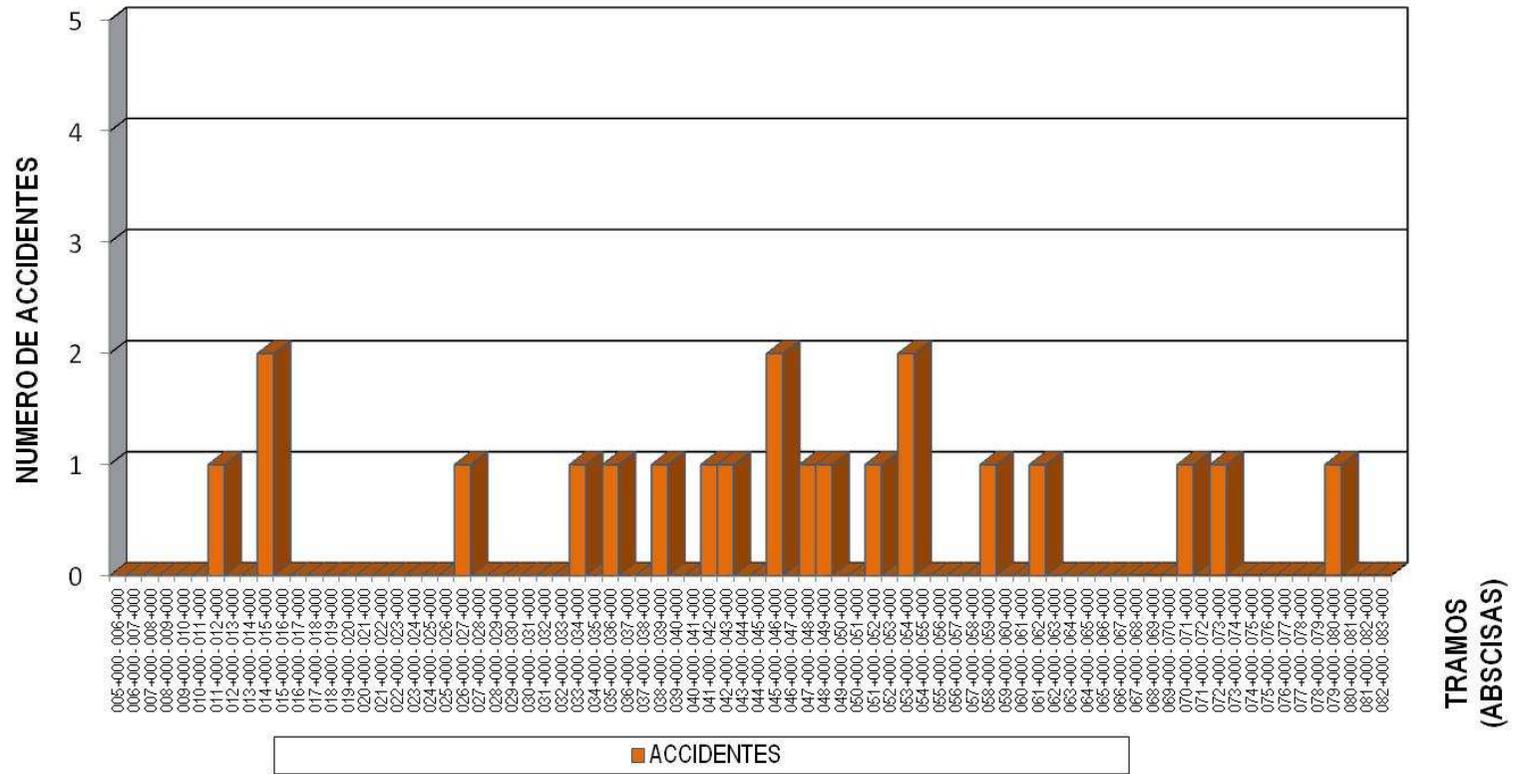


Figura 166. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Abril de 2009)

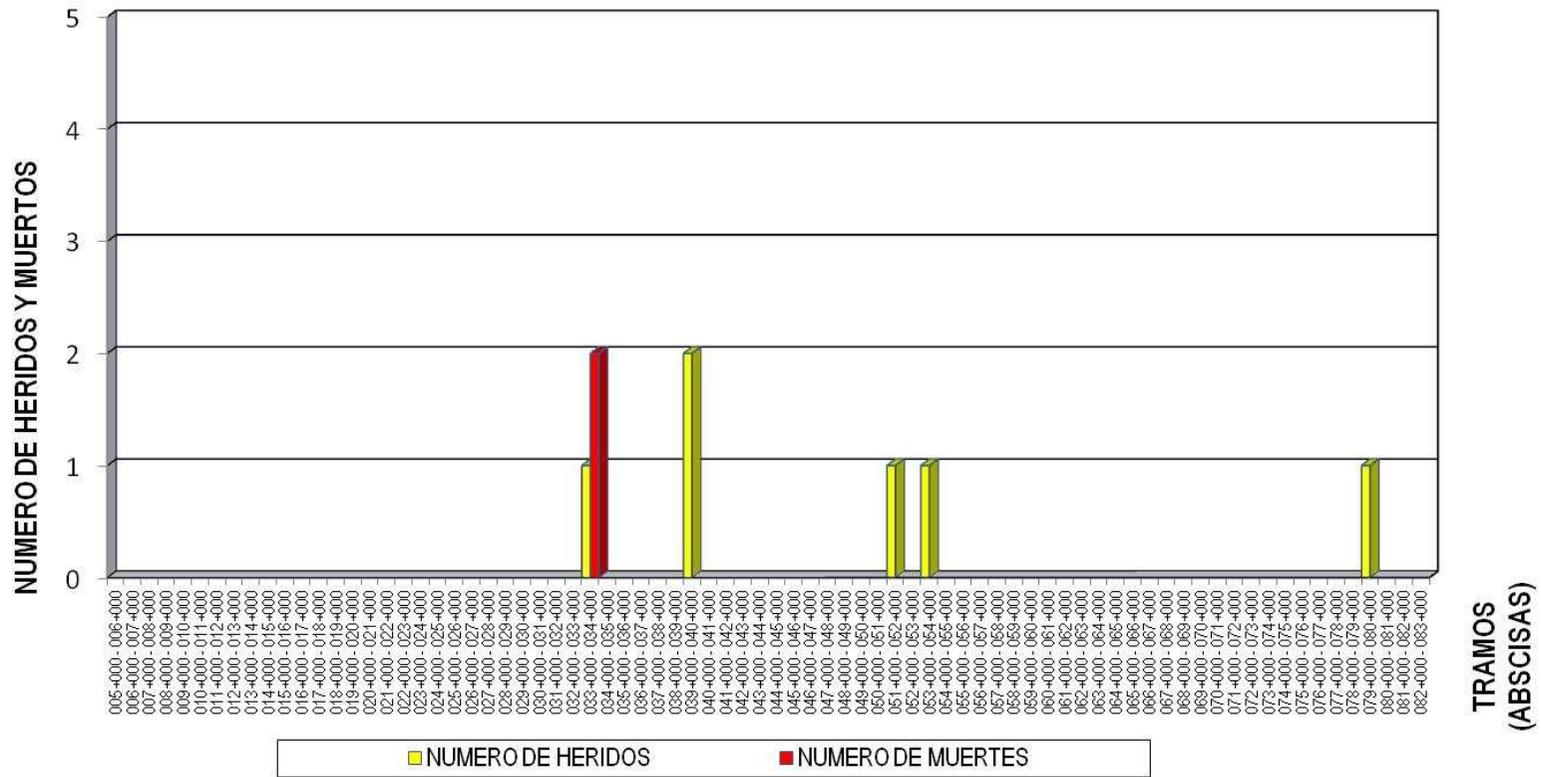


Tabla 33. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Mayo de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-may						
02-may						
03-may						
04-may						
05-may	K35+000	Salida de Calzada	0	0	0	Por Establecer
06-may						
07-may						
08-may	K16+800	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
09-may						
10-may	K70+100	Salida de Calzada	0	0	0	Por Establecer
11-may	K71+900	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas mecánicas
12-may						
13-may	K53+200	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas humanas
14-may						
15-may	K50+700	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
	K61+480	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
16-may	K44+980	Accidente Motocicleta	0	2	0	Por Establecer
17-may	K75+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas mecánicas
18-may						
19-may	K68+100	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
	K19+300	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
20-may						
21-may	K66+500	Salida de Calzada	1	1	0	Fallas mecánicas
22-may	K82+800	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
23-may	K52+900	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
24-may						
25-may	K53+200	Volcamiento	0	0	0	Fallas humanas
26-may						
27-may	K39+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
	K75+730	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas humanas
28-may						
29-may	K52+200	Colisión de vehículos -	0	1	0	Fallas humanas
	K46+200	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
30-may	K51+870	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
31-may						
TOTALES			3	6	0	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 167. Número de accidentes a lo largo del tramo (Mayo de 2009)

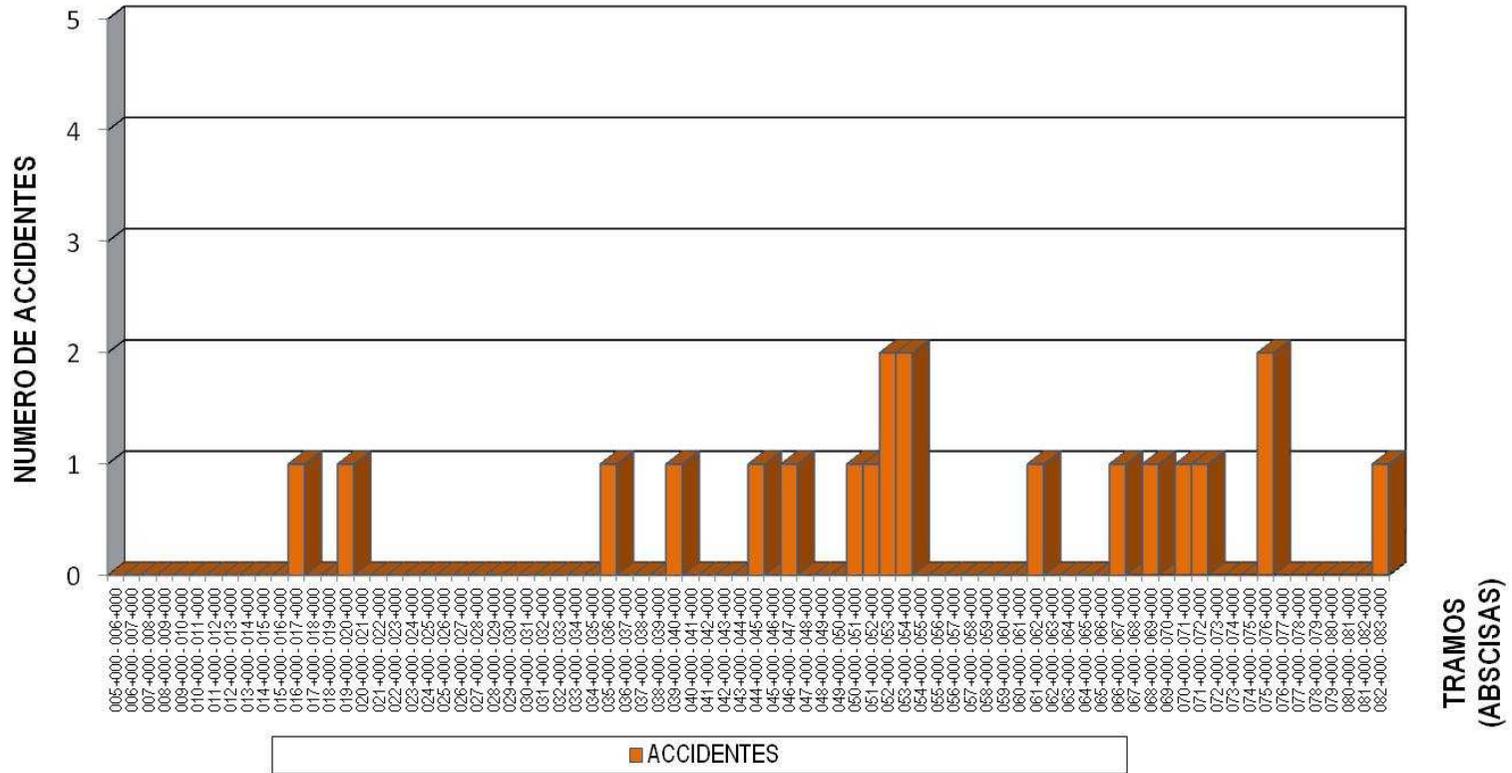


Figura 168. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Mayo de 2009)

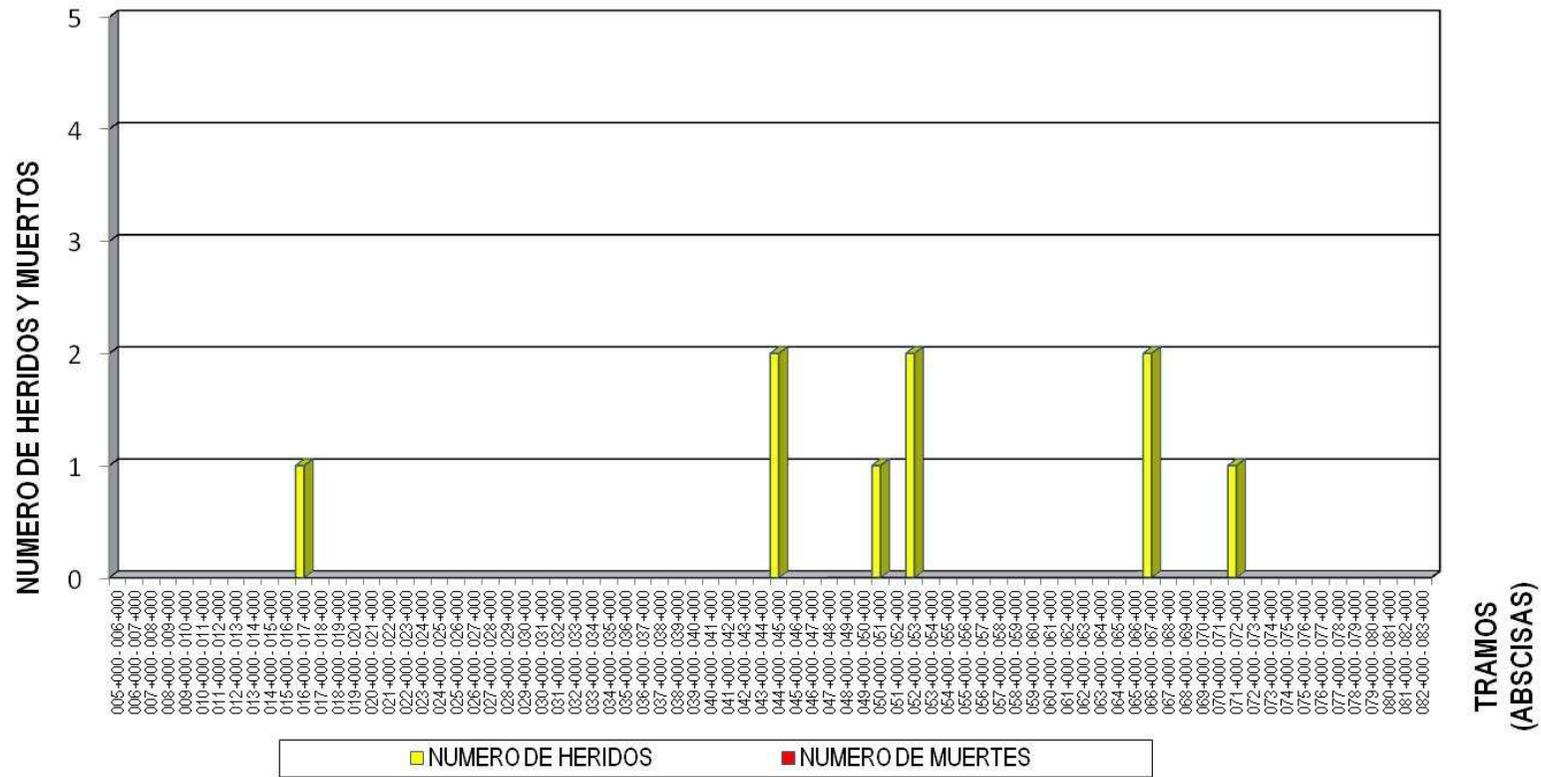


Tabla 34. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Junio de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-jun	K62+800	Accidente Motocicleta	1	0	0	Por establecer
02-jun	K24+100	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
	K79+050	Volcamiento	0	0	0	Por establecer
03-jun						
04-jun	K22+800	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
05-jun						
06-jun	K35+400	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
	K80+400	Atropello	0	1	0	Fallas humanas
	K24+050	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
	K73+750	Colisión de vehículos -	1	2	0	Fallas humanas
07-jun	K41+710	Atropello	2	1	0	Por establecer
	K35+300	Salida de calzada	0	0	0	Por establecer
08-jun	K47+950	Salida de calzada	0	0	0	Invasión de carril
09-jun	K48+800	Salida de calzada	0	0	0	Por establecer
10-jun	K25+200	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
11-jun						
12-jun	K69+280	Salida de calzada -	0	1	0	Por establecer
13-jun	K81+500	Volcamiento	0	0	0	Fallas humanas
	K75+350	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
14-jun	K28+200	Salida de Calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
15-jun						
16-jun	K53+100	Salida de Calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	K50+050	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas humanas
17-jun						
18-jun						
19-jun	K57+530	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
20-jun						
21-jun	K77+000	Salida de Calzada	0	2	0	Fallas humanas
	K65+440	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
22-jun						
23-jun	K18+800	Colisión de vehículos	2	1	0	Fallas humanas
24-jun	K61+250	Caída de piedra sobre	0	0	0	Otros
25-jun	K49+800	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas humanas
26-jun						
27-jun	K68+730	Colisión de vehículos	0	0	0	Llanta suelta
	K65+800	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
28-jun	K32+200	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas mecánicas
29-jun	K56+100	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
30-jun	K43+350	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	K65+800	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
	K50+400	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
TOTALES			10	8	0	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 169. Número de accidentes a lo largo del tramo (Junio de 2009)

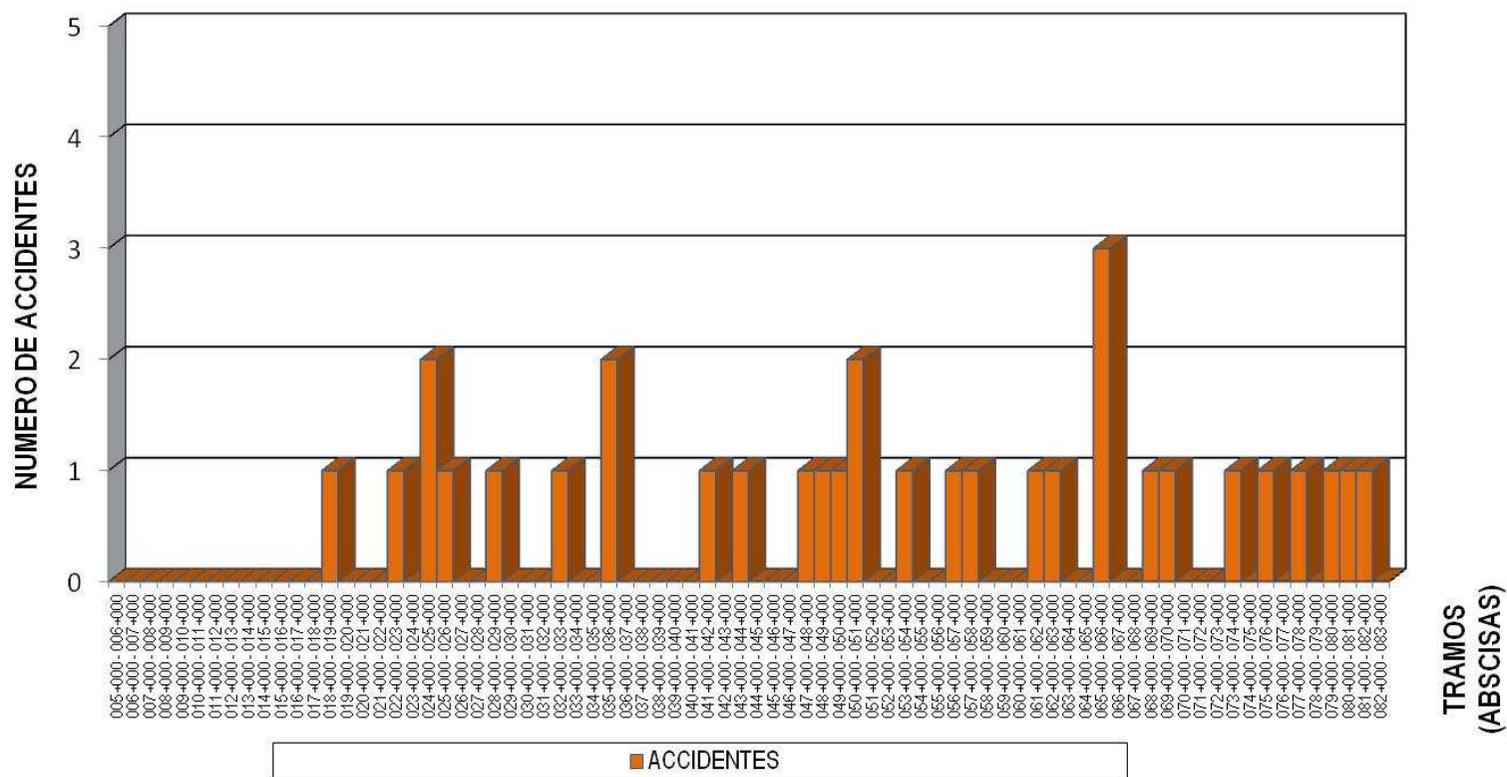


Figura 170. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Junio de 2009)

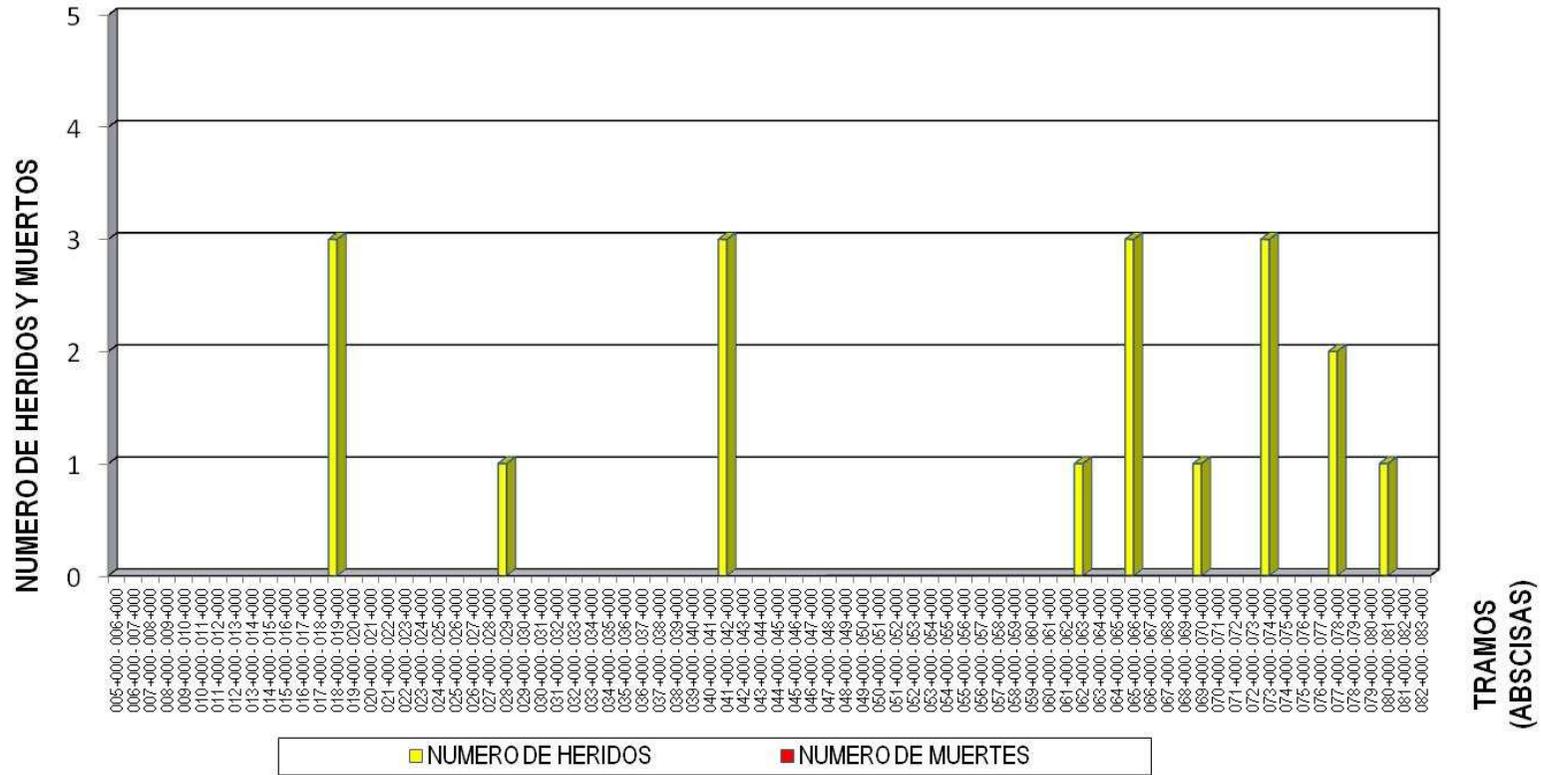


Tabla 35. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Julio de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-jul	K51+800	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	K52+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
02-jul						
03-jul	K75+350	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
04-jul						
05-jul	K51+400	Accidente motociclista	0	1	0	Fallas humanas
06-jul	K18+800	Accidente motociclista	2	0	0	Fallas humanas
	K48+740	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
07-jul	K40+050	Accidente motociclista	0	1	0	Fallas humanas
08-jul						
09-jul						
10-jul						
11-jul	K75+0000	Volcamiento	0	0	0	Fallas humanas
12-jul						
13-jul	K24+200	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
14-jul	K24+200	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
15-jul	K29+300	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
	K69+700	Salida de calzada	1	0	0	Otra: Mancha de
16-jul						
17-jul						
18-jul						
19-jul	K75+550	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
	K55+340	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
20-jul						
21-jul						
22-jul						
23-jul	K48+640	Salida de calzada	0	1	0	Otra: Invasión de
24-jul						
25-jul	K21+800	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas humanas
26-jul						
27-jul	K26+900	Colisión de vehículos -	2	0	0	Exceso de velocidad
28-jul						
29-jul						
30-jul	K24+900	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso de velocidad
31-jul						
TOTALES			11	4	0	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 171. Número de accidentes a lo largo del tramo (Julio de 2009)

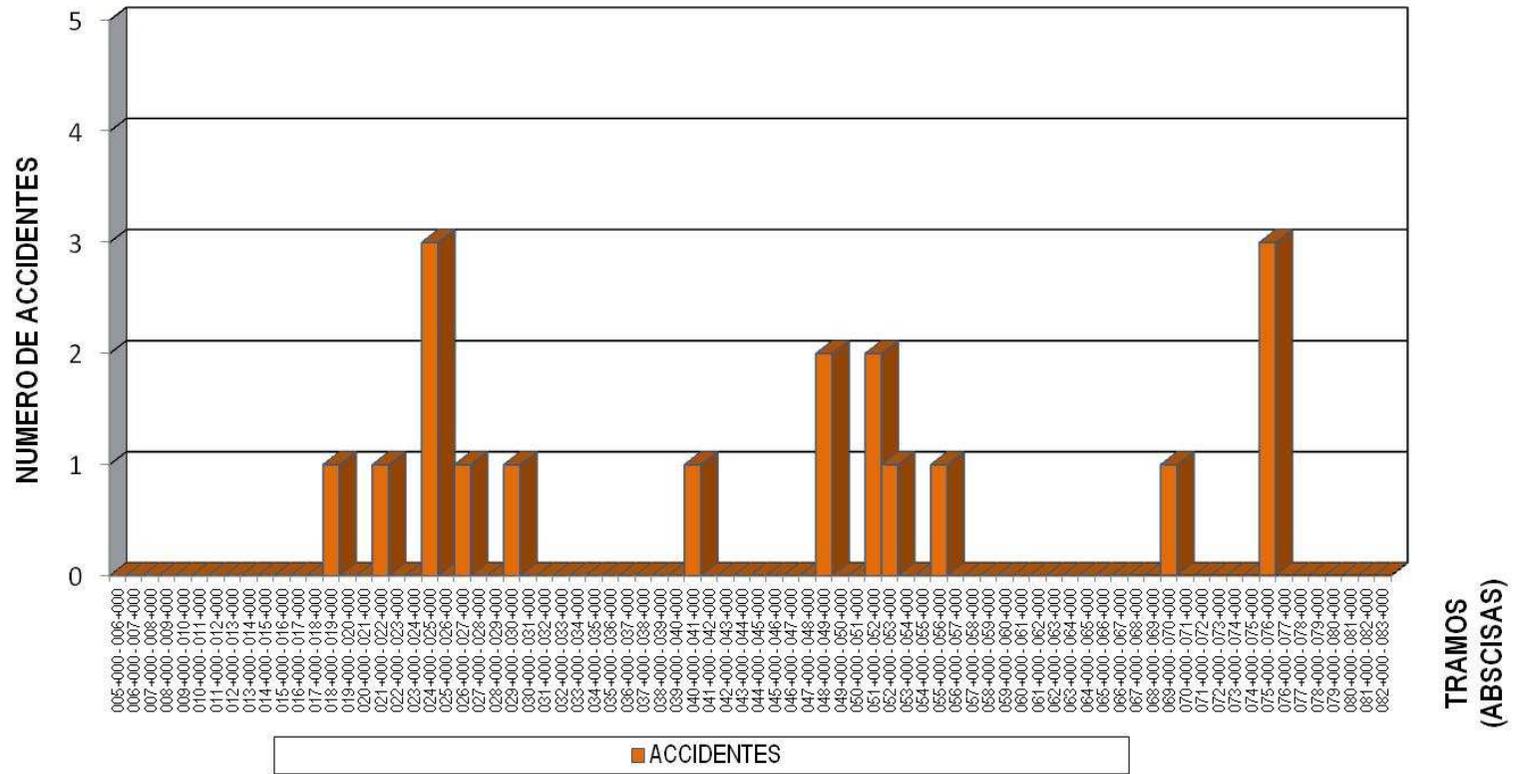


Figura 172. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Julio de 2009)

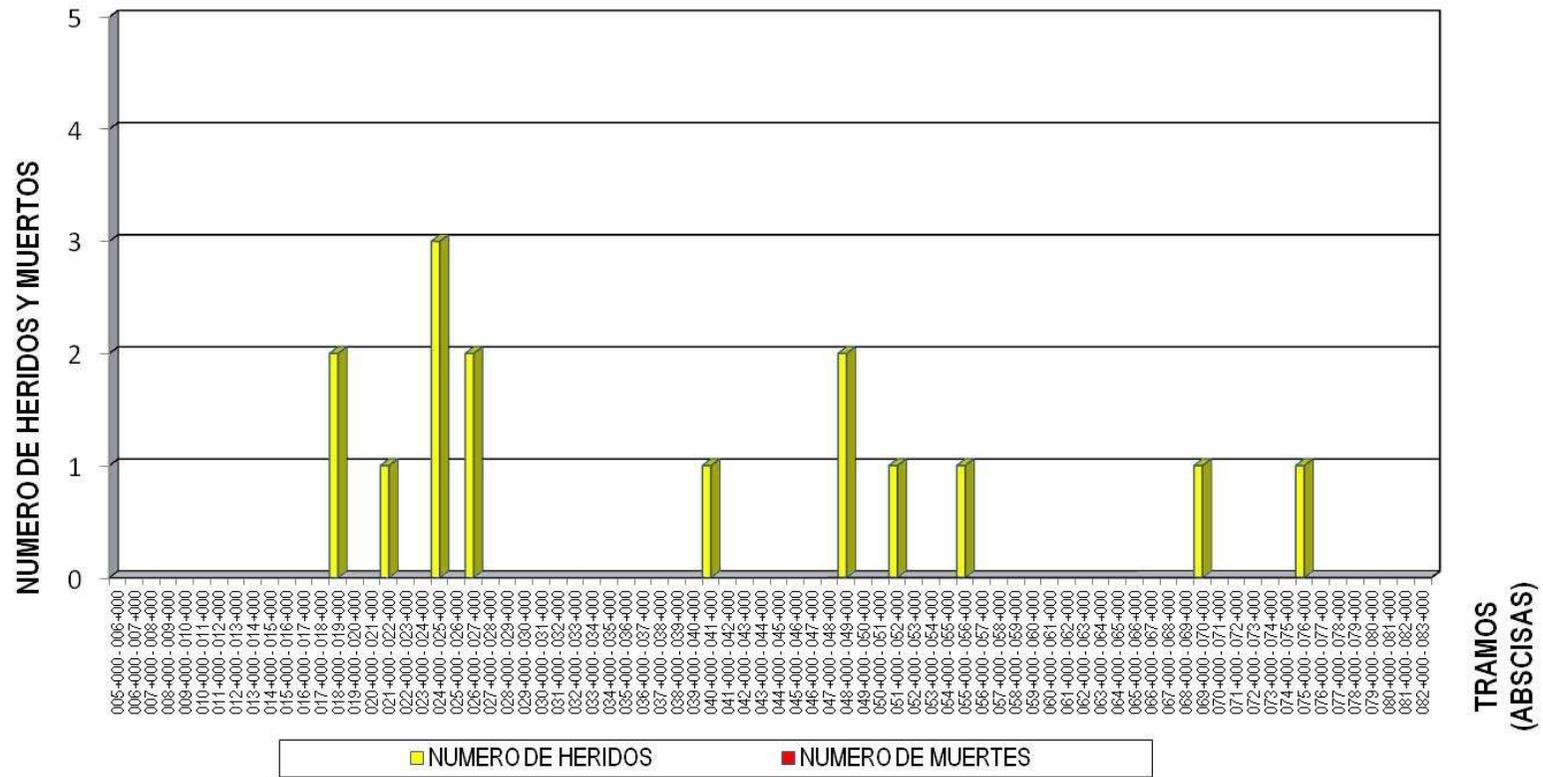


Tabla 36. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Agosto de 2009¹

FECHA	ABSCISA A	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-ago						
02-ago						
03-ago						
04-ago						
05-ago						
06-ago	K60+500	Volcamiento	0	0	0	Mancha ACPM
	K27+050	Colisión de vehículos	2	2	0	Invasión de Carril
07-ago						
08-ago	K75+900	Colisión de vehículos	4	1	0	Exceso de velocidad
	K53+160	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas Humanas
09-ago						
10-ago	K54+500	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas Humanas
11-ago						
12-ago	K77+900	Accidente motociclista	3	0	0	Fallas Humanas
13-ago	K25+200	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas mecánicas
14-ago	K25+300	Salida de Calzada	2	0	0	Fallas Humanas
15-ago						
16-ago	K31+200	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
17-ago	K34+400	Volcamiento	1	0	0	Fallas Humanas
18-ago						
19-ago						
20-ago						
21-ago	K38+150	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
	K51+550	Salida de Calzada	1	0	0	Superficie húmeda
22-ago						
23-ago	K51+200	Colisión de vehículos	2	2	0	Fallas Humanas
24-ago	K61+800	Volcamiento	0	0	0	Exceso de velocidad
25-ago						
26-ago						
27-ago	K18+800	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas Humanas
28-ago						
29-ago	K25+100	Salida de Calzada	2	0	0	Fallas Humanas
30-ago						
31-ago						
TOTALES			20	6	0	4

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}.
Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 173. Número de accidentes a lo largo del tramo (Agosto de 2009)

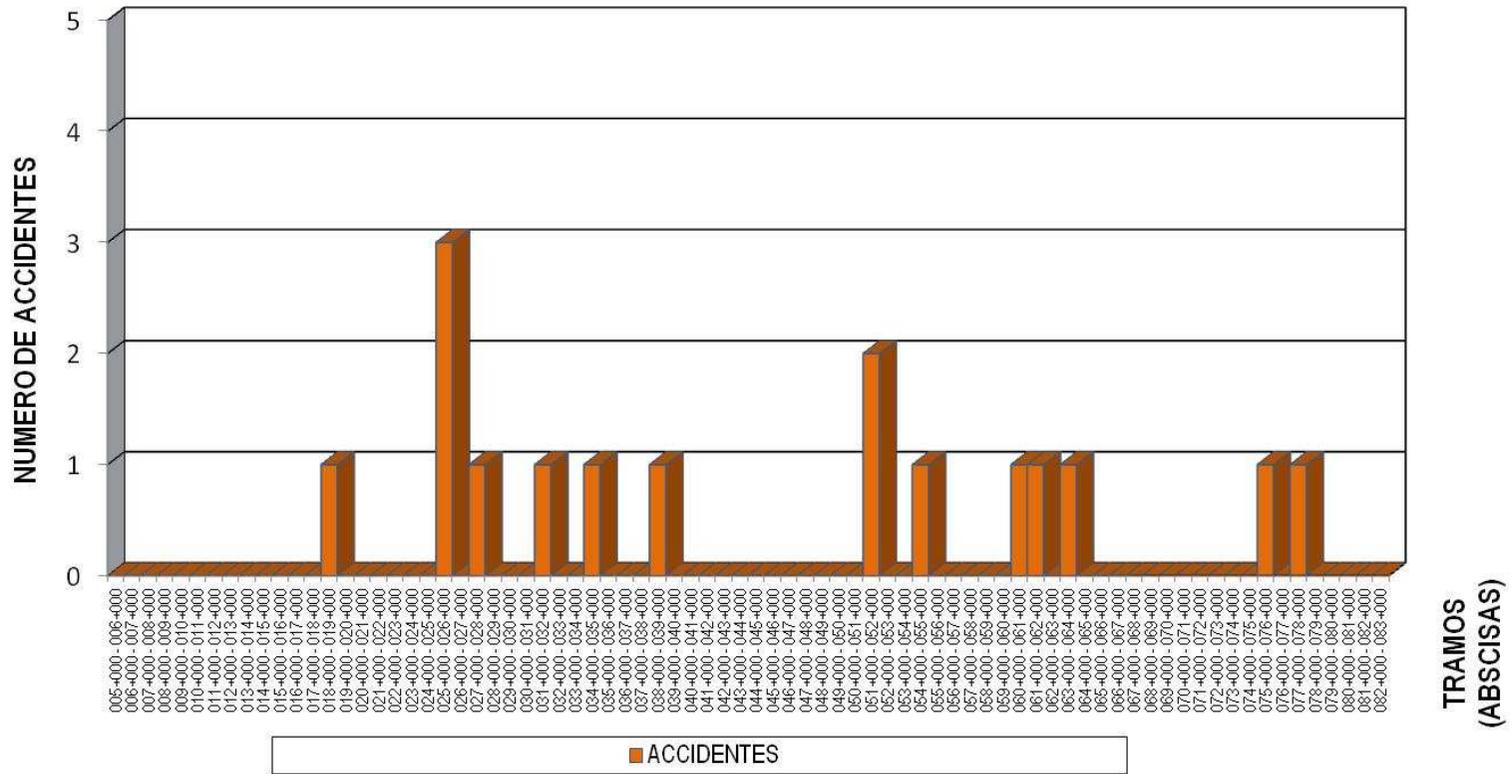


Figura 174. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Agosto de 2009)

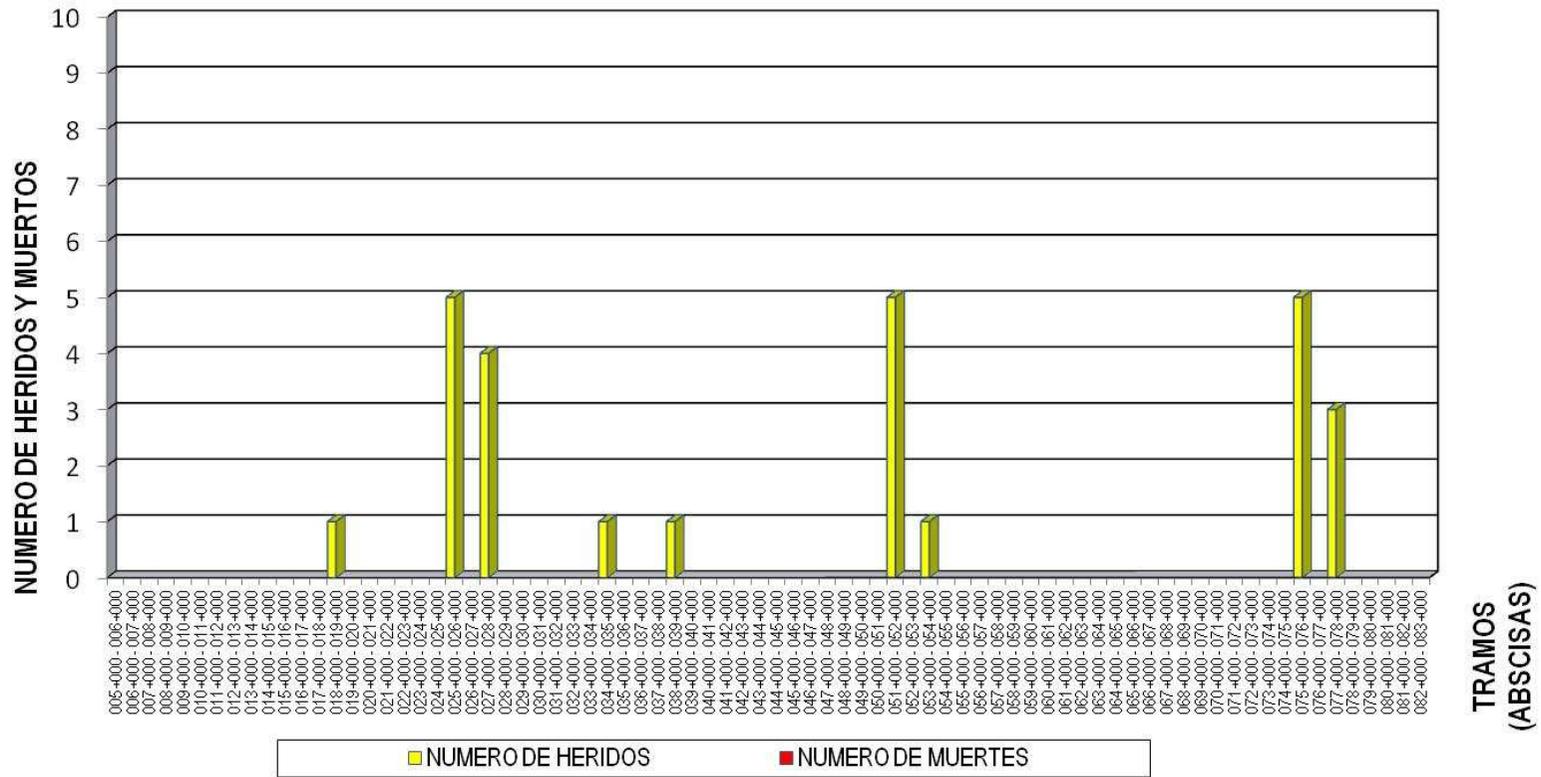


Tabla 37. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Septiembre de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-sep						
02-sep						
03-sep						
04-sep						
05-sep	K36+200	Accidente Motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
	K26+900	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
06-sep						
07-sep						
08-sep						
09-sep	K53+200	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
	K47+900	Accidente Motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
10-sep	K72+800	Colisión de Vehículos	2	0	0	Fallas humanas
11-sep	K74+500	Colisión de Vehículos	0	0	0	Fallas humanas
12-sep						
13-sep	K24+900	Salida de Calzada	0	8	1	Fallas humanas
14-sep						
15-sep	K30+500	Colisión de Vehículos	0	0	0	Fallas humanas
16-sep	K39+600	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas humanas
17-sep						
18-sep						
19-sep						
20-sep	K37+400	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
21-sep						
22-sep						
23-sep						
24-sep						
25-sep	K24+700	Colisión de Vehículo con	0	0	0	Caída de Piedra sobre
	K53+600	Accidente Motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
	K53+500	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
	K79+500	Salida de Calzada	0	0	0	Mancha de Aceite
	K16+600	Colisión de vehículos	2	0	0	Fallas humanas
26-sep						
27-sep						
28-sep	K31+750	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	K50+340	Caída de Piedra sobre	0	0	0	Caída de Piedra sobre
	K70+710	Colisión de vehículos	0	2	0	Exceso de velocidad
29-sep	K72+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas mecánicas
30-sep	K40+350	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
TOTALES			7	14	1	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>.

Figura 175. Número de accidentes a lo largo del tramo (Septiembre de 2009)

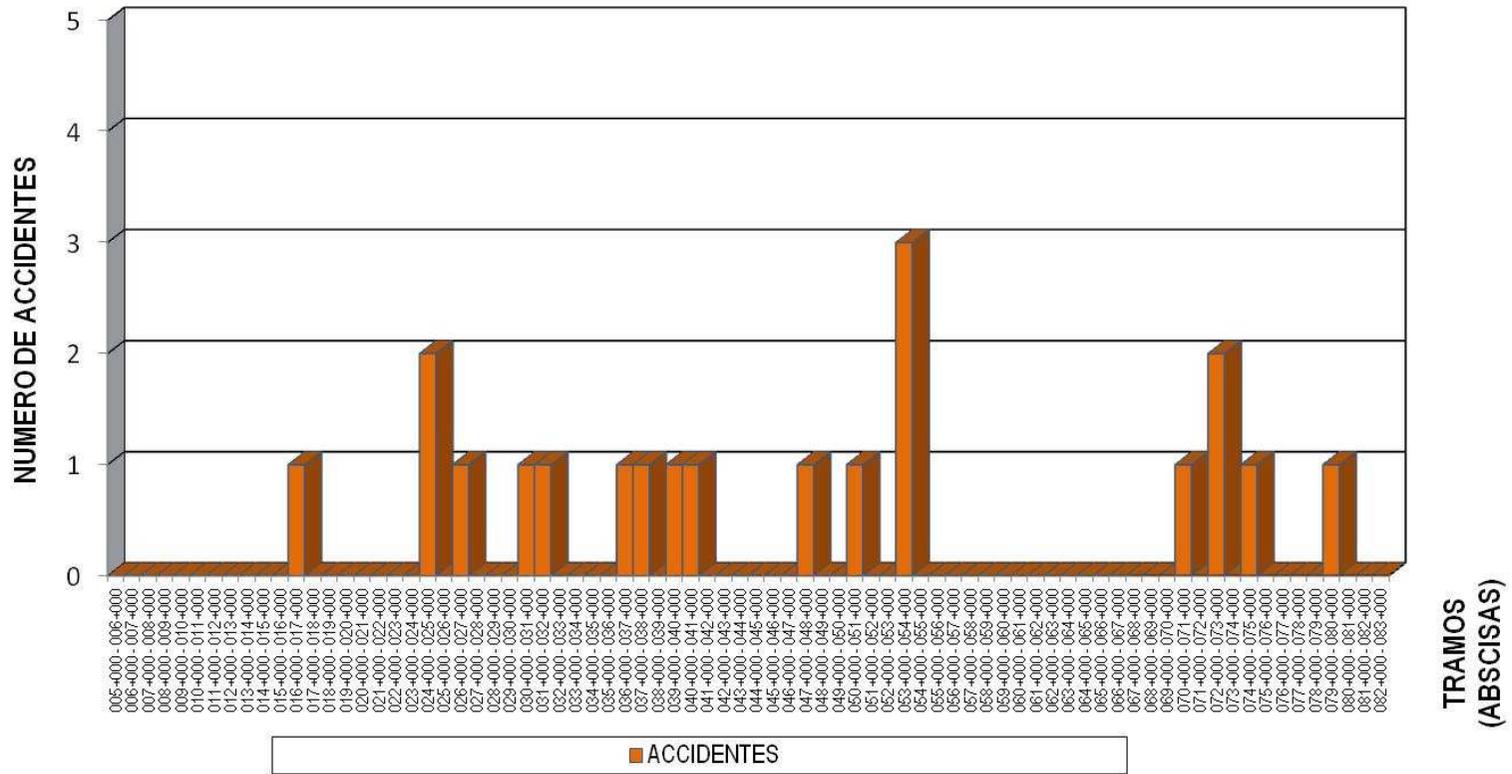


Figura 176. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Septiembre de 2009)

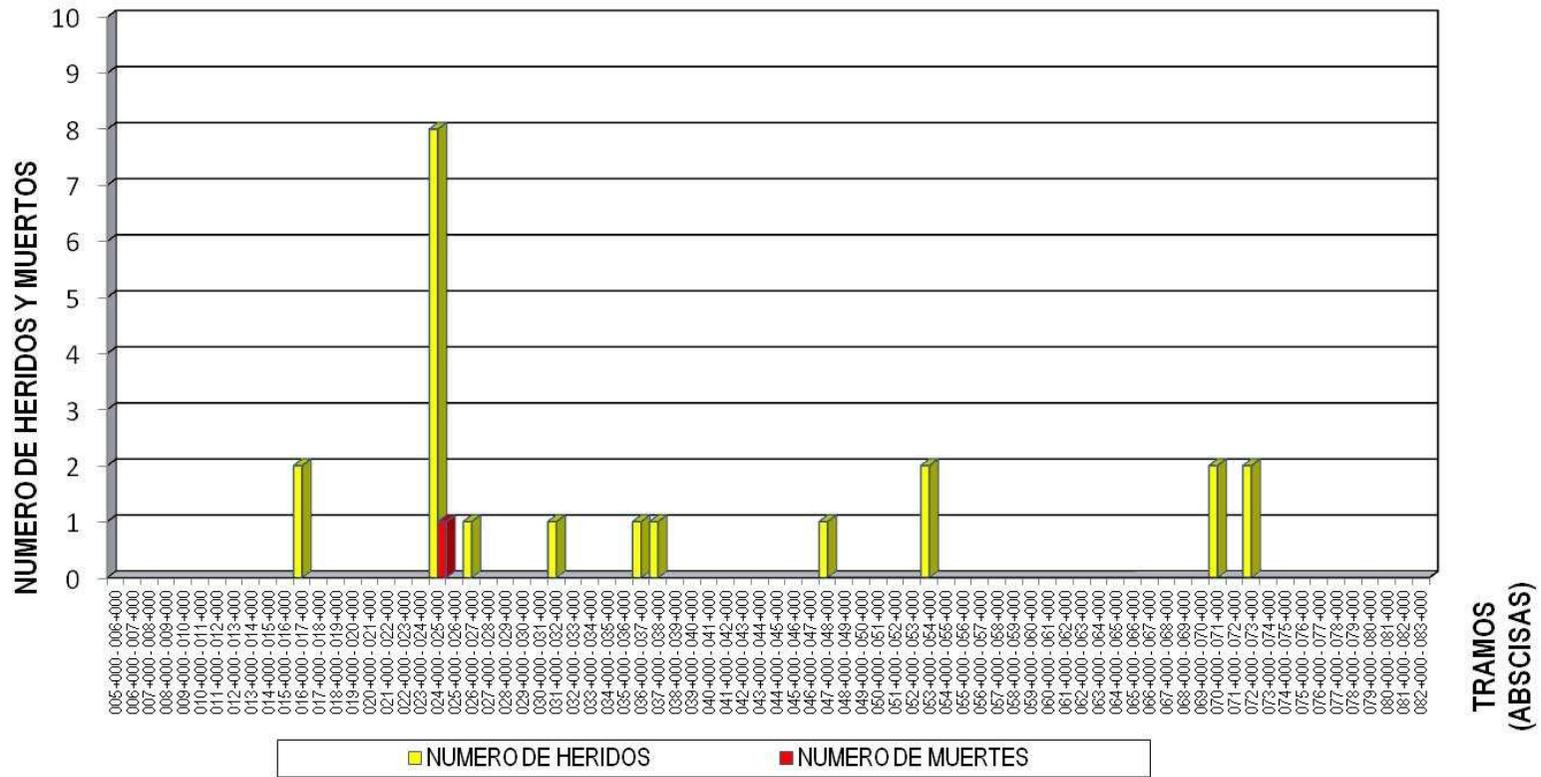


Tabla 38. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Octubre de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-oct						
02-oct						
03-oct						
04-oct	PR54+000	Accidente ciclistico	0	1	0	Fallas humanas
05-oct						
06-oct	PR56+980	Caída de piedra	0	0	0	Caída de piedra
07-oct	PR26+900	Salida de calzada	0	1	0	Superficie húmeda
08-oct	PR33+700	Salida de calzada	2	0	0	Fallas humanas
	PR79+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Exceso de velocidad
09-oct	PR22+800	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
10-oct						
11-oct	PR76+400	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR53+200	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	PR81+900	Salida de calzada	1	0	0	Estado de embriaguez
	PR51+900	Colisión de vehículos	1	3	0	Exceso de velocidad
	PR78+700	Accidente motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
	PR43+400	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
12-oct						
13-oct						
14-oct						
15-oct	PR46+600	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
	PR69+300	Accidente motocicleta	1	0	0	Fallas humanas
	PR73+500	Incendio de vehículo	0	0	0	Fallas mecánicas
16-oct						
17-oct	PR76+100	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
18-oct	PR72+000	Colisión de vehículos	0	0	1	Fallas humanas
19-oct	PR47+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
20-oct						
21-oct						
22-oct						
23-oct	PR77+100	Accidente motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
24-oct						
25-oct	PR79+000	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
26-oct						
27-oct	PR45+100	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
28-oct						
29-oct						
30-oct	PR81+250	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas mecánicas
	PR24+660	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
31-oct	PR39+950	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
TOTAL			6	15	6	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 177. Número de accidentes a lo largo del tramo (Octubre de 2009)

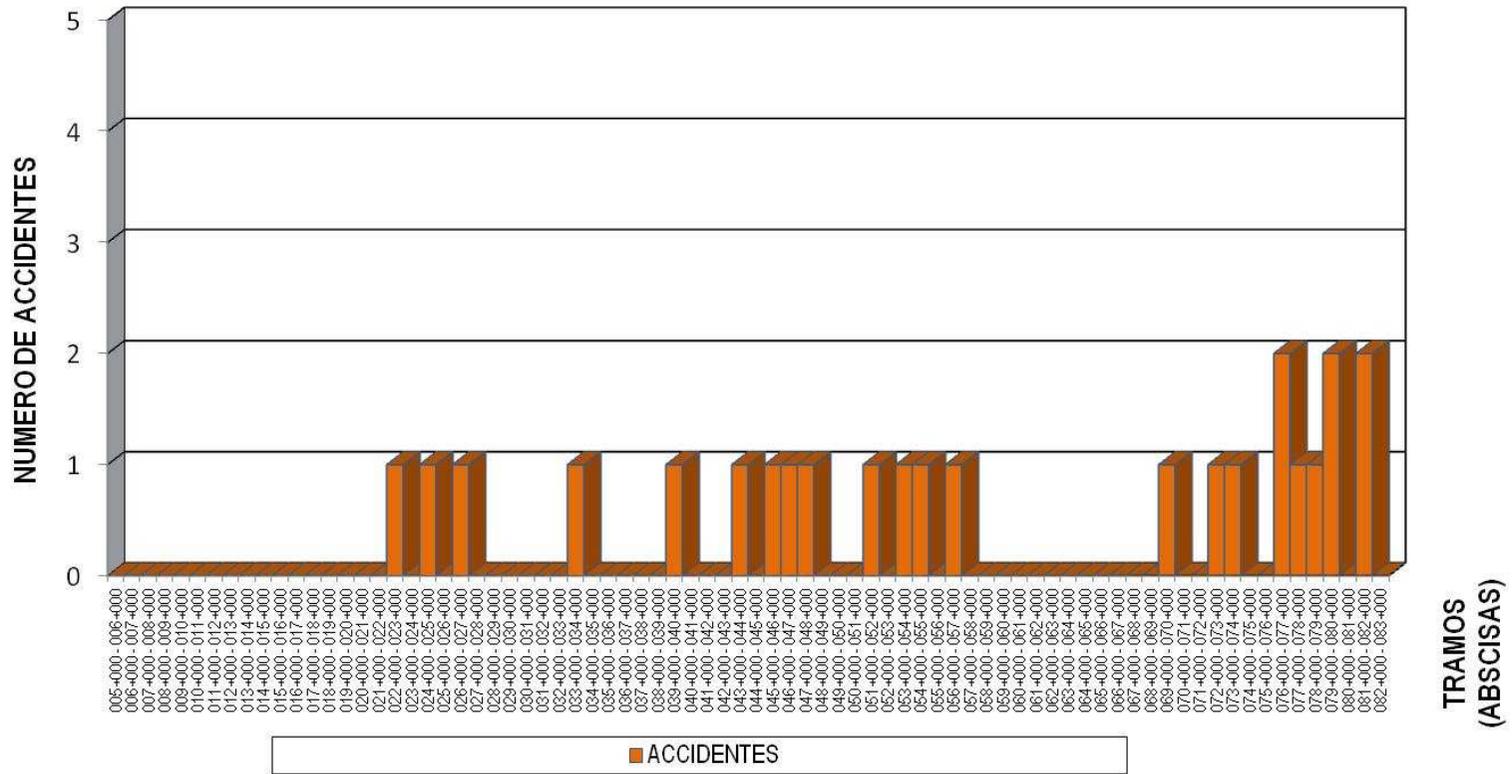


Figura 178. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Octubre de 2009)

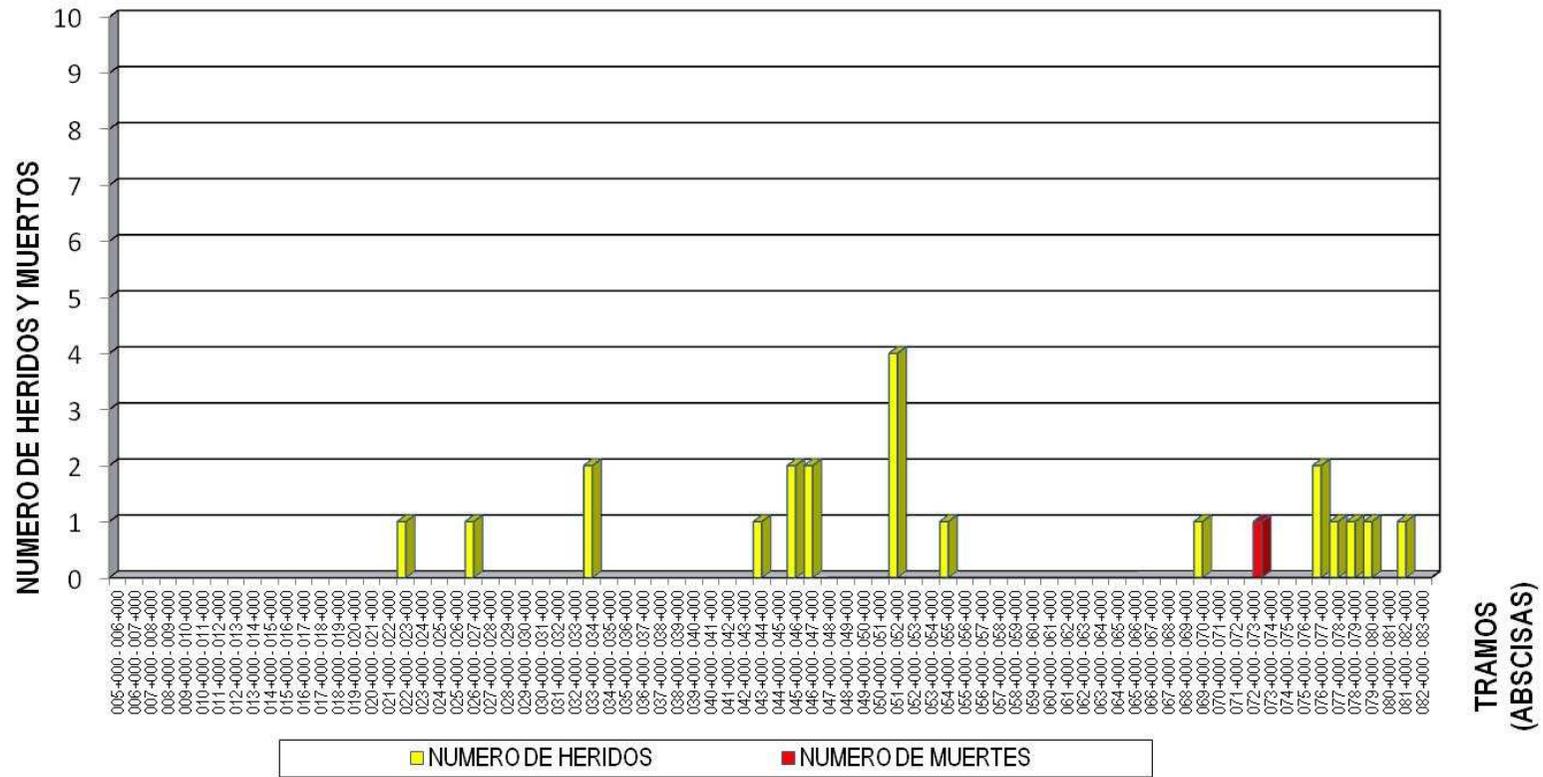


Tabla 39. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Noviembre de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-nov	PR58+250	Volcamiento	2	0	0	Fallas humanas
	PR64+620	Colisión de vehículos	0	1	1	Fallas humanas
	PR79+000	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
02-nov						
03-nov						
04-nov						
05-nov						
06-nov						
07-nov						
08-nov						
09-nov						
10-nov	PR37+300	Accidente motocicleta	0	1	0	Vehículo sin identificar
	PR35+300	Accidente motocicleta	0	2	0	Mancha de Combustible
11-nov	PR28+840	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
12-nov	PR32+800	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
13-nov						
14-nov						
15-nov						
16-nov	PR38+900	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
17-nov	PR76+700	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
	PR49+900	Colisión vehículo-animal	1	0	0	Animal en la vía
18-nov	PR60+600	Salida de calzada	0	0	0	ACPM en Calzada
19-nov						
20-nov	PR69+800	Caída de piedra sobre	1	0	0	Caída de piedra sobre
	PR54+200	Colisión de vehículos	0	2	0	Exceso de velocidad
21-nov						
22-nov						
23-nov						
24-nov	PR33+800	Colisión de vehículos	0	3	0	Fallas humanas
25-nov	PR51+120	Salida de calzada	0	0	0	Superficie húmeda
	PR57+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
26-nov						
27-nov	PR72+200	Colisión de vehículos	0	3	0	Invasión de carril
	PR74+600	Colisión de vehículos	1	5	0	Fallas humanas
28-nov	PR56+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	PR57+950	Accidente motocicleta	0	1	0	Cruce de peatón
	PR48+950	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR79+200	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
	PR61+500	Salida de calzada	2	0	0	Fallas humanas
	PR69+400	Accidente motocicleta	0	1	0	Atropello
29-nov	PR67+600	Colisión de vehículos	0	2	0	Fallas humanas
30-nov						
TOTALES			10	26	1	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 179. Número de accidentes a lo largo del tramo (Noviembre de 2009)

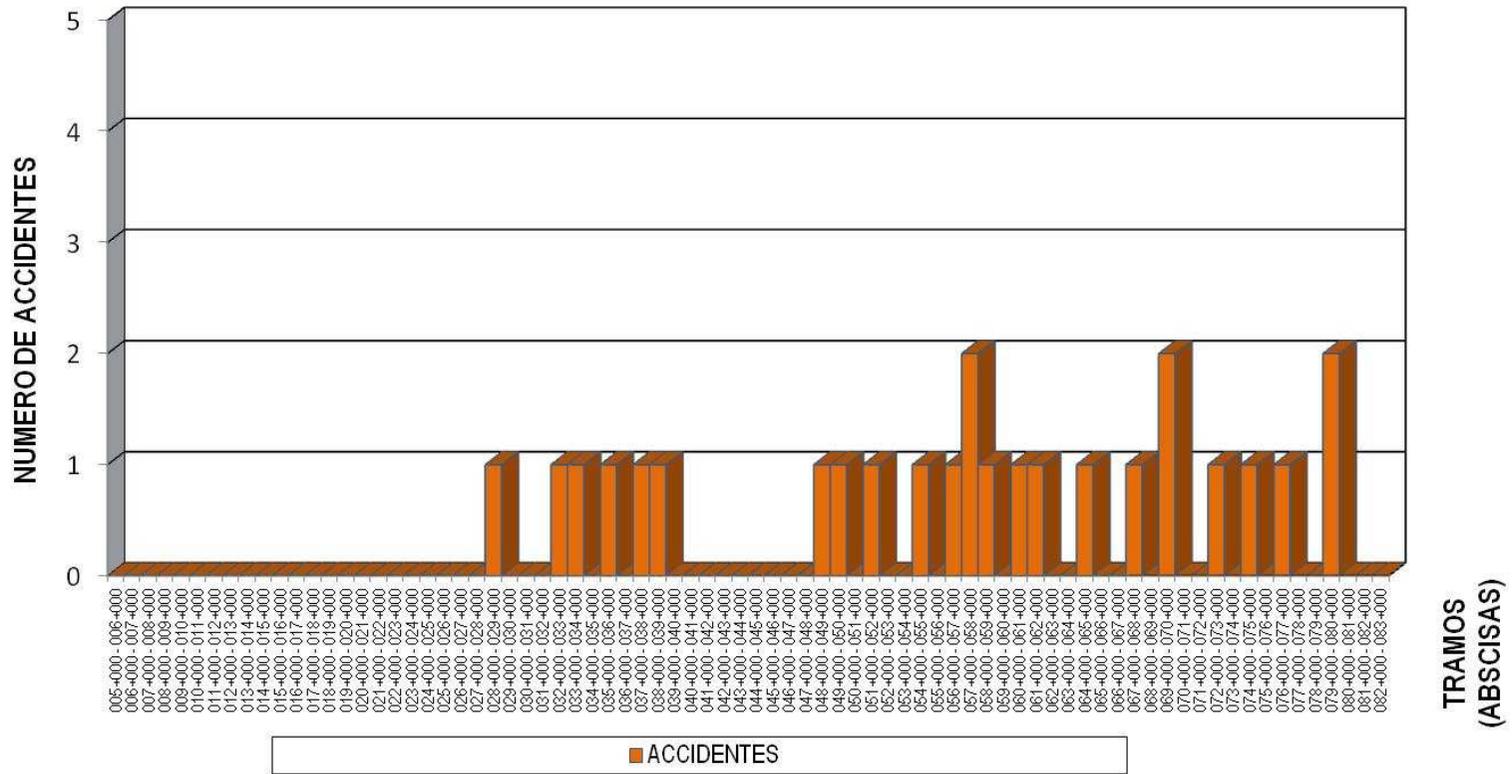


Figura 180. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Noviembre de 2009)

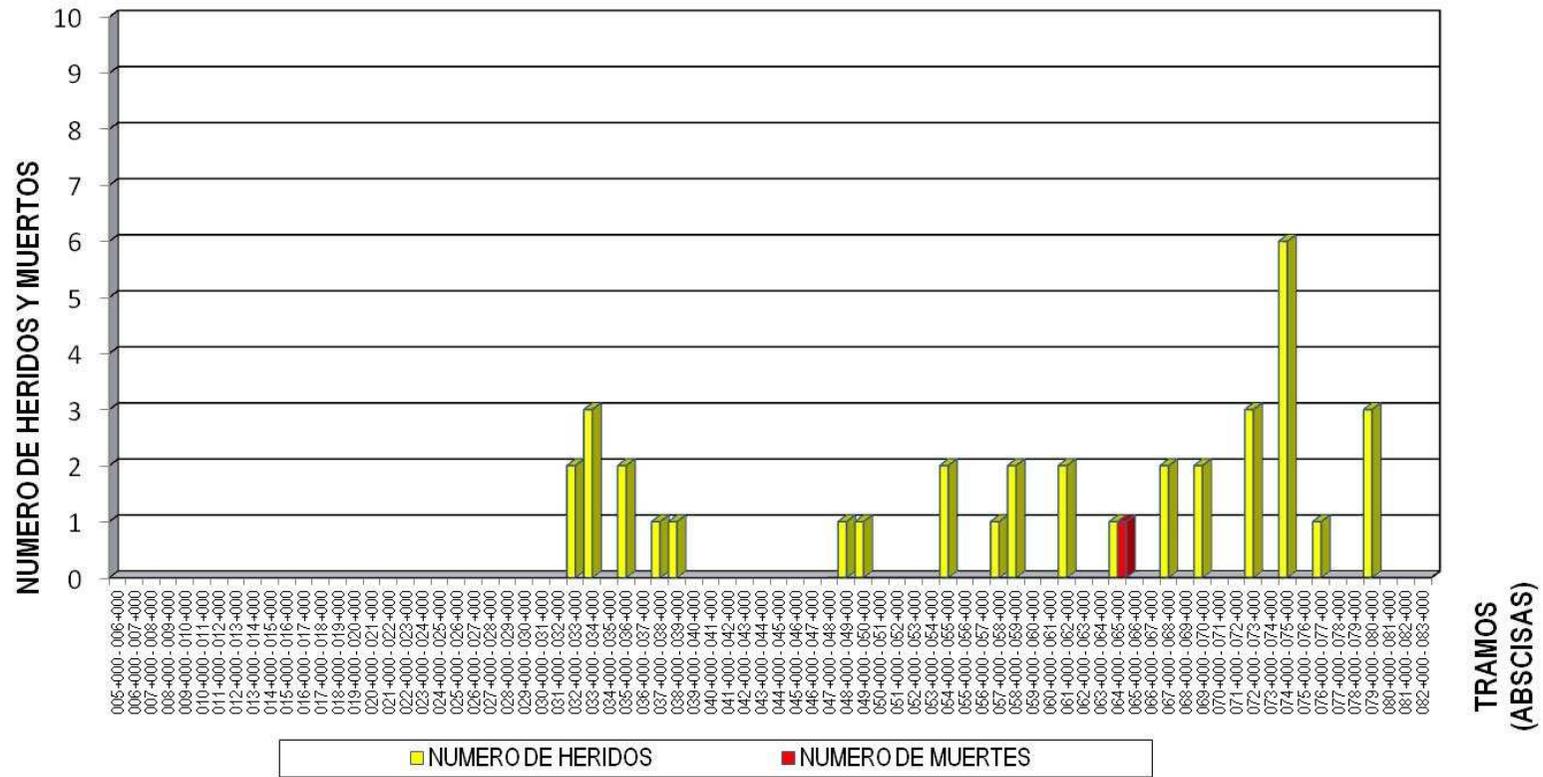


Tabla 40. Accidentalidad en la vía Tramo 2501 mes de Diciembre de 2009¹

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
01-dic	PR80+990	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
02-dic						
03-dic						
04-dic	PR60+600	Salida de calzada	3	1	0	Exceso de velocidad
05-dic	PR28+550	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
06-dic	PR53+150	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
07-dic	PR60+900	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	PR38+200	Atropello	1	0	0	Fallas humanas
08-dic	PR60+400	Salida de calzada	0	0	0	Exceso de velocidad
	PR25+500	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
	PR16+840	Salida de calzada	0	1	0	Exceso de velocidad
09-dic						
10-dic						
11-dic						
12-dic	PR48+800	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
	PR49+000	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
13-dic	PR75+900	Accidente motocicleta	0	1	0	Imprudencia motocicleta
14-dic						
15-dic						
16-dic	PR78+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Invasión de carril
17-dic						
18-dic						
19-dic	PR79+600	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	PR60+500	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	PR74+800	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso de velocidad
	PR60+600	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
20-dic						
21-dic	PR79+680	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
	PR67+530	Colisión de vehículos	1	0	0	Exceso de velocidad
22-dic						
23-dic	PR48+180	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR62+800	Colisión vehículo-animal	0	1	0	Semoviente en la vía
24-dic	PR35+400	Colisión con piedra	0	0	0	Piedra sobre calzada
25-dic	PR67+900	Volcamiento	0	0	0	Fallas humanas
26-dic						
27-dic	PR33+600	Colisión con piedra	0	0	0	Fallas humanas
28-dic	PR78+500	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
29-dic	PR50+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
30-dic						
31-dic	PR42+900	Salida de calzada	0	2	0	Fallas humanas
	PR27+100	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
TOTALES			11	11	0	

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT. {en línea}. Disponible en: <http://www.fpv.gov.co>

Figura 181. Número de accidentes a lo largo del tramo (Diciembre de 2009)

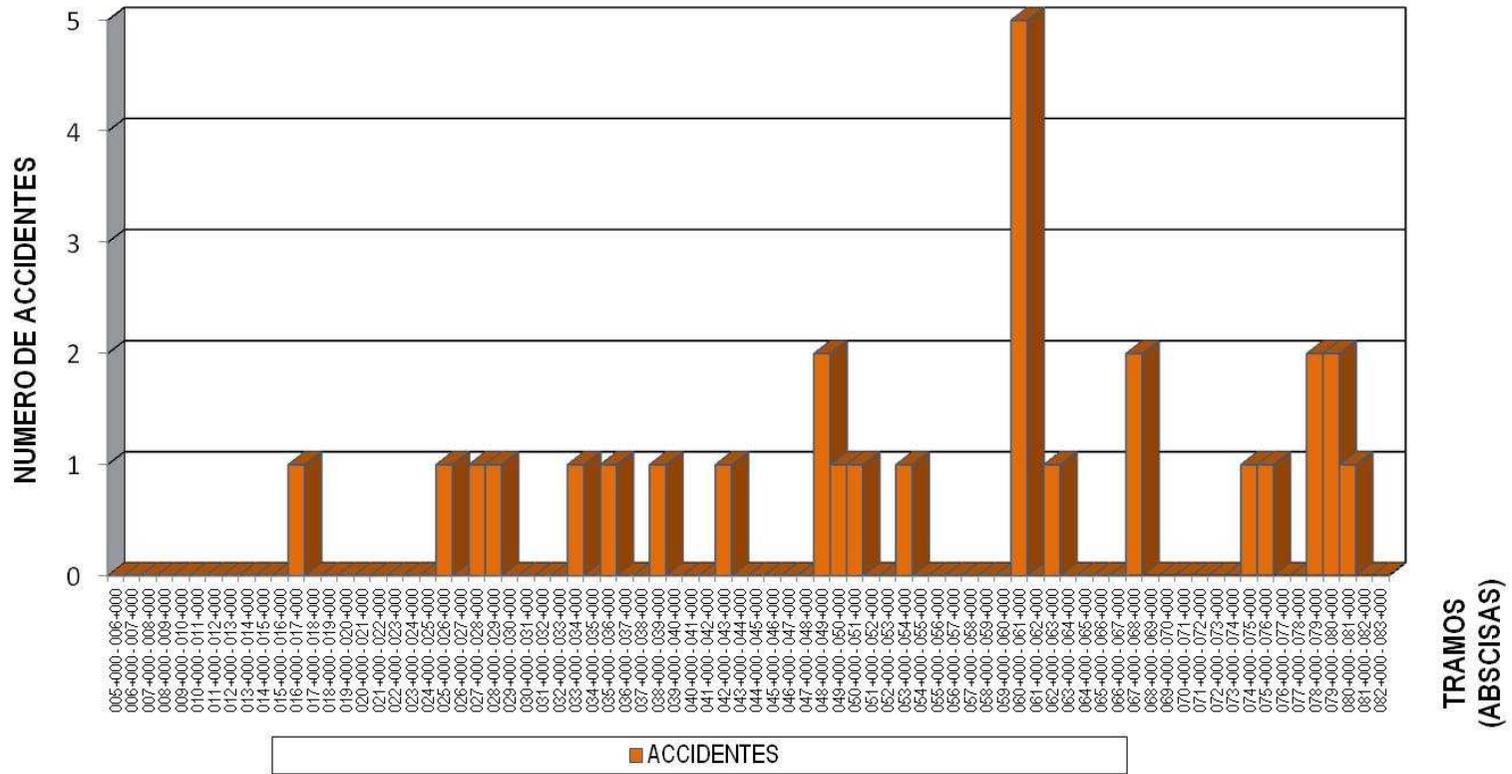


Figura 182. Número de heridos y muertos a lo largo del tramo (Diciembre de 2009)

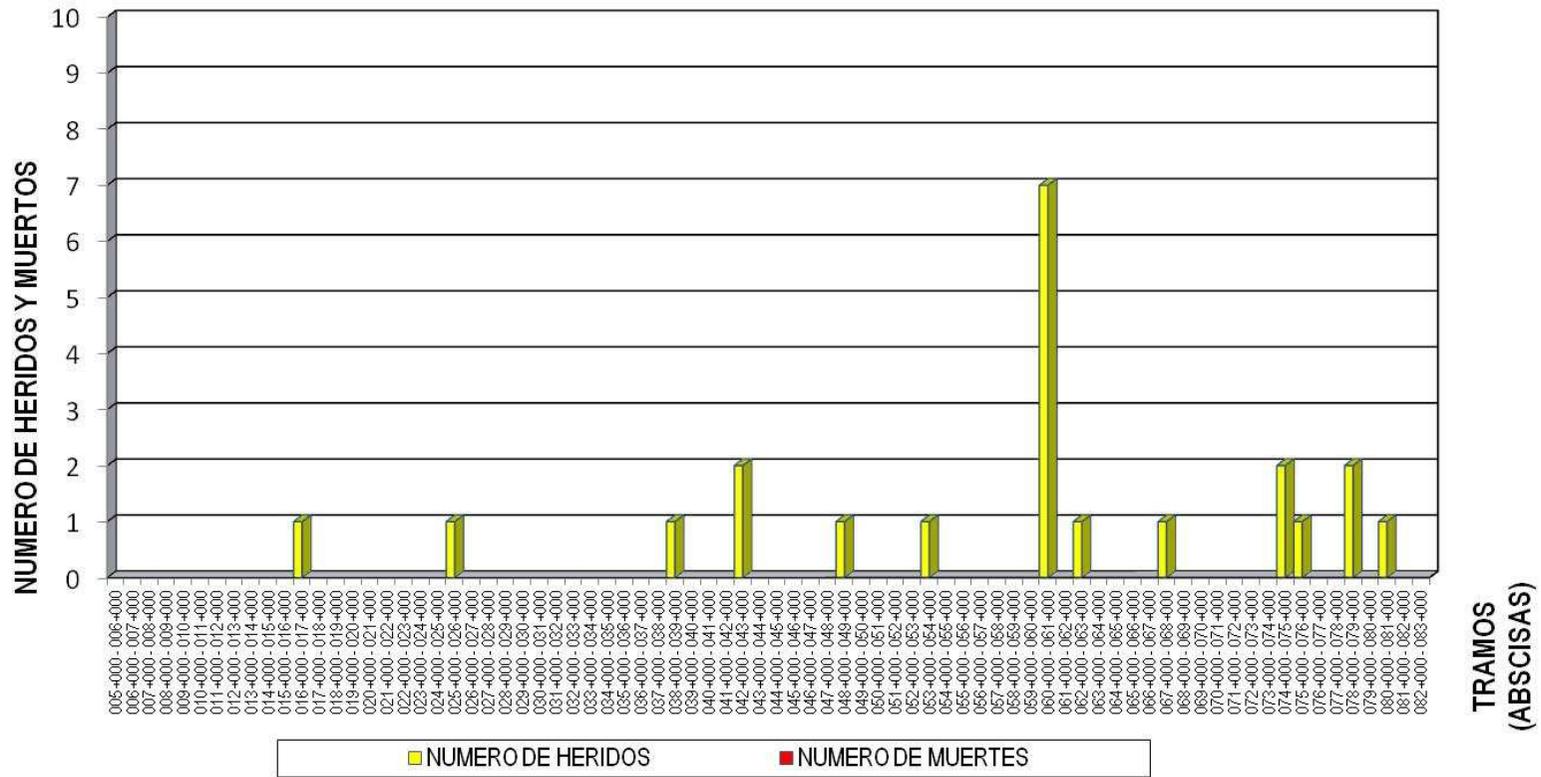
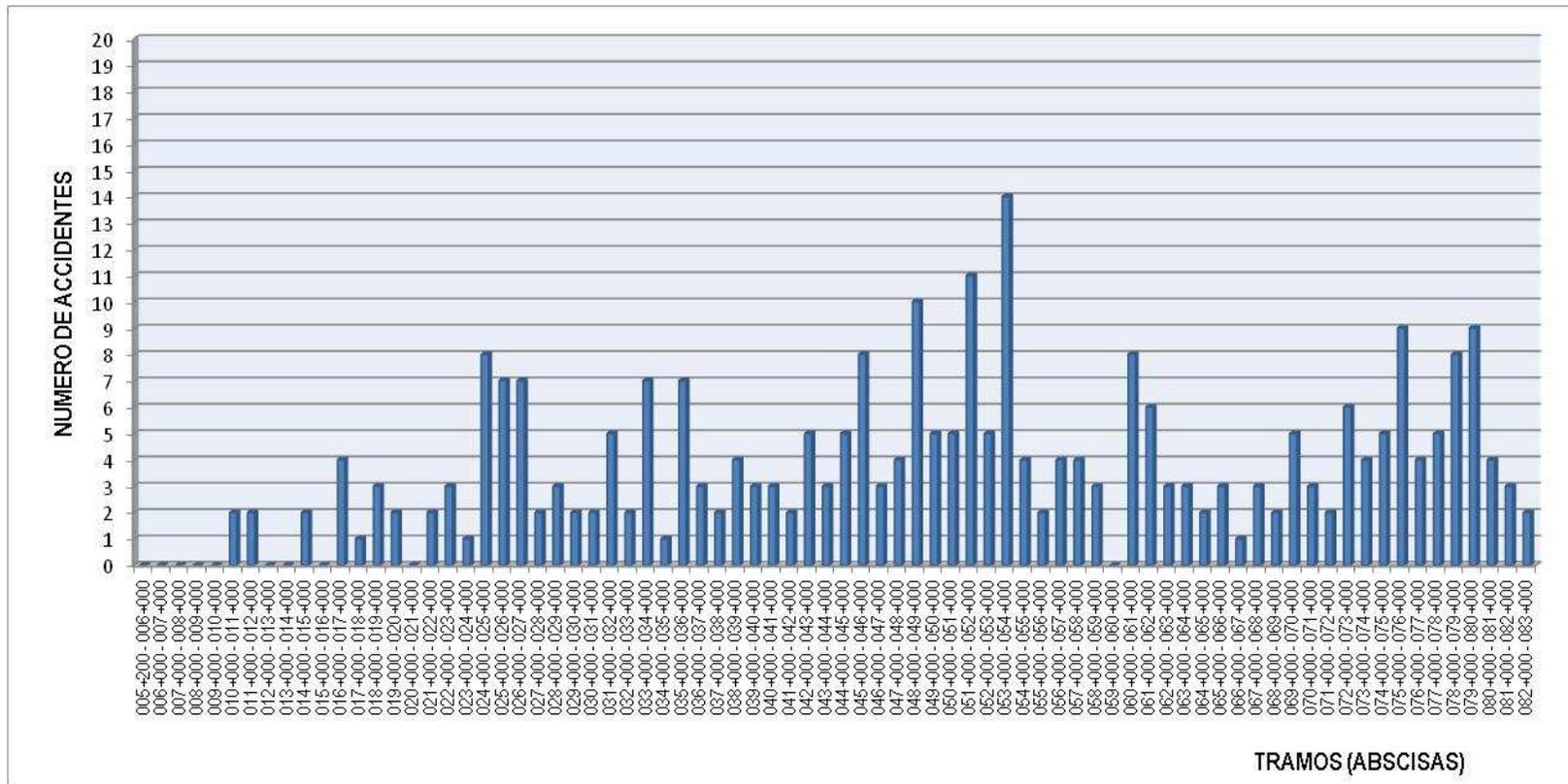


Figura 183. Número de accidentes a lo largo del tramo Enero a Diciembre de 2009



Posteriormente se calculan los índices básicos de accidentalidad; Índice de peligrosidad para accidentes totales, Índice de peligrosidad para accidentes con víctimas e Índice de Severidad, para cada tramo entre PR's consecutivos y para cada mes y año de análisis. A continuación se muestra la forma de cálculo para cada uno de los Índices.

Tabla 41. Índice de peligrosidad y tasa de muertos y heridos desde el PR 5+000 al PR 44+000 (2009)

TRAMO	ACCIDENTES	HERIDOS	MUERTOS	ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	TASA DE HERIDOS	TASA DE MUERTES
	(AÑO)	(AÑO)	(AÑO)			
005+000 - 006+000	0	0	0	-	-	-
006+000 - 007+000	0	0	0	-	-	-
007+000 - 008+000	0	0	0	-	-	-
008+000 - 009+000	0	0	0	-	-	-
009+000 - 010+000	0	0	0	-	-	-
010+000 - 011+000	2	2	0	0,51	10,00	-
011+000 - 012+000	2	1	0	0,51	5,00	-
012+000 - 013+000	0	0	0	-	-	-
013+000 - 014+000	0	0	0	-	-	-
014+000 - 015+000	2	0	0	0,51	-	-
015+000 - 016+000	0	0	0	-	-	-
016+000 - 017+000	4	4	0	1,02	10,00	-
017+000 - 018+000	1	1	0	0,26	10,00	-
018+000 - 019+000	3	6	0	0,77	20,00	-
019+000 - 020+000	2	2	0	0,51	10,00	-
020+000 - 021+000	0	0	0	-	-	-
021+000 - 022+000	2	2	0	0,51	10,00	-
022+000 - 023+000	3	1	0	0,77	3,33	-
023+000 - 024+000	1	0	0	0,26	-	-
024+000 - 025+000	8	11	1	2,05	13,75	1,25
025+000 - 026+000	7	6	0	1,79	8,57	-
026+000 - 027+000	7	7	2	1,79	10,00	2,86
027+000 - 028+000	2	4	0	0,51	20,00	-
028+000 - 029+000	3	1	0	0,77	3,33	-
029+000 - 030+000	2	2	0	0,51	10,00	-
030+000 - 031+000	2	0	0	0,51	-	-
031+000 - 032+000	5	1	0	1,28	2,00	-
032+000 - 033+000	2	2	0	0,51	10,00	-
033+000 - 034+000	7	7	2	1,79	10,00	2,86
034+000 - 035+000	1	1	0	0,26	10,00	-
035+000 - 036+000	7	5	0	1,79	7,14	-
036+000 - 037+000	3	1	0	0,77	3,33	-
037+000 - 038+000	2	2	0	0,51	10,00	-
038+000 - 039+000	4	3	0	1,02	7,50	-
039+000 - 040+000	3	2	0	0,77	6,67	-
040+000 - 041+000	3	2	0	0,77	6,67	-
041+000 - 042+000	2	3	0	0,51	15,00	-
042+000 - 043+000	5	3	0	1,28	6,00	-
043+000 - 044+000	3	1	0	0,77	3,33	-

Tabla 42. Índice de peligrosidad y tasa de muertos y heridos desde el PR 44+000 al PR 83+000 (2009)

TRAMO	ACCIDENTES (AÑO)	HERIDOS (AÑO)	MUERTOS (AÑO)	ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	TASA DE HERIDOS	TASA DE MUERTES
044+000 - 045+000	5	5	0	1,28	10,00	-
045+000 - 046+000	8	5	0	2,05	6,25	-
046+000 - 047+000	3	2	0	0,77	6,67	-
047+000 - 048+000	4	1	0	1,02	2,50	-
048+000 - 049+000	10	5	0	2,56	5,00	-
049+000 - 050+000	5	4	0	1,28	8,00	-
050+000 - 051+000	5	1	0	1,28	2,00	-
051+000 - 052+000	11	14	0	2,82	12,73	-
052+000 - 053+000	5	4	0	1,28	8,00	-
053+000 - 054+000	14	5	0	3,59	3,57	-
054+000 - 055+000	4	5	1	1,02	12,50	2,50
055+000 - 056+000	2	1	0	0,51	5,00	-
056+000 - 057+000	4	0	0	1,02	-	-
057+000 - 058+000	4	1	0	1,02	2,50	-
058+000 - 059+000	3	2	0	0,77	6,67	-
059+000 - 060+000	0	0	1	-	-	-
060+000 - 061+000	8	9	0	2,05	11,25	-
061+000 - 062+000	6	4	0	1,54	6,67	-
062+000 - 063+000	3	2	0	0,77	6,67	-
063+000 - 064+000	3	2	0	0,77	6,67	-
064+000 - 065+000	2	1	2	0,51	5,00	10,00
065+000 - 066+000	3	3	0	0,77	10,00	-
066+000 - 067+000	1	2	0	0,26	20,00	-
067+000 - 068+000	3	3	0	0,77	10,00	-
068+000 - 069+000	2	0	0	0,51	-	-
069+000 - 070+000	5	5	0	1,28	10,00	-
070+000 - 071+000	3	2	0	0,77	6,67	-
071+000 - 072+000	2	1	0	0,51	5,00	-
072+000 - 073+000	6	5	1	1,54	8,33	1,67
073+000 - 074+000	4	6	0	1,02	15,00	-
074+000 - 075+000	5	8	0	1,28	16,00	-
075+000 - 076+000	9	8	0	2,30	8,89	-
076+000 - 077+000	4	4	0	1,02	10,00	-
077+000 - 078+000	5	9	0	1,28	18,00	-
078+000 - 079+000	8	7	1	2,05	8,75	1,25
079+000 - 080+000	9	5	0	2,30	5,56	-
080+000 - 081+000	4	10	0	1,02	25,00	-
081+000 - 082+000	3	1	0	0,77	3,33	-
082+000 - 083+000	2	2	0	0,51	10,00	-

Figura 184. Índice de peligrosidad a lo largo del tramo (2009)

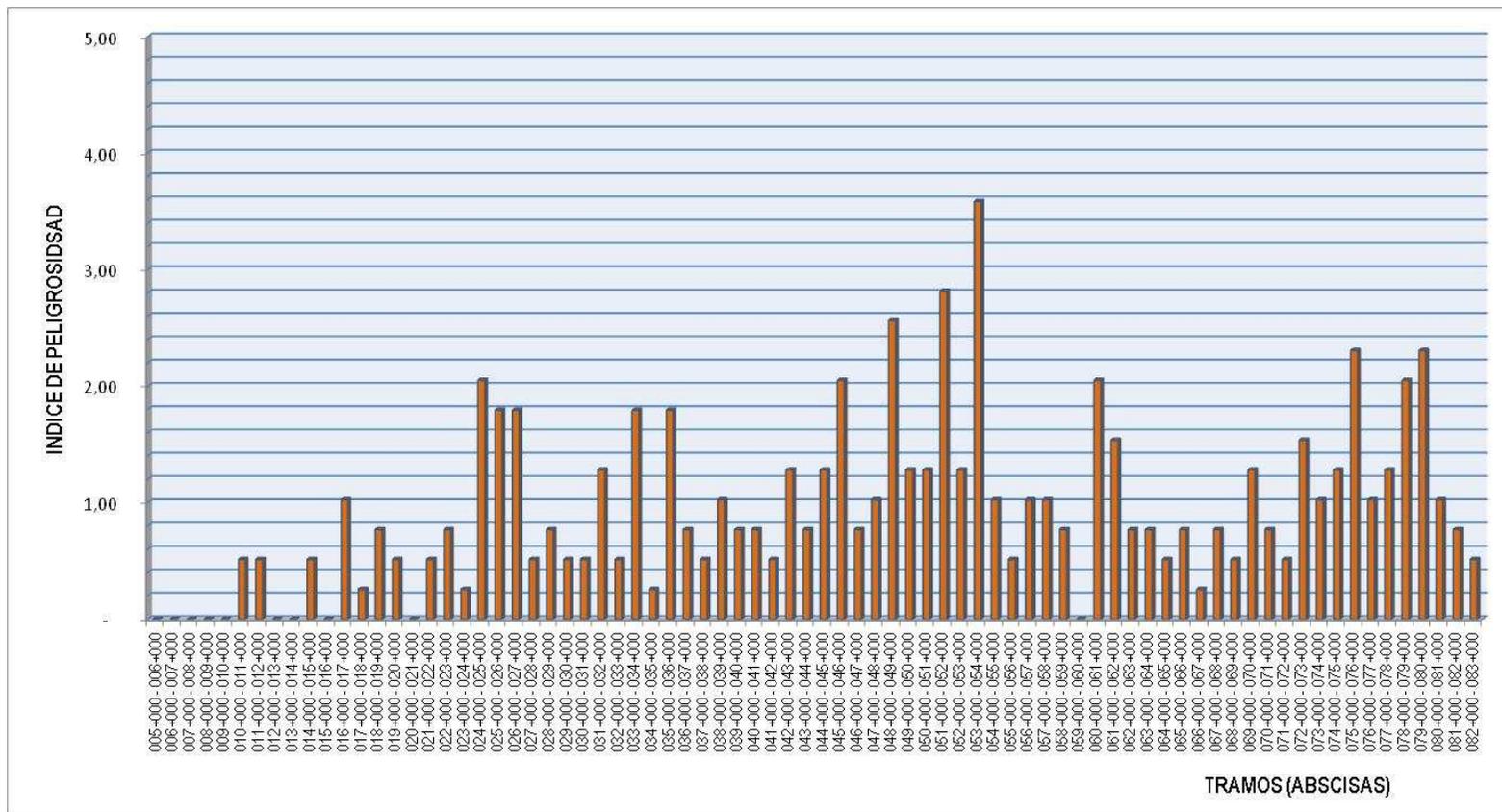


Figura 185. Tasa de heridos a lo largo del tramo (2009)

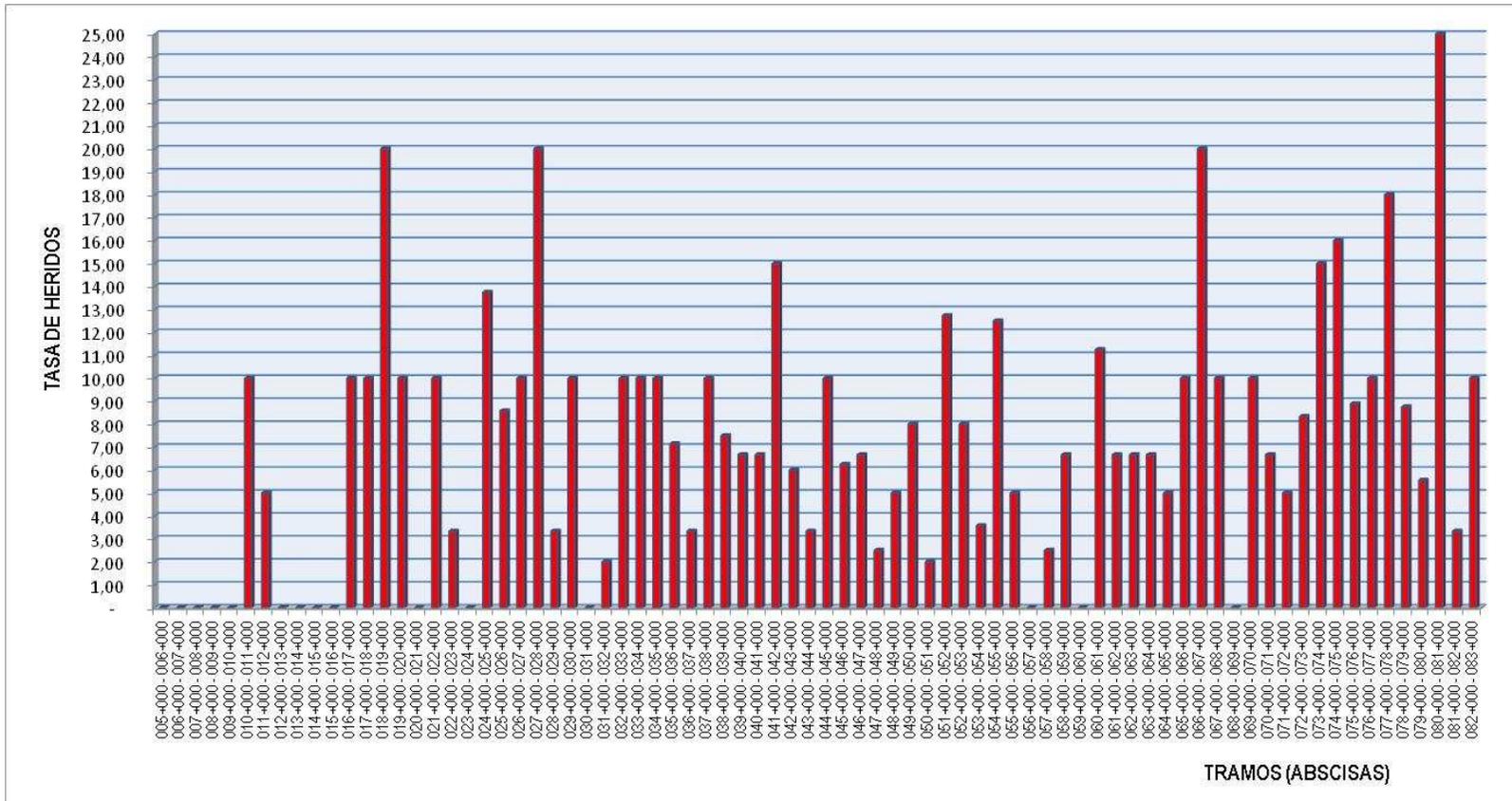
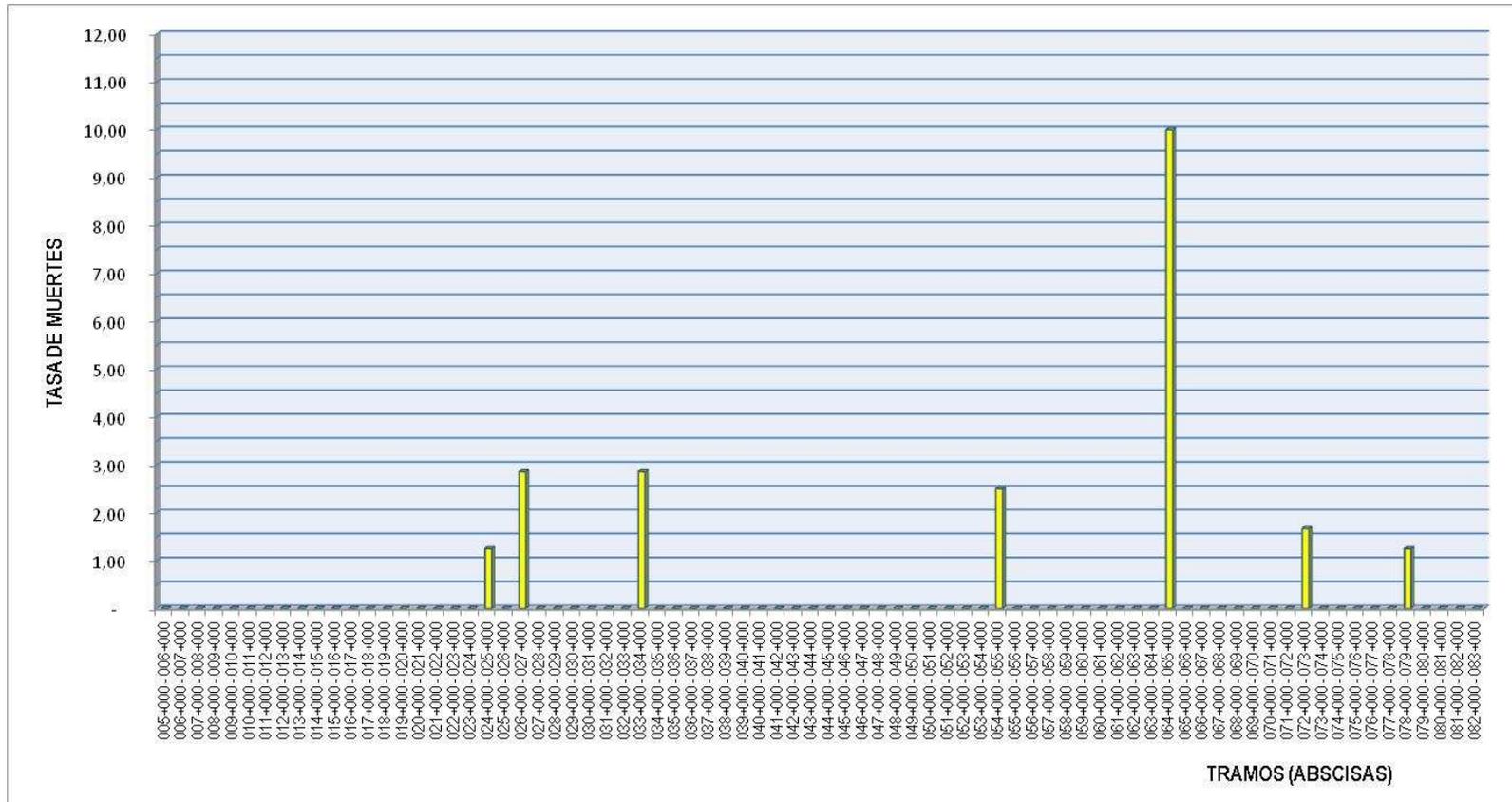


Figura 186. Tasa de muertos a lo largo del tramo (2009)



7.2.2 Definición de la media y desviación estándar. Se propone obtener la media y la desviación estándar para cada uno de los tres indicadores básicos mencionados y para los indicadores adicionales número de víctimas y accidentes con víctimas incluyendo los datos de todos los meses analizados para todos los sectores entre PR consecutivos; es decir, que si se pretende calcular el índice de peligrosidad medio de una vía, ésta se obtiene al sumar la totalidad de índices de severidad calculados para cada sector y para cada año, y posteriormente, dividirla por el número total de datos considerados.

Esta metodología ha sido concebida para aplicarse inicialmente en una sola vía. En la medida en que se implemente y se obtengan indicadores de accidentalidad para vías de características similares en cuanto a Tráfico Promedio Diario (TPD) y sección transversal, la media y la desviación estándar podrán incluir indicadores de dichas vías. Por lo tanto, existe la posibilidad de examinar conjuntamente la información de accidentalidad de sectores consecutivos de vías diferentes. La media de cada indicador de accidentalidad (\bar{X}) debe calcularse mediante la expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_{ij}}{n}$$

Siendo X_{ij} el valor del indicador de accidentalidad en cuestión para un sector i y un mes específico j de una vía, y n el total de sectores entre PR resultantes de considerar todos los años analizados.

Por ejemplo, si se analiza una vía con 3 sectores: PR 1+000 al PR 2+000, del PR 2+000 al PR 3+000, y desde el PR 3+000 al PR 4+000; y 2 meses de registro (Enero y febrero), entonces la media del indicador índice de accidentalidad se calcula así:

$$\text{Índice de accidentalidad (promedio)} = [\text{Índice (PR 1 a PR 2)}_{\text{enero}} + \text{Índice (PR 2 a PR 3)}_{\text{enero}} + \text{Índice (PR 3 a PR 4)}_{\text{enero}} + \text{Índice (PR 1 a PR 2)}_{\text{febrero}} + \text{Índice (PR 2 a PR 3)}_{\text{febrero}} + \text{Índice (PR 3 a PR 4)}_{\text{febrero}}] / 6$$

Adicionalmente, la desviación estándar de cada uno de los indicadores de accidentalidad analizados (σ), se obtiene aplicando la siguiente formulación: Donde \bar{X} es la media de cada indicador de accidentalidad, X_{ij} el valor de un indicador de accidentalidad para un sector i y un periodo específico j de la vía, y n corresponde al total de sectores entre PR obtenidos en el período considerado.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum [(X_{ij} - \bar{X})^2]}{n}}$$

7.2.3 Identificación preliminar de posibles sectores de concentración de accidentes. Se preseleccionan como sectores de concentración de accidentes los tramos en los cuales por lo menos uno de sus indicadores básicos iguala o supera a la media más la desviación estándar de todos los datos, aclarando que no es necesario que cumpla esta condición un mismo indicador para todos los periodos requeridos. Se utiliza el criterio de la media más la desviación estándar para seleccionar los tramos de concentración de accidentes que arroja la primera sectorización descrita en la sección cuyos indicadores básicos de accidentalidad luego son comparados con los de la segunda sectorización para así establecer los sectores críticos definitivos de la vía.

7.2.4 Definición de tramos de concentración de accidentes a partir de los resultados de la sectorización. Al comparar los indicadores básicos para los tramos preseleccionados en la sección (cálculo de la media y la desviación estándar de cada indicador para el periodo de análisis), es posible escoger como tramos de concentración de accidentes a aquellos que poseen los valores más altos para al menos dos de los tres indicadores básicos promedio de los periodos de registro.

7.2.5 Cálculo de la media y la desviación estándar de cada indicador de accidentalidad para el período de análisis. Denominando genéricamente X_i a cualquiera de los tres indicadores de accidentalidad básicos, índice de accidentalidad, promedio de accidentes con víctimas y promedio de víctimas, se procedió a integrar dichos indicadores en un mismo archivo, identificando su periodo (i) y el sector de la vía al cual corresponden. Posteriormente, se obtuvo la media y desviación estándar del período de enero a diciembre de 2009 para cada uno de los mencionados indicadores, haciendo uso de las ecuaciones planteadas (cálculo de la media y la desviación estándar de cada indicador) para todos los meses agrupados.

En las Tablas 43 al 48 se incluyen los resultados del análisis estadístico de cada uno de los indicadores de accidentalidad para el período analizado en cada una de las dos sectorizaciones previstas. En dichos cuadros se observan al final de la columna de cada indicador la media calculada con dos (2) decimales de aproximación. Adicionalmente, se creó la columna $(X_i - \text{media})$, en la cual se calcula la diferencia entre el indicador obtenido para un sector y un año específico y la media de dicho indicador; y $(X_i - \text{media})^2$, calculada como la resta mencionada anteriormente elevada al cuadrado. Al final de la columna $(X_i - \text{media})^2$ se incluye la sumatoria de dichos valores y en la celda de abajo la desviación estándar. Por último, en la parte inferior de estos cuadros se incluyen los valores X (media) + la desviación estándar (σ) para cada indicador, se sombrearon los indicadores anuales que cumplen con estos criterios.

Tabla 43. Determinación de la media y desviación estándar del índice de peligrosidad del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 (2009)

	ÍNDICE DE PELIGROSIDAD		Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
005+000 - 006+000	-	-	0,94	0,89
006+000 - 007+000	-	-	0,94	0,89
007+000 - 008+000	-	-	0,94	0,89
008+000 - 009+000	-	-	0,94	0,89
009+000 - 010+000	-	-	0,94	0,89
010+000 - 011+000	0,51	-	0,43	0,18
011+000 - 012+000	0,51	-	0,43	0,18
012+000 - 013+000	-	-	0,94	0,89
013+000 - 014+000	-	-	0,94	0,89
014+000 - 015+000	0,51	-	0,43	0,18
015+000 - 016+000	-	-	0,94	0,89
016+000 - 017+000	1,02	-	0,08	0,01
017+000 - 018+000	0,26	-	0,69	0,47
018+000 - 019+000	0,77	-	0,17	0,03
019+000 - 020+000	0,51	-	0,43	0,18
020+000 - 021+000	-	-	0,94	0,89
021+000 - 022+000	0,51	-	0,43	0,18
022+000 - 023+000	0,77	-	0,17	0,03
023+000 - 024+000	0,26	-	0,69	0,47
024+000 - 025+000	2,05	-	1,11	1,22
025+000 - 026+000	1,79	-	0,85	0,72
026+000 - 027+000	1,79	-	0,85	0,72
027+000 - 028+000	0,51	-	0,43	0,18
028+000 - 029+000	0,77	-	0,17	0,03
029+000 - 030+000	0,51	-	0,43	0,18
030+000 - 031+000	0,51	-	0,43	0,18
031+000 - 032+000	1,28	-	0,34	0,11
032+000 - 033+000	0,51	-	0,43	0,18
033+000 - 034+000	1,79	-	0,85	0,72
034+000 - 035+000	0,26	-	0,69	0,47
035+000 - 036+000	1,79	-	0,85	0,72
036+000 - 037+000	0,77	-	0,17	0,03
037+000 - 038+000	0,51	-	0,43	0,18
038+000 - 039+000	1,02	-	0,08	0,01
039+000 - 040+000	0,77	-	0,17	0,03
040+000 - 041+000	0,77	-	0,17	0,03
041+000 - 042+000	0,51	-	0,43	0,18
042+000 - 043+000	1,28	-	0,34	0,11
043+000 - 044+000	0,77	-	0,17	0,03
044+000 - 045+000	1,28	-	0,34	0,11
045+000 - 046+000	2,05	-	1,11	1,22
046+000 - 047+000	0,77	-	0,17	0,03
047+000 - 048+000	1,02	-	0,08	0,01
048+000 - 049+000	2,56	-	1,62	2,62
049+000 - 050+000	1,28	-	0,34	0,11
050+000 - 051+000	1,28	-	0,34	0,11
051+000 - 052+000	2,82	-	1,87	3,51

Tabla 44. Determinación de la media y desviación estándar del índice de peligrosidad del tramo en estudio desde el PR 52+000 al PR 83+000 (2009)

	ÍNDICE DE PELIGROSIDAD	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
052+000 - 053+000	1,28	0,34	0,11
053+000 - 054+000	3,59	2,64	6,98
054+000 - 055+000	1,02	0,08	0,01
055+000 - 056+000	0,51	0,43	0,18
056+000 - 057+000	1,02	0,08	0,01
057+000 - 058+000	1,02	0,08	0,01
058+000 - 059+000	0,77	0,17	0,03
059+000 - 060+000	-	0,94	0,89
060+000 - 061+000	2,05	1,11	1,22
061+000 - 062+000	1,54	0,59	0,35
062+000 - 063+000	0,77	0,17	0,03
063+000 - 064+000	0,77	0,17	0,03
064+000 - 065+000	0,51	0,43	0,18
065+000 - 066+000	0,77	0,17	0,03
066+000 - 067+000	0,26	0,69	0,47
067+000 - 068+000	0,77	0,17	0,03
068+000 - 069+000	0,51	0,43	0,18
069+000 - 070+000	1,28	0,34	0,11
070+000 - 071+000	0,77	0,17	0,03
071+000 - 072+000	0,51	0,43	0,18
072+000 - 073+000	1,54	0,59	0,35
073+000 - 074+000	1,02	0,08	0,01
074+000 - 075+000	1,28	0,34	0,11
075+000 - 076+000	2,30	1,36	1,86
076+000 - 077+000	1,02	0,08	0,01
077+000 - 078+000	1,28	0,34	0,11
078+000 - 079+000	2,05	1,11	1,22
079+000 - 080+000	2,30	1,36	1,86
080+000 - 081+000	1,02	0,08	0,01
081+000 - 082+000	0,77	0,17	0,03
082+000 - 083+000	0,51	0,43	0,18

SUMATORIA	73,50	-	40,59
n	78,00		
MEDIA	0,94		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,72		
MEDIA + DESV. ESTÁNDAR	1,66		

Tabla 45. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de heridos del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 (2009)

	TASA DE HERIDOS		$X_i - X_{media}$	$(X_i - X_{media})^2$
005+000 - 006+000	-	-	7,18	51,51
006+000 - 007+000	-	-	7,18	51,51
007+000 - 008+000	-	-	7,18	51,51
008+000 - 009+000	-	-	7,18	51,51
009+000 - 010+000	-	-	7,18	51,51
010+000 - 011+000	10,00	-	2,82	7,97
011+000 - 012+000	5,00	-	2,18	4,74
012+000 - 013+000	-	-	7,18	51,51
013+000 - 014+000	-	-	7,18	51,51
014+000 - 015+000	-	-	7,18	51,51
015+000 - 016+000	-	-	7,18	51,51
016+000 - 017+000	10,00	-	2,82	7,97
017+000 - 018+000	10,00	-	2,82	7,97
018+000 - 019+000	20,00	12,82	164,43	164,43
019+000 - 020+000	10,00	-	2,82	7,97
020+000 - 021+000	-	-	7,18	51,51
021+000 - 022+000	10,00	-	2,82	7,97
022+000 - 023+000	3,33	-	3,84	14,77
023+000 - 024+000	-	-	7,18	51,51
024+000 - 025+000	13,75	6,57	43,21	43,21
025+000 - 026+000	8,57	1,39	1,94	1,94
026+000 - 027+000	10,00	-	2,82	7,97
027+000 - 028+000	20,00	12,82	164,43	164,43
028+000 - 029+000	3,33	-	3,84	14,77
029+000 - 030+000	10,00	-	2,82	7,97
030+000 - 031+000	-	-	7,18	51,51
031+000 - 032+000	2,00	-	5,18	26,80
032+000 - 033+000	10,00	-	2,82	7,97
033+000 - 034+000	10,00	-	2,82	7,97
034+000 - 035+000	10,00	-	2,82	7,97
035+000 - 036+000	7,14	-	0,03	0,00
036+000 - 037+000	3,33	-	3,84	14,77
037+000 - 038+000	10,00	-	2,82	7,97
038+000 - 039+000	7,50	-	0,32	0,10
039+000 - 040+000	6,67	-	0,51	0,26
040+000 - 041+000	6,67	-	0,51	0,26
041+000 - 042+000	15,00	7,82	61,20	61,20
042+000 - 043+000	6,00	-	1,18	1,38
043+000 - 044+000	3,33	-	3,84	14,77
044+000 - 045+000	10,00	-	2,82	7,97
045+000 - 046+000	6,25	-	0,93	0,86
046+000 - 047+000	6,67	-	0,51	0,26
047+000 - 048+000	2,50	-	4,68	21,87
048+000 - 049+000	5,00	-	2,18	4,74
049+000 - 050+000	8,00	-	0,82	0,68
050+000 - 051+000	2,00	-	5,18	26,80
051+000 - 052+000	12,73	5,55	30,81	30,81

Tabla 46. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de heridos del tramo en estudio desde el PR 52+000 al PR 83+000 (2009)

	TASA DE HERIDOS		$X_i - X_{media}$	$(X_i - X_{media})^2$
052+000 - 053+000	8,00		0,82	0,68
053+000 - 054+000	3,57	-	3,61	13,00
054+000 - 055+000	12,50		5,32	28,34
055+000 - 056+000	5,00	-	2,18	4,74
056+000 - 057+000	-	-	7,18	51,51
057+000 - 058+000	2,50	-	4,68	21,87
058+000 - 059+000	6,67	-	0,51	0,26
059+000 - 060+000	-	-	7,18	51,51
060+000 - 061+000	11,25		4,07	16,59
061+000 - 062+000	6,67	-	0,51	0,26
062+000 - 063+000	6,67	-	0,51	0,26
063+000 - 064+000	6,67	-	0,51	0,26
064+000 - 065+000	5,00	-	2,18	4,74
065+000 - 066+000	10,00		2,82	7,97
066+000 - 067+000	20,00		12,82	164,43
067+000 - 068+000	10,00		2,82	7,97
068+000 - 069+000	-	-	7,18	51,51
069+000 - 070+000	10,00		2,82	7,97
070+000 - 071+000	6,67	-	0,51	0,26
071+000 - 072+000	5,00	-	2,18	4,74
072+000 - 073+000	8,33		1,16	1,34
073+000 - 074+000	15,00		7,82	61,20
074+000 - 075+000	16,00		8,82	77,85
075+000 - 076+000	8,89		1,71	2,93
076+000 - 077+000	10,00		2,82	7,97
077+000 - 078+000	18,00		10,82	117,14
078+000 - 079+000	8,75		1,57	2,47
079+000 - 080+000	5,56	-	1,62	2,63
080+000 - 081+000	25,00		17,82	317,67
081+000 - 082+000	3,33	-	3,84	14,77
082+000 - 083+000	10,00		2,82	7,97

SUMATORIA	559,79	-	2.380,40
n	78,00		
MEDIA	7,18		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	5,52		
MEDIA + DESV. ESTÁNDAR	12,70		

Tabla 47. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de muertos del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 (2009)

	TASA DE MUERTES	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
005+000 - 006+000	-	0,29	0,08
006+000 - 007+000	-	0,29	0,08
007+000 - 008+000	-	0,29	0,08
008+000 - 009+000	-	0,29	0,08
009+000 - 010+000	-	0,29	0,08
010+000 - 011+000	-	0,29	0,08
011+000 - 012+000	-	0,29	0,08
012+000 - 013+000	-	0,29	0,08
013+000 - 014+000	-	0,29	0,08
014+000 - 015+000	-	0,29	0,08
015+000 - 016+000	-	0,29	0,08
016+000 - 017+000	-	0,29	0,08
017+000 - 018+000	-	0,29	0,08
018+000 - 019+000	-	0,29	0,08
019+000 - 020+000	-	0,29	0,08
020+000 - 021+000	-	0,29	0,08
021+000 - 022+000	-	0,29	0,08
022+000 - 023+000	-	0,29	0,08
023+000 - 024+000	-	0,29	0,08
024+000 - 025+000	1,25	0,96	0,93
025+000 - 026+000	-	0,29	0,08
026+000 - 027+000	2,86	2,57	6,61
027+000 - 028+000	-	0,29	0,08
028+000 - 029+000	-	0,29	0,08
029+000 - 030+000	-	0,29	0,08
030+000 - 031+000	-	0,29	0,08
031+000 - 032+000	-	0,29	0,08
032+000 - 033+000	-	0,29	0,08
033+000 - 034+000	2,86	2,57	6,61
034+000 - 035+000	-	0,29	0,08
035+000 - 036+000	-	0,29	0,08
036+000 - 037+000	-	0,29	0,08
037+000 - 038+000	-	0,29	0,08
038+000 - 039+000	-	0,29	0,08
039+000 - 040+000	-	0,29	0,08
040+000 - 041+000	-	0,29	0,08
041+000 - 042+000	-	0,29	0,08
042+000 - 043+000	-	0,29	0,08
043+000 - 044+000	-	0,29	0,08
044+000 - 045+000	-	0,29	0,08
045+000 - 046+000	-	0,29	0,08
046+000 - 047+000	-	0,29	0,08
047+000 - 048+000	-	0,29	0,08
048+000 - 049+000	-	0,29	0,08
049+000 - 050+000	-	0,29	0,08
050+000 - 051+000	-	0,29	0,08
051+000 - 052+000	-	0,29	0,08

Tabla 48. Determinación de la media y desviación estándar de la tasa de muertos del tramo en desde el PR 52+000 al PR 83+000 (2009)

	TASA DE MUERTES	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
052+000 - 053+000	-	0,29	0,08
053+000 - 054+000	-	0,29	0,08
054+000 - 055+000	2,50	2,21	4,90
055+000 - 056+000	-	0,29	0,08
056+000 - 057+000	-	0,29	0,08
057+000 - 058+000	-	0,29	0,08
058+000 - 059+000	-	0,29	0,08
059+000 - 060+000	-	0,29	0,08
060+000 - 061+000	-	0,29	0,08
061+000 - 062+000	-	0,29	0,08
062+000 - 063+000	-	0,29	0,08
063+000 - 064+000	-	0,29	0,08
064+000 - 065+000	10,00	9,71	94,34
065+000 - 066+000	-	0,29	0,08
066+000 - 067+000	-	0,29	0,08
067+000 - 068+000	-	0,29	0,08
068+000 - 069+000	-	0,29	0,08
069+000 - 070+000	-	0,29	0,08
070+000 - 071+000	-	0,29	0,08
071+000 - 072+000	-	0,29	0,08
072+000 - 073+000	1,67	1,38	1,90
073+000 - 074+000	-	0,29	0,08
074+000 - 075+000	-	0,29	0,08
075+000 - 076+000	-	0,29	0,08
076+000 - 077+000	-	0,29	0,08
077+000 - 078+000	-	0,29	0,08
078+000 - 079+000	1,25	0,96	0,93
079+000 - 080+000	-	0,29	0,08
080+000 - 081+000	-	0,29	0,08
081+000 - 082+000	-	0,29	0,08
082+000 - 083+000	-	0,29	0,08

SUMATORIA	22,38	-	122,06
n	78,00		
MEDIA	0,29		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,25		
MEDIA + DESV. ESTÁNDAR	1,54		

7.2.6 Identificación de posibles sectores de concentración de accidentes. De acuerdo con el criterio de seleccionar como posibles sectores críticos por accidentalidad a todos aquellos sectores en los cuales al menos un indicador básico de accidentalidad supere o iguale a la media más la desviación estándar de todos los datos del período 2009, se identificaron los tramos PR 18+000 al PR 19+000, PR 24+000 al PR 25+000, PR 25+000 al PR 26+000, PR 26+000 al PR 27+000, PR 27+000 al PR 28+000, PR 33+000 al PR 34+000, PR 35+000 al PR 36+000, PR 41+000 al PR 42+000, PR 45+000 al PR 46+000, PR 48+000 al PR 49+000, PR 51+000 al PR 52+000, PR 53+000 al PR 54+000, PR 54+000 al PR 55+000, PR 60+000 al PR 61+000, PR 64+000 al PR 65+000, PR 66+000 al PR 67+000, PR 72+000 al PR 73+000, PR 73+000 al PR 74+000, PR 74+000 al PR 75+000, PR 75+000 al PR 76+000, PR 77+000 al PR 78+000, PR 78+000 al PR 79+000, PR 79+000 al PR 80+000, PR 80+000 al PR 81+000.

Para establecer cuales tramos del área de estudio reviste mayor peligrosidad en accidentes de tránsito se debe aplicar los criterios de morbilidad y mortalidad, es decir, aunque la presencia de accidentes en un tramo en particular implique mayor número de accidentes, no necesariamente este tramo sea el de mayor peligrosidad o de alto riesgo.

Tabla 49. Determinación de los puntos críticos con al menos un indicador de accidentalidad del tramo en estudio desde el PR 5+000 al PR 52+000 (2009)

	IP	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²	TH	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²	TM	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
005+000 - 006+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
006+000 - 007+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
007+000 - 008+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
008+000 - 009+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
009+000 - 010+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
010+000 - 011+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
011+000 - 012+000	0,51	-0,43	0,18	5,00	-2,18	4,74	0,00	-0,29	0,08
012+000 - 013+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
013+000 - 014+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
014+000 - 015+000	0,51	-0,43	0,18	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
015+000 - 016+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
016+000 - 017+000	1,02	0,08	0,01	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
017+000 - 018+000	0,26	-0,69	0,47	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
018+000 - 019+000	0,77	-0,17	0,03	20,00	12,82	164,43	0,00	-0,29	0,08
019+000 - 020+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
020+000 - 021+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
021+000 - 022+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
022+000 - 023+000	0,77	-0,17	0,03	3,33	-3,84	14,77	0,00	-0,29	0,08
023+000 - 024+000	0,26	-0,69	0,47	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
024+000 - 025+000	2,05	1,11	1,22	13,75	6,57	43,21	1,25	0,96	0,93
025+000 - 026+000	1,79	0,85	0,72	8,57	1,39	1,94	0,00	-0,29	0,08
026+000 - 027+000	1,79	0,85	0,72	10,00	2,82	7,97	2,86	2,57	6,61
027+000 - 028+000	0,51	-0,43	0,18	20,00	12,82	164,43	0,00	-0,29	0,08
028+000 - 029+000	0,77	-0,17	0,03	3,33	-3,84	14,77	0,00	-0,29	0,08
029+000 - 030+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
030+000 - 031+000	0,51	-0,43	0,18	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
031+000 - 032+000	1,28	0,34	0,11	2,00	-5,18	26,80	0,00	-0,29	0,08
032+000 - 033+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
033+000 - 034+000	1,79	0,85	0,72	10,00	2,82	7,97	2,86	2,57	6,61
034+000 - 035+000	0,26	-0,69	0,47	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
035+000 - 036+000	1,79	0,85	0,72	7,14	-0,03	0,00	0,00	-0,29	0,08
036+000 - 037+000	0,77	-0,17	0,03	3,33	-3,84	14,77	0,00	-0,29	0,08
037+000 - 038+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
038+000 - 039+000	1,02	0,08	0,01	7,50	0,32	0,10	0,00	-0,29	0,08
039+000 - 040+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
040+000 - 041+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
041+000 - 042+000	0,51	-0,43	0,18	15,00	7,82	61,20	0,00	-0,29	0,08
042+000 - 043+000	1,28	0,34	0,11	6,00	-1,18	1,38	0,00	-0,29	0,08
043+000 - 044+000	0,77	-0,17	0,03	3,33	-3,84	14,77	0,00	-0,29	0,08
044+000 - 045+000	1,28	0,34	0,11	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
045+000 - 046+000	2,05	1,11	1,22	6,25	-0,93	0,86	0,00	-0,29	0,08
046+000 - 047+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
047+000 - 048+000	1,02	0,08	0,01	2,50	-4,68	21,87	0,00	-0,29	0,08
048+000 - 049+000	2,56	1,62	2,62	5,00	-2,18	4,74	0,00	-0,29	0,08
049+000 - 050+000	1,28	0,34	0,11	8,00	0,82	0,68	0,00	-0,29	0,08
050+000 - 051+000	1,28	0,34	0,11	2,00	-5,18	26,80	0,00	-0,29	0,08
051+000 - 052+000	2,82	1,87	3,51	12,73	5,55	30,81	0,00	-0,29	0,08

Tabla 50. Determinación de los puntos críticos con al menos un indicador de accidentalidad del tramo en estudio desde el PR 52+000 al PR 83+000 (2009)

	IP	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²	TH	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²	TM	Xi - Xmedia	(Xi - Xmedia) ²
052+000 - 053+000	1,28	0,34	0,11	8,00	0,82	0,68	0,00	-0,29	0,08
053+000 - 054+000	3,59	2,64	6,98	3,57	-3,61	13,00	0,00	-0,29	0,08
054+000 - 055+000	1,02	0,08	0,01	12,50	5,32	28,34	2,50	2,21	4,90
055+000 - 056+000	0,51	-0,43	0,18	5,00	-2,18	4,74	0,00	-0,29	0,08
056+000 - 057+000	1,02	0,08	0,01	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
057+000 - 058+000	1,02	0,08	0,01	2,50	-4,68	21,87	0,00	-0,29	0,08
058+000 - 059+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
059+000 - 060+000	0,00	-0,94	0,89	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
060+000 - 061+000	2,05	1,11	1,22	11,25	4,07	16,59	0,00	-0,29	0,08
061+000 - 062+000	1,54	0,59	0,35	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
062+000 - 063+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
063+000 - 064+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
064+000 - 065+000	0,51	-0,43	0,18	5,00	-2,18	4,74	10,00	9,71	94,34
065+000 - 066+000	0,77	-0,17	0,03	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
066+000 - 067+000	0,26	-0,69	0,47	20,00	12,82	164,43	0,00	-0,29	0,08
067+000 - 068+000	0,77	-0,17	0,03	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
068+000 - 069+000	0,51	-0,43	0,18	0,00	-7,18	51,51	0,00	-0,29	0,08
069+000 - 070+000	1,28	0,34	0,11	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
070+000 - 071+000	0,77	-0,17	0,03	6,67	-0,51	0,26	0,00	-0,29	0,08
071+000 - 072+000	0,51	-0,43	0,18	5,00	-2,18	4,74	0,00	-0,29	0,08
072+000 - 073+000	1,54	0,59	0,35	8,33	1,16	1,34	1,67	1,38	1,90
073+000 - 074+000	1,02	0,08	0,01	15,00	7,82	61,20	0,00	-0,29	0,08
074+000 - 075+000	1,28	0,34	0,11	16,00	8,82	77,85	0,00	-0,29	0,08
075+000 - 076+000	2,30	1,36	1,86	8,89	1,71	2,93	0,00	-0,29	0,08
076+000 - 077+000	1,02	0,08	0,01	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08
077+000 - 078+000	1,28	0,34	0,11	18,00	10,82	117,14	0,00	-0,29	0,08
078+000 - 079+000	2,05	1,11	1,22	8,75	1,57	2,47	1,25	0,96	0,93
079+000 - 080+000	2,30	1,36	1,86	5,56	-1,62	2,63	0,00	-0,29	0,08
080+000 - 081+000	1,02	0,08	0,01	25,00	17,82	317,67	0,00	-0,29	0,08
081+000 - 082+000	0,77	-0,17	0,03	3,33	-3,84	14,77	0,00	-0,29	0,08
082+000 - 083+000	0,51	-0,43	0,18	10,00	2,82	7,97	0,00	-0,29	0,08

Teniendo en cuenta la información mostrada en las tablas anteriores se consideraran los PR que tengan los valores más altos en dos de los tres indicadores básicos de accidentalidad para el periodo de análisis.

La Tabla 51 muestra los PR que cumplen con la requisición anterior y adicionalmente se presenta el cálculo de los indicadores básicos promedio.

Tabla 51. Tramo de vía con dos de los indicadores básicos.

	ÍNDICE DE	TASA DE	TASA DE
	PELIGROSIDAD	HERIDOS	MUERTES
024+000 - 025+000	2,05	13,75	1,25
026+000 - 027+000	1,79	10,00	2,86
033+000 - 034+000	1,79	10,00	2,86
051+000 - 052+000	2,82	12,73	0,00

7.2.7 Priorización del estudio detallado de tramos por el número de periodos de registro con indicadores altos. Una vez encontrados los PR con los valores más altos para al menos dos de los tres indicadores básicos de accidentalidad en el periodo de registro; los cuales se muestran en los cuadros anteriores se establece la metodología de evaluación de los dispositivos de seguridad vial.

7.3 CAUSAS DE ACCIDENTES

De acuerdo con la información obtenida, los accidentes con muertos y heridos son los siguientes:

7.3.1 Accidentes con muertos:

Tabla 52. Accidentes con muertos

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
02-ene	K58+900	Atropello	0	0	1	Por Establecer
04-ene	K26+010	Volcamiento	0	2	2	Fallas humanas
	K54+800	Atropello	1	1	1	Fallas humanas
12-feb	K78+950	Colisión de Vehículos	0	0	1	Por Establecer
	K64+120	Atropello	0	0	1	Por Establecer
08-abr	K33+700	Salida de calzada	0	1	2	Por establecer
13-sep	K24+900	Salida de Calzada	0	8	1	Fallas humanas
18-oct	PR72+000	Colisión de vehículos	0	0	1	Fallas humanas
	PR64+620	Colisión de vehículos	0	1	1	Fallas humanas

Tabla 53. Resumen de accidentes con muertos

Número de accidentes en el tramo	9
Número de muertos	11

Tabla 54. Resumen novedades de accidentes y número de muertos

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	NUMERO DE MUERTOS	% MUERTOS
Colisión de Vehículos	3	3	27
Salida de calzada	2	3	27
Atropello	3	3	27
Volcamiento	1	2	18

Figura 187. Porcentaje de muertos en relación con las novedades de los accidentes

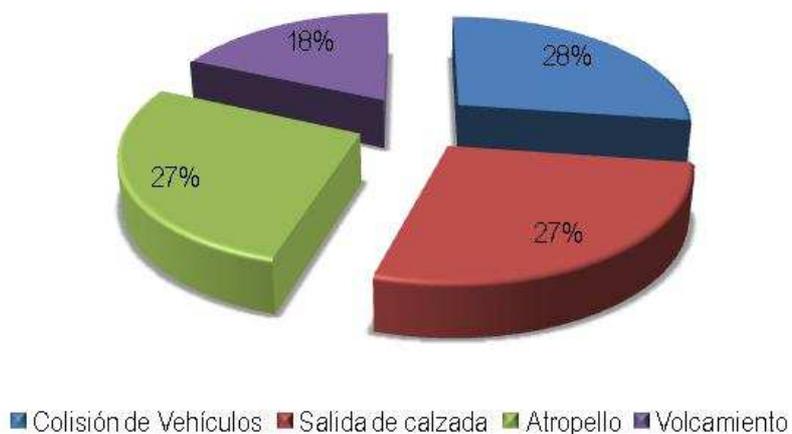
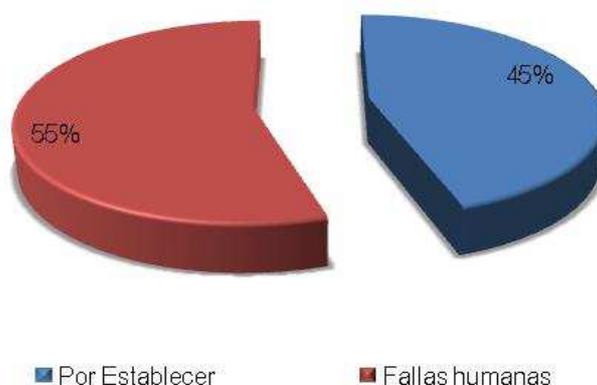


Tabla 55. Resumen de causa de accidentes y número de muertos

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	NUMERO DE MUERTOS	% MUERTOS
Por Establecer	4	5	45
Fallas humanas	5	6	55

Figura 188. Porcentaje de muertos en relación con las causas de los accidentes



7.3.2 Accidentes con heridos.

Tabla 56. Accidentes con heridos (3 al 12 de enero de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
03-ene	K26+800	Otro	1	0	0	Fallas mecánicas
04-ene	K26+010	Volcamiento	0	2	2	Fallas humanas
06-ene	K77+100	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas humanas
07-ene	K78+800	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
11-ene	K42+750	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
12-ene	K44+100	Volcamiento	1	0	0	Exceso de velocidad
	K77+800	Atropello-Motocicleta	1	1	0	Fallas humanas

Tabla 57. Accidentes con heridos (13 de enero al 20 de marzo de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
13-ene	K60+200	Atropello	1	1	0	Por Establecer
	K11+500	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
20-ene	K82+300	Accidente motociclista	2	0	0	Por Establecer
22-ene	K76+500	Colisión de vehículos - Motocicleta	0	1	0	Por Establecer
25-ene	K61+600	Salida de calzada	2	0	0	Exceso de velocidad
	K54+800	Atropello	1	1	1	Fallas humanas
01-feb	K73+900	Atropello	0	1	0	Por Establecer
02-feb	K63+900	Colisión de Vehículos	2	0	0	Fallas humanas
10-feb	K19+250	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso velocidad
	K75+300	Accidente Motocicleta	0	1	0	Por Establecer
14-feb	K21+900	Colisión de Vehículos	1	0	0	Exceso velocidad
	K17+100	Salida de calzada	1	0	0	Exceso velocidad
	K49+780	Colisión de Vehículos	0	1	0	Por Establecer
16-feb	K44+200	Caída de roca sobre vehículo y casa	0	1	0	Naturaleza (Otros)
17-feb	K48+900	Colisión de Vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	K45+850	Caída de roca sobre vehículo	1	0	0	Naturaleza (Otros)
22-feb	K33+800	Volcamiento	1	0	0	Por Establecer
28-feb	K49+700	Accidente Motocicleta	1	1	0	Fallas humanas
01-mar	K45+300	Colisión contra Piedra	0	0	0	Por Establecer
01-mar	K45+270	Atropello	1	0	0	Por Establecer
03-mar	K10+950	Colisión de vehículos	0	2	0	Por Establecer
05-mar	K80+900	Colisión de vehículos	1	0	0	Por Establecer
08-mar	K44+600	Salida de calzada	0	1	0	Fallas humanas
10-mar	K73+000	Colisión de vehículos	1	1	0	Fallas humanas
13-mar	K51+420	Volcamiento	2	1	0	Por Establecer
15-mar	K78+100	Colisión de vehículos	1	1	0	Fallas humanas
16-mar	K80+300	Colisión de vehículos	2	5	0	Fallas mecánicas
17-mar	K52+200	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
20-mar	K35+800	Volcamiento	1	2	0	Fallas humanas
	K52+400	Salida de calzada	1	1	0	Exceso de velocidad

Tabla 58. Accidentes con heridos (20 de marzo al 7 de Julio de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
20-mar	K45+000	Colisión de vehículos	0	1	0	Otros
26-mar	k40+500	Atropello	0	1	0	Por Establecer
28-mar	K78+100	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	K29+500	Caída de piedra	2	0	0	Otros
01-abr	K53+100	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
06-abr	K51+200	Accidente ciclista	0	1	0	Fallas mecánicas
08-abr	K33+700	Salida de calzada	0	1	2	Por establecer
18-abr	K79+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Por establecer
	K38+700	Accidente motociclista	1	1	0	Por establecer
08-may	K16+800	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
11-may	K71+900	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas mecánicas
15-may	K50+700	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
	K61+480	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
16-may	K44+980	Accidente Motocicleta	0	2	0	Por Establecer
21-may	K66+500	Salida de Calzada	1	1	0	Fallas mecánicas
23-may	K52+900	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
29-may	K52+200	Colisión de vehículos - Motociclista	0	1	0	Fallas humanas
01-jun	K62+800	Accidente Motocicleta	1	0	0	Por establecer
	K80+400	Atropello	0	1	0	Fallas humanas
	K73+750	Colisión de vehículos - Motocicleta	1	2	0	Fallas humanas
07-jun	K41+710	Atropello	2	1	0	Por establecer
12-jun	K69+280	Salida de calzada - Motociclista	0	1	0	Por establecer
14-jun	K28+200	Salida de Calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
21-jun	K77+000	Salida de Calzada	0	2	0	Fallas humanas
	K65+440	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
23-jun	K18+800	Colisión de vehículos	2	1	0	Fallas humanas
05-jul	K51+400	Accidente motociclista	0	1	0	Fallas humanas
06-jul	K18+800	Accidente motociclista	2	0	0	Fallas humanas
	K48+740	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
07-jul	K40+050	Accidente motociclista	0	1	0	Fallas humanas

Tabla 59. Accidentes con heridos (14 de Julio al 20 de septiembre de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
14-jul	K24+200	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
15-jul	K29+300	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
	K69+700	Salida de calzada	1	0	0	Otra: Mancha de Aceite
19-jul	K75+550	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
	K55+340	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
23-jul	K48+640	Salida de calzada	0	1	0	Otra: Invasión de Carril
25-jul	K21+800	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas humanas
27-jul	K26+900	Colisión de vehículos - Motocicleta	2	0	0	Exceso de velocidad
30-jul	K24+900	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso de velocidad
	K27+050	Colisión de vehículos	2	2	0	Invasión de Carril
08-ago	K75+900	Colisión de vehículos	4	1	0	Exceso de velocidad
	K53+160	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas Humanas
12-ago	K77+900	Accidente motociclista	3	0	0	Fallas Humanas
13-ago	K25+200	Accidente motociclista	1	0	0	Fallas mecánicas
14-ago	K25+300	Salida de Calzada	2	0	0	Fallas Humanas
17-ago	K34+400	Volcamiento	1	0	0	Fallas Humanas
21-ago	K38+150	Salida de Calzada	0	1	0	Fallas mecánicas
	K51+550	Salida de Calzada	1	0	0	Superficie húmeda
23-ago	K51+200	Colisión de vehículos	2	2	0	Fallas Humanas
27-ago	K18+800	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas Humanas
29-ago	K25+100	Salida de Calzada	2	0	0	Fallas Humanas
05-sep	K36+200	Accidente Motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
	K26+900	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
09-sep	K53+200	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
	K47+900	Accidente Motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
10-sep	K72+800	Colisión de Vehículos	2	0	0	Fallas humanas
13-sep	K24+900	Salida de Calzada	0	8	1	Fallas humanas
20-sep	K37+400	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
	K53+600	Accidente Motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
	K53+500	Salida de Calzada	0	0	0	Fallas mecánicas

Tabla 60. Accidentes con heridos (20 de septiembre al 17 de noviembre de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
20-sep	K79+500	Salida de Calzada	0	0	0	Mancha de Aceite
	K16+600	Colisión de vehículos	2	0	0	Fallas humanas
28-sep	K31+750	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	K70+710	Colisión de vehículos	0	2	0	Exceso de velocidad
04-oct	PR54+000	Accidente ciclístico	0	1	0	Fallas humanas
07-oct	PR26+900	Salida de calzada	0	1	0	Superficie húmeda
08-oct	PR33+700	Salida de calzada	2	0	0	Fallas humanas
	PR79+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Exceso de velocidad
09-oct	PR22+800	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
11-oct	PR76+400	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR81+900	Salida de calzada	1	0	0	Estado de embriaguez
	PR51+900	Colisión de vehículos	1	3	0	Exceso de velocidad
	PR78+700	Accidente motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
	PR43+400	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
15-oct	PR46+600	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
	PR69+300	Accidente motocicleta	1	0	0	Fallas humanas
	PR73+500	Incendio de vehículo	0	0	0	Fallas mecánicas
17-oct	PR76+100	Colisión de vehículos	1	0	0	Fallas humanas
18-oct	PR72+000	Colisión de vehículos	0	0	1	Fallas humanas
23-oct	PR77+100	Accidente motocicleta	0	1	0	Exceso de velocidad
27-oct	PR45+100	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
01-nov	PR58+250	Volcamiento	2	0	0	Fallas humanas
	PR64+620	Colisión de vehículos	0	1	1	Fallas humanas
	PR79+000	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
10-nov	PR37+300	Accidente motocicleta	0	1	0	Vehículo sin identificar
	PR35+300	Accidente motocicleta	0	2	0	Mancha de Combustible
12-nov	PR32+800	Accidente motocicleta	0	2	0	Fallas humanas
16-nov	PR38+900	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas mecánicas
17-nov	PR76+700	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
	PR49+900	Colisión vehículo-animal	1	0	0	Animal en la vía

Tabla 61. Accidentes con heridos (20 de noviembre al 31 de diciembre de 2009)

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
20-nov	PR69+800	Caída de piedra sobre vehículo	1	0	0	Caída de piedra sobre vehículo
	PR54+200	Colisión de vehículos	0	2	0	Exceso de velocidad
24-nov	PR33+800	Colisión de vehículos	0	3	0	Fallas humanas
27-nov	PR72+200	Colisión de vehículos	0	3	0	Invasión de carril
	PR74+600	Colisión de vehículos	1	5	0	Fallas humanas
	PR57+950	Accidente motocicleta	0	1	0	Cruce de peatón
	PR48+950	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR61+500	Salida de calzada	2	0	0	Fallas humanas
	PR69+400	Accidente motocicleta	0	1	0	Atropello
29-nov	PR67+600	Colisión de vehículos	0	2	0	Fallas humanas
01-dic	PR80+990	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
04-dic	PR60+600	Salida de calzada	3	1	0	Exceso de velocidad
06-dic	PR53+150	Salida de calzada	1	0	0	Fallas mecánicas
	PR38+200	Atropello	1	0	0	Fallas humanas
	PR25+500	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
	PR16+840	Salida de calzada	0	1	0	Exceso de velocidad
13-dic	PR75+900	Accidente motocicleta	0	1	0	Imprudencia motocicleta fantasma
16-dic	PR78+800	Colisión de vehículos	0	1	0	Invasión de carril
	PR74+800	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso de velocidad
	PR60+600	Colisión de vehículos	3	0	0	Fallas humanas
	PR67+530	Colisión de vehículos	1	0	0	Exceso de velocidad
23-dic	PR48+180	Colisión de vehículos	0	1	0	Fallas humanas
	PR62+800	Colisión vehículo-animal	0	1	0	Semoviente en la vía
28-dic	PR78+500	Accidente motocicleta	0	1	0	Fallas humanas
31-dic	PR42+900	Salida de calzada	0	2	0	Fallas humanas

Tabla 62. Resumen de accidentes con heridos (2009)

Número de accidentes en el tramo	152
Número de heridos	237

Tabla 63. Resumen novedades de accidentes y número de muertos (2009)

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	NUMERO DE HERIDOS	% HERIDOS
Salida de calzada	40	55	23%
Colisión de vehículos	54	102	43%
volcamiento	6	13	5%
Atropello	9	14	6%
accidente motocicleta	32	43	18%
caída de roca	4	5	2%
Otro	7	5	2%

Figura 189. Porcentaje de heridos en el tramo en relación con las novedades de accidentes (2009)

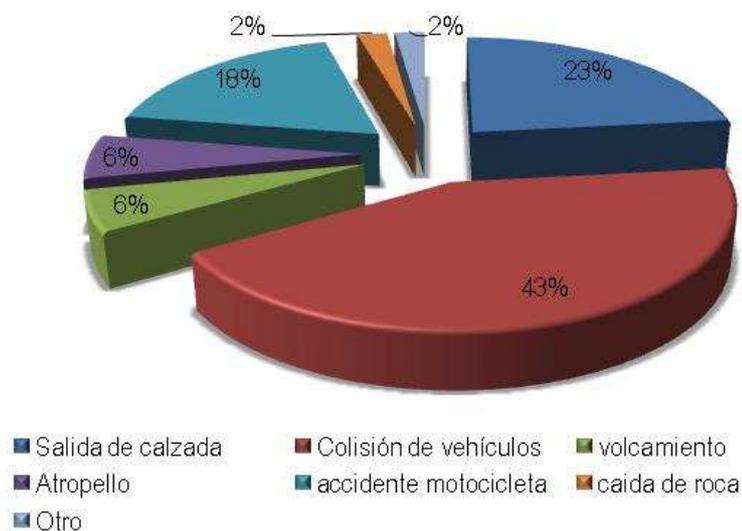


Tabla 64. Resumen de causa de accidentes y número de heridos

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	NUMERO DE HERIDOS	% HERIDOS
Falla mecánica	19	24	10%
Falla humana	66	116	49%
Exceso de velocidad	24	42	18%
Por establecer	22	29	12%
Superficie húmeda	2	2	1%
Estado de embriaguez	1	1	0%
mancha de aceite	2	1	0%
otros (invasión de carril, cruce de peatón, caída de piedra)	16	22	9%

Figura 190. Porcentaje de heridos en el tramo en relación con las causas de accidentes (2009)



7.4 IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD

De acuerdo a los sectores críticos obtenidos producto de aplicar la metodología anterior, se analizan los accidentes presentados y se determinaron aquellos con

un número igual o superior una tasa de peligrosidad superior a 1,66, y con un número igual o superior a 12.70 y 1.54 para las tasas de morbilidad y mortalidad respectivamente, como criterio de clasificación en la detección de los sitios críticos de accidentalidad.

7.4.1 Sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

Tabla 65. Accidentes presentados en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
06-jun	K24+050	Colisión de vehículos	0	0	0	Exceso de velocidad
02-jun	K24+100	Salida de calzada	0	0	0	Fallas mecánicas
13-jul	K24+200	Salida de calzada	0	0	0	Fallas humanas
14-jul	K24+200	Salida de calzada	1	0	0	Exceso de velocidad
30-oct	K24+660	Colisión de vehículos	0	0	0	Fallas humanas
25-sep	K24+700	Colisión de Vehículo con Piedra	0	0	0	Caída de Piedra sobre calzada
30-jul	K24+900	Colisión de vehículos	1	1	0	Exceso de velocidad
13-sep	K24+900	Salida de Calzada	0	8	1	Fallas humanas
16-ene	K25+000	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer

Tabla 66. Resumen de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009

Número de accidentes en el tramo	9
Número de heridos	11

Tabla 67. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR NOVEDAD
Salida de calzada	3	33%
Colisión de vehículos	5	56%
Volcamiento	0	0%
Atropello	0	0%
accidente motocicleta	0	0%
caída de roca	1	11%
Otro	0	0%

Figura 191. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009

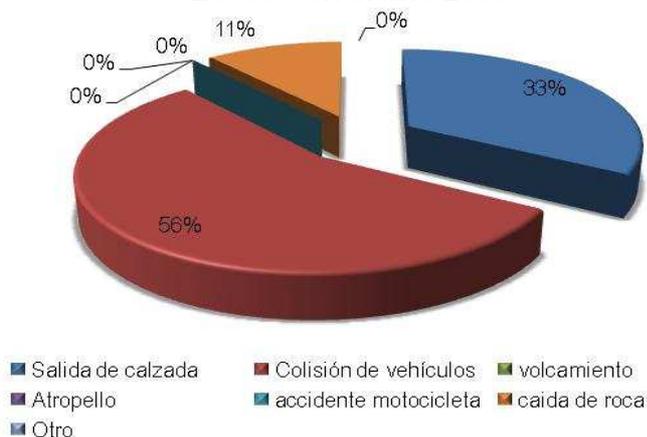
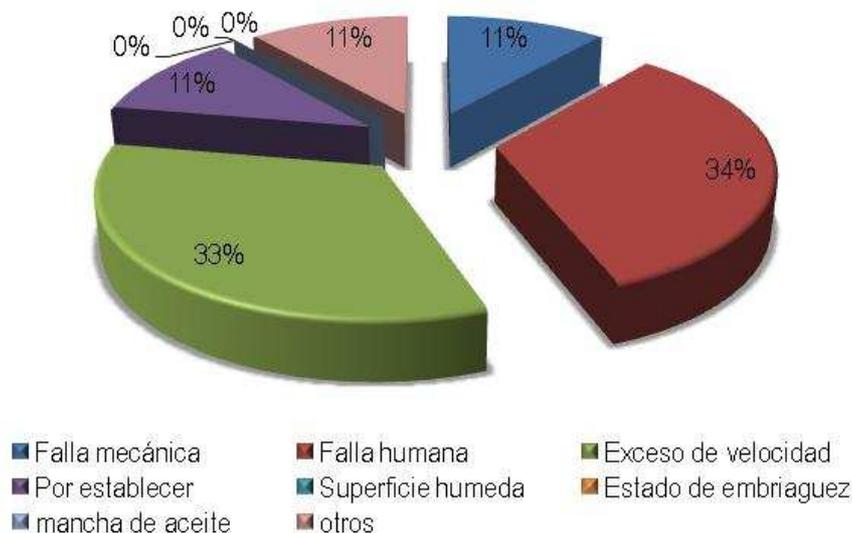


Tabla 68. Causa de accidentes sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR CAUSA
Falla mecánica	1	11%
Falla humana	3	33%
Exceso de velocidad	3	33%
Por establecer	1	11%
Superficie húmeda	0	0%
Estado de embriaguez	0	0%
mancha de aceite	0	0%
otros	1	11%

Figura 192. Causa de accidente en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000 en el año 2009



7.4.2 Sector crítico PR 26+000 al PR 27+000:

Tabla 69. Accidentes presentados en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS HERIDAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
04-ene	K26+010	Volcamiento	0	2	2	Fallas humanas
03-ene	K26+800	Otro	1	0	0	Fallas mecánicas
19-mar	k26+900	Colisión de vehículos	0	0	0	Por Establecer
27-jul	K26+900	Colisión de vehículos	2	0	0	Exceso de velocidad
05-sep	K26+900	Salida de Calzada	1	0	0	Fallas humanas
07-oct	K26+900	Salida de calzada	0	1	0	Superficie húmeda

Tabla 70. Resumen de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009

Número de accidentes en el tramo	6
Número de heridos	7

Tabla 71. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR NOVEDAD
Salida de calzada	2	33%
Colisión de vehículos	2	33%
volcamiento	1	17%
Atropello	0	0%
accidente motocicleta	0	0%
caída de roca	0	0%
Otro	1	17%

Figura 193. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009

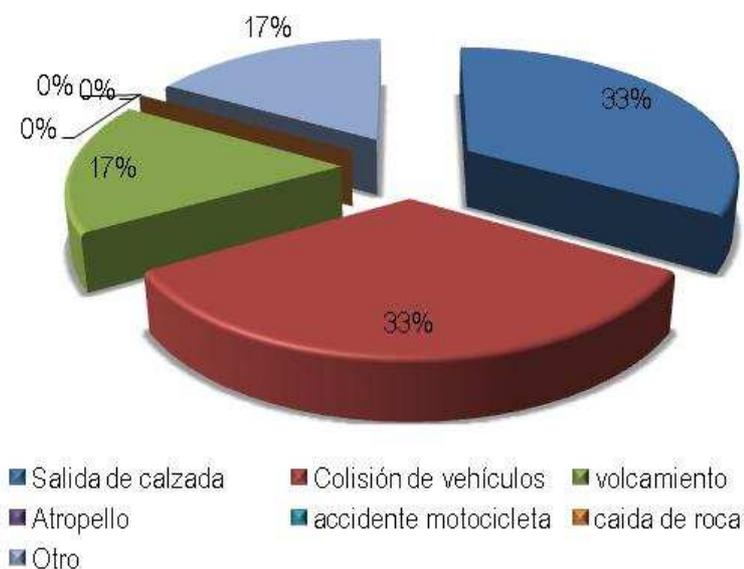
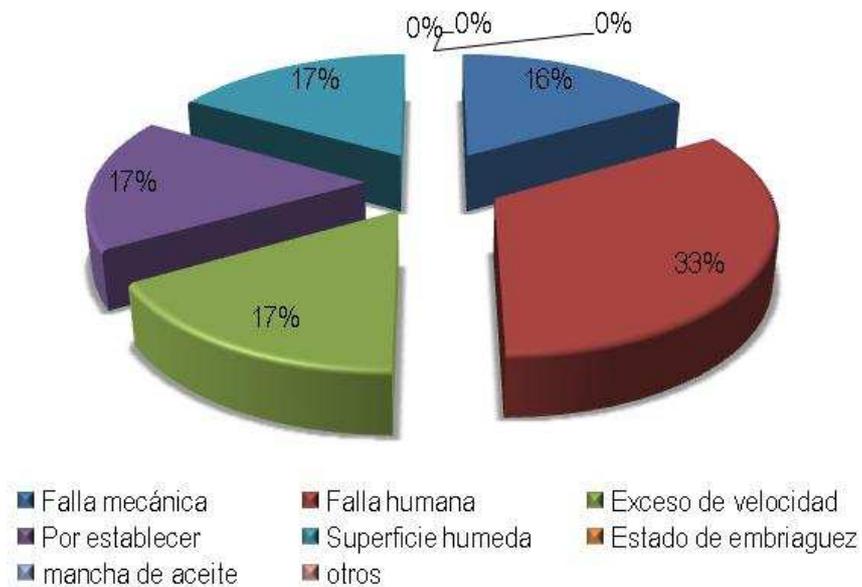


Tabla 72. Causa de accidentes sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR CAUSA
Falla mecánica	1	17%
Falla humana	2	33%
Exceso de velocidad	1	17%
Por establecer	1	17%
Superficie húmeda	1	17%
Estado de embriaguez	0	0%
mancha de aceite	0	0%
otros	0	0%

Figura 194. Causa de accidente en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000 en el año 2009



7.4.3 Sector crítico PR 33+000 al PR 34+000:

Tabla 73. Accidentes presentados en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
23-mar	K33+100	Colisión contra	0	0	0	Por Establecer
14-ene	K33+400	Colisión de	0	0	0	Por Establecer
27-dic	K33+600	Colisión con piedra	0	0	0	Fallas humanas
08-abr	K33+700	Salida de calzada	0	1	2	Por establecer
08-oct	K33+700	Salida de calzada	2	0	0	Fallas humanas
22-feb	K33+800	Volcamiento	1	0	0	Por Establecer
24-nov	K33+800	Colisión de	0	3	0	Fallas humanas

Tabla 74. Resumen de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009

Número de accidentes en el tramo	7
Número de heridos	7

Tabla 75. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR NOVEDAD
Salida de calzada	2	29%
Colisión de vehículos	4	57%
volcamiento	1	14%
Atropello	0	0%
accidente motocicleta	0	0%
caída de roca	0	0%
Otro	0	0%

Figura 195. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009

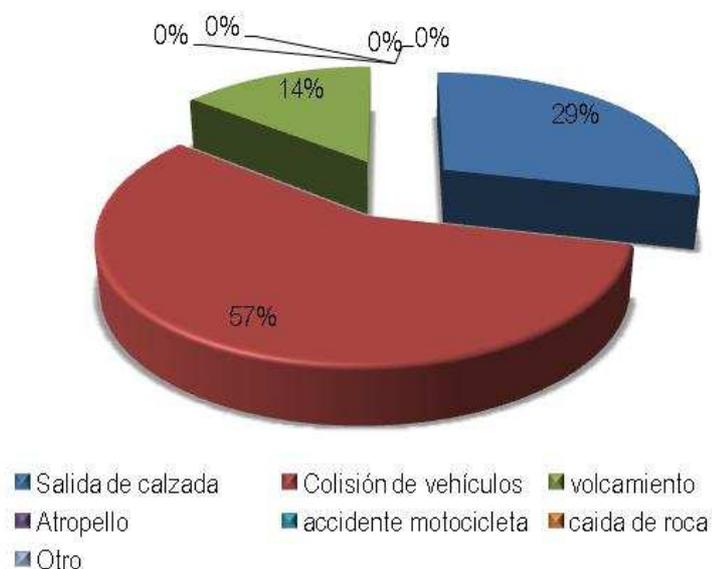
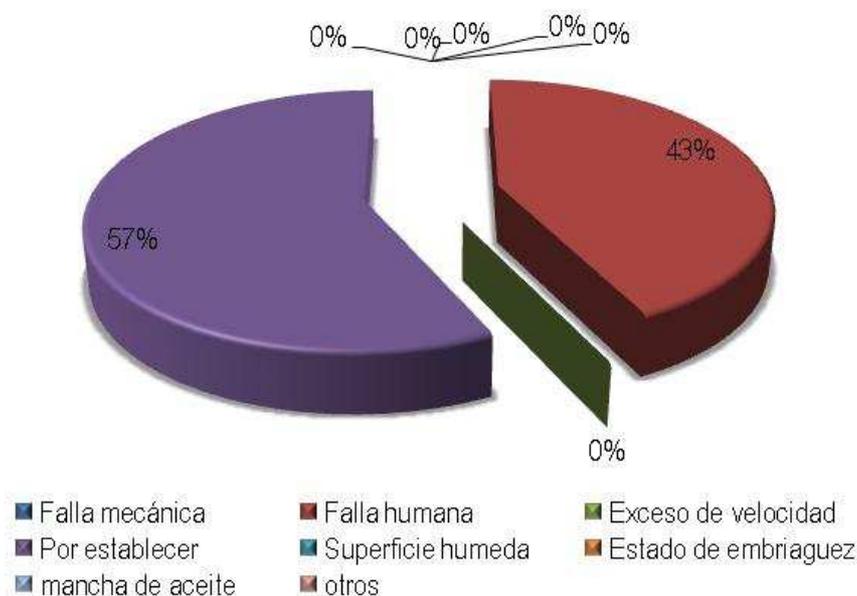


Tabla 76. Causa de accidentes sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR CAUSA
Falla mecánica	0	0%
Falla humana	3	43%
Exceso de velocidad	0	0%
Por establecer	4	57%
Superficie húmeda	0	0%
Estado de embriaguez	0	0%
mancha de aceite	0	0%
otros	0	0%

Figura 196. Causa de accidente en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000 en el año 2009



7.4.4 Sector crítico PR 51+000 al PR 52+000:

Tabla 77. Accidentes presentados en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009

FECHA	ABSCISA	TIPO DE NOVEDAD	PERSONAS		PERSONAS MUERTAS	CAUSA
			LEVES	GRAVES		
25-nov	K51+120	Salida de calzada	0	0	0	Superficie húmeda
10-ene	K51+200	Colisión de	0	0	0	Por Establecer
06-abr	K51+200	Accidente ciclista	0	1	0	Fallas mecánicas
23-ago	K51+200	Colisión de	2	2	0	Fallas Humanas
05-jul	K51+400	Acc. motociclista	0	1	0	Fallas humanas
13-mar	K51+420	Volcamiento	2	1	0	Por Establecer
21-ago	K51+550	Salida de Calzada	1	0	0	Superficie húmeda
19-mar	K51+700	Salida de calzada	0	0	0	Por Establecer
01-jul	K51+800	Salida de calzada	0	0	0	Exc. de velocidad
30-may	K51+870	Colisión de	0	0	0	Fallas humanas
11-oct	K51+900	Colisión de	1	3	0	Exc. de velocidad

Tabla 78. Resumen de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009

Número de accidentes en el tramo	11
Número de heridos	14

Tabla 79. Resumen novedades de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009

NOVEDAD	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR NOVEDAD
Salida de calzada	4	37%
Colisión de vehículos	4	36%
volcamiento	1	9%
Atropello	0	0%
accidente motocicleta	1	9%
caída de roca	0	0%
Otro	1	9%

Figura 197. Tipo de novedad presentada en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009

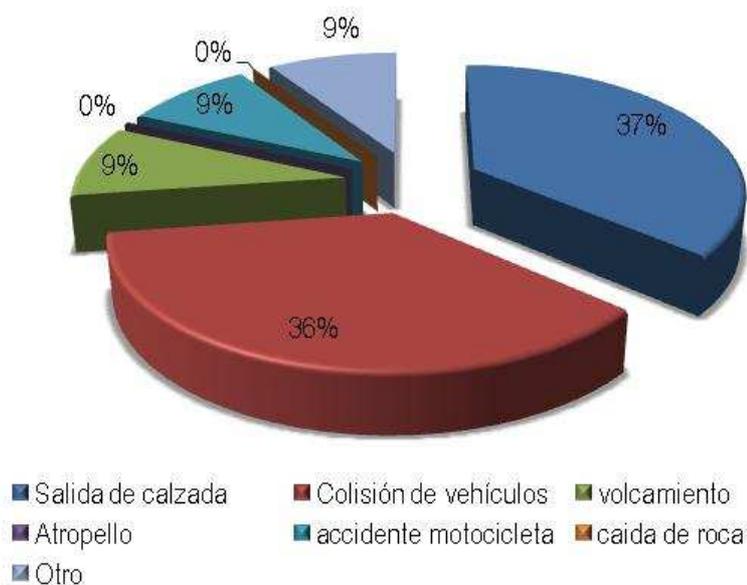
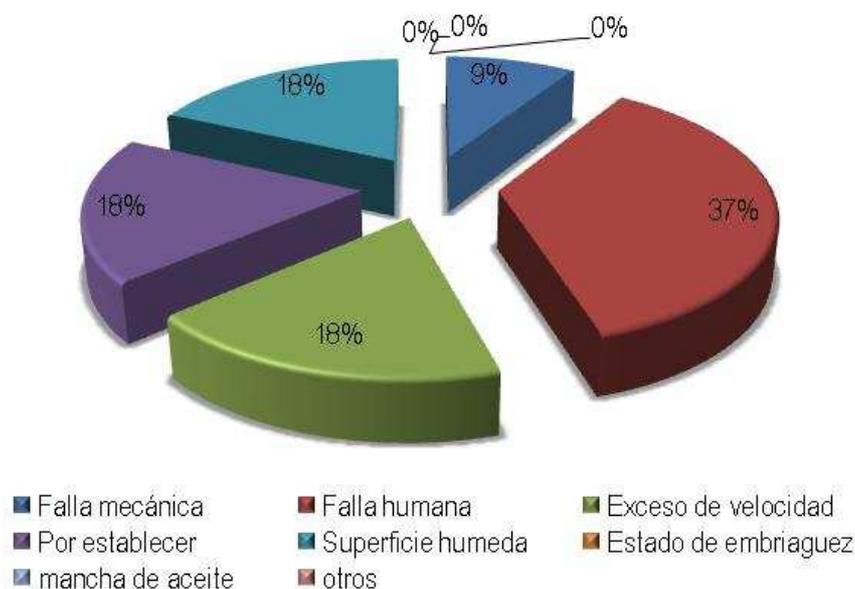


Tabla 80. Causa de accidentes sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009

CAUSA	NUMERO DE ACCIDENTES	% ACCIDENTES POR CAUSA
Falla mecánica	1	9%
Falla humana	4	37%
Exceso de velocidad	2	18%
Por establecer	2	18%
Superficie húmeda	2	18%
Estado de embriaguez	0	0%
mancha de aceite	0	0%
otros	0	0%

Figura 198. Causa de accidente en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000 en el año 2009



7.5 ESTADO DE LOS DISPOSITIVOS EN LOS PUNTOS CRÍTICOS

Con base en la metodología establecida en el capítulo 3 de este documento se realiza la inspección al sitio de estudio del Tramo vial 2501 de la vía Troncal de Occidente, específicamente en los puntos críticos de accidentalidad identificados

en el numeral anterior, donde se evalúa mediante inspección visual el estado de deterioro de los dispositivos de seguridad vial, el estado de la infraestructura y el estado de afectación del tramo en relación con estos dispositivos.

7.5.1 Sector crítico PR 24+000 al PR 25+000:

En este sector crítico se han identificado las siguientes deficiencias generalizadas a todo lo largo del tramo:

- ✓ Ausencia de señales de guía. No se han instalado delineadores de curva horizontal.
- ✓ Ausencia de dispositivos reductores de velocidad. No se encuentra instalado bandas sonoras con estoperoles o líneas logarítmicas de reducción de velocidad.
- ✓ Ausencia de dispositivos delineadores de piso. No se encuentra instalado tachas reflectivas en el eje de calzada o líneas de borde de pavimento.

En la figura 199 y 200 se ha incluido la información de la recolección de datos en campo de los deterioros de los dispositivos de seguridad vial.

Figura 201. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+000)



Figura 202. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+100)



Figura 203. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+200)



Figura 204. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+300)



Figura 205. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+400)



Figura 206. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+450)



Figura 207. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+600)



Figura 208. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+650)



Figura 209. Tramo vial crítico PR 24+000 al PR 25+000 (Abscisa PR 24+900)



Figura 210. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

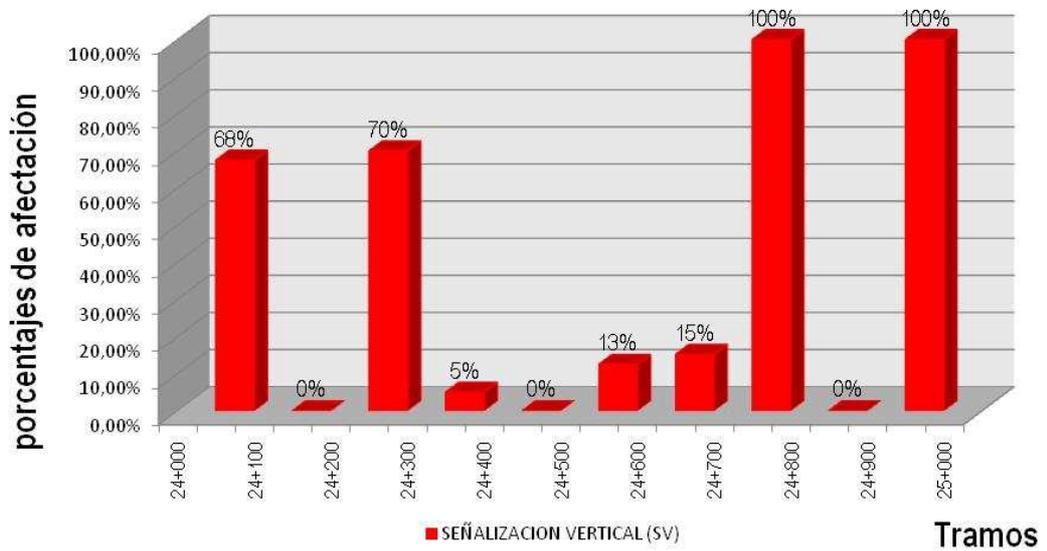


Figura 211. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

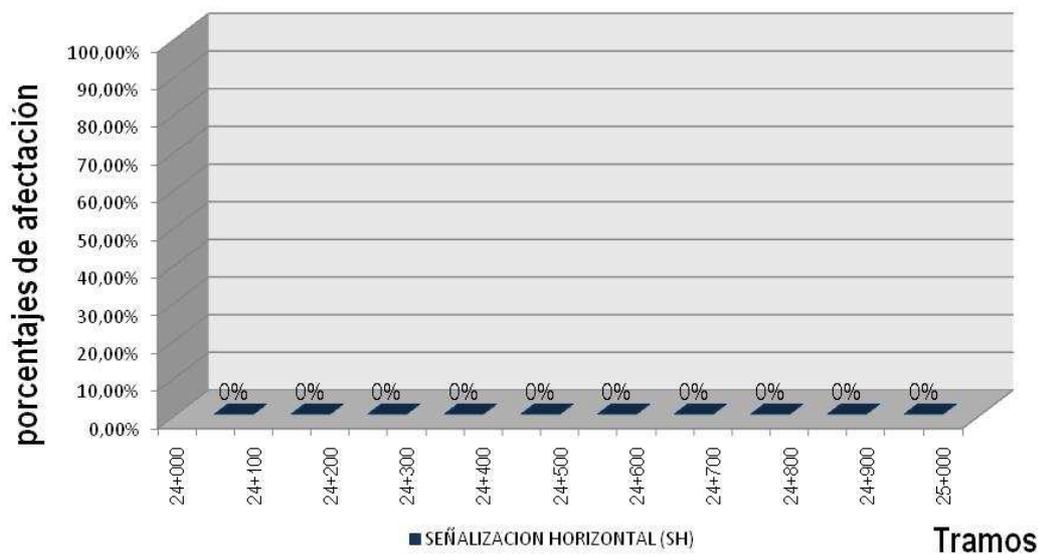


Figura 212. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

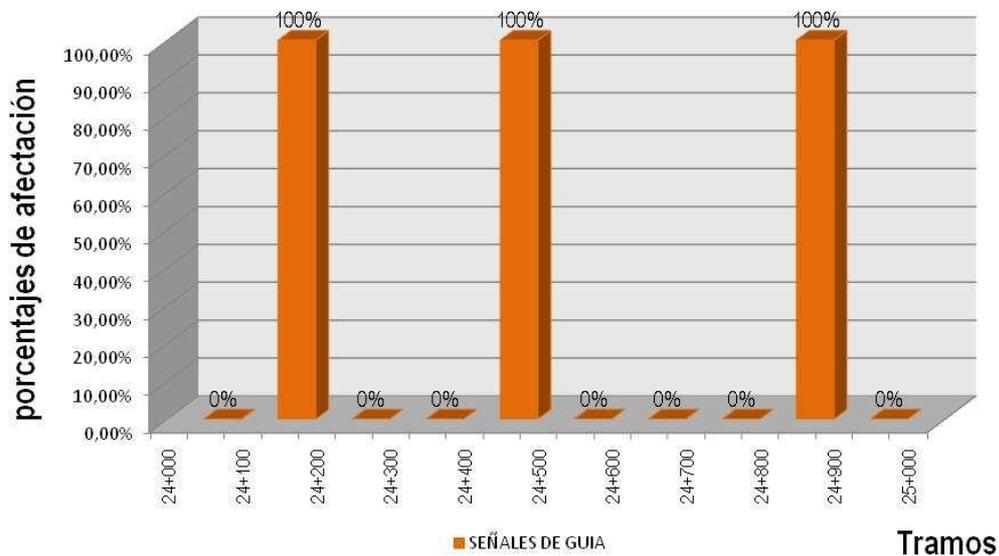


Figura 213. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

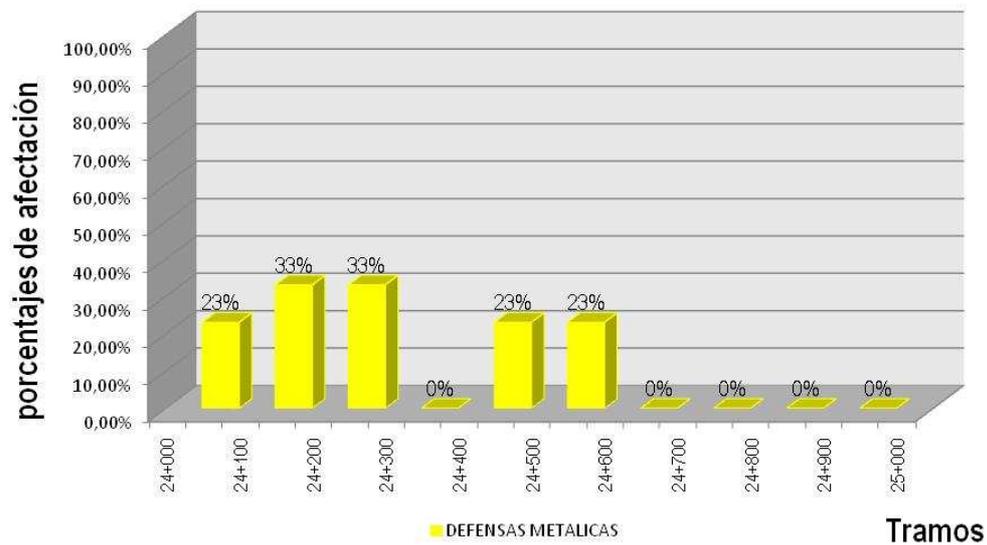


Figura 214. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

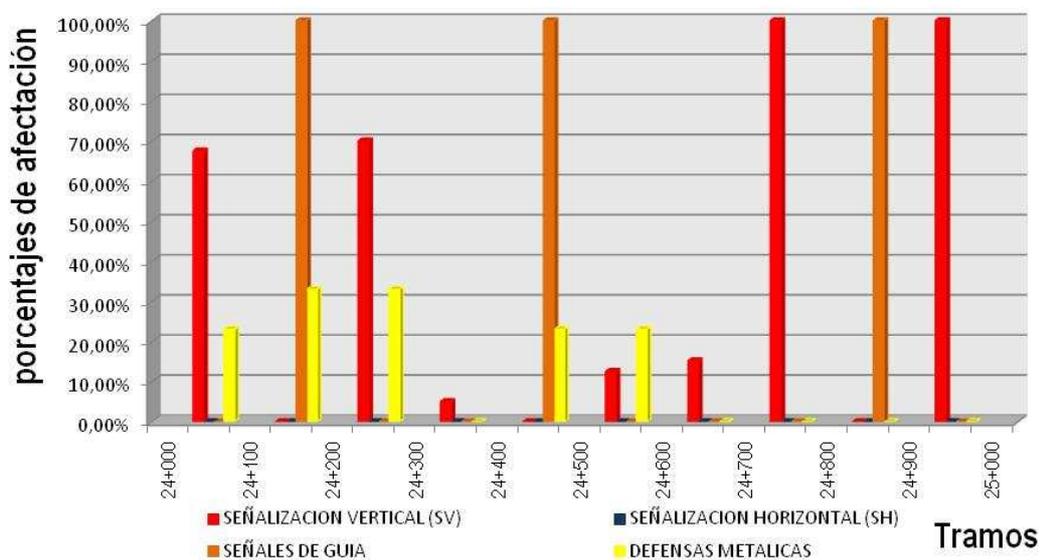
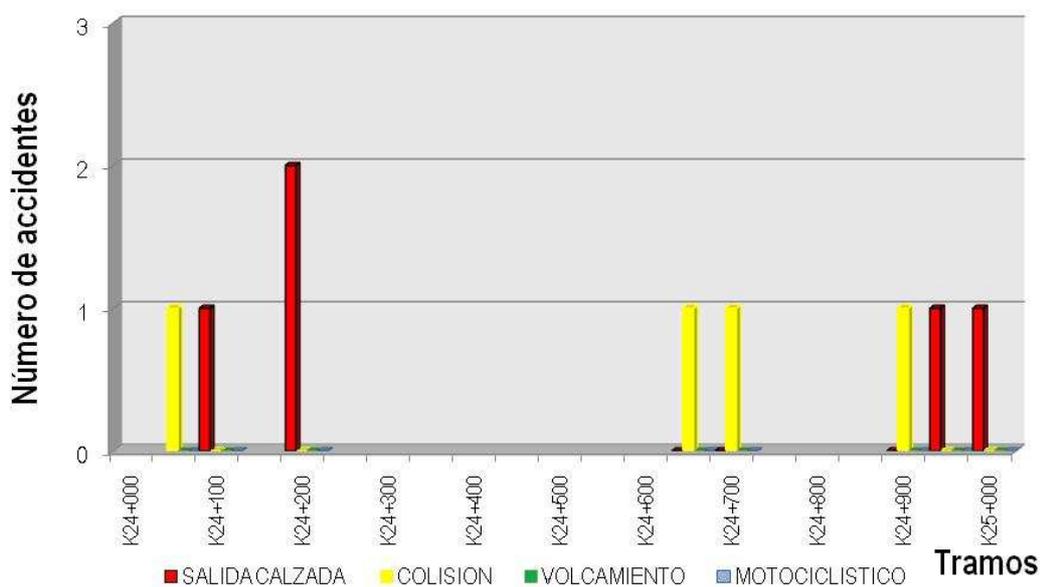


Figura 215. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 24+000 al PR 25+000



7.5.2 Sector crítico PR 26+000 al PR 27+000:

En este sector crítico se han identificado las siguientes deficiencias generalizadas a todo lo largo del tramo:

- Ausencia de señales de guía.
- Ausencia de dispositivos reductores de velocidad.
- Ausencia de dispositivos delineadores de piso.

En la figura 216 y 217 se encuentra la información de la recolección de datos en campo de los deterioros de los dispositivos de seguridad vial.

Figura 218. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+000)



Figura 219. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+200)



Figura 220. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+300)



Figura 221. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+600)



Figura 222. Tramo vial crítico PR 26+000 al PR 27+000 (Abscisa PR 26+900)



Figura 223. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

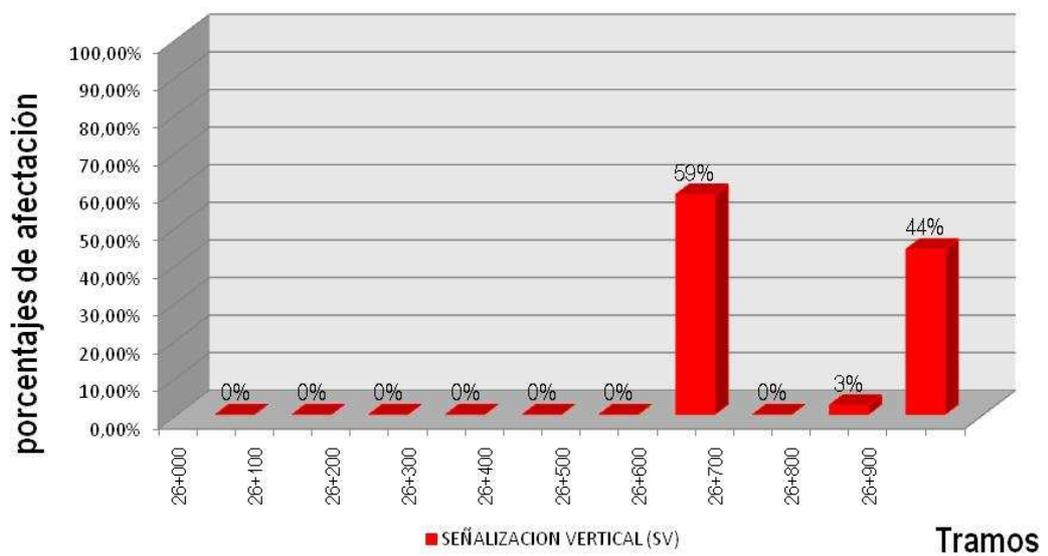


Figura 224. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

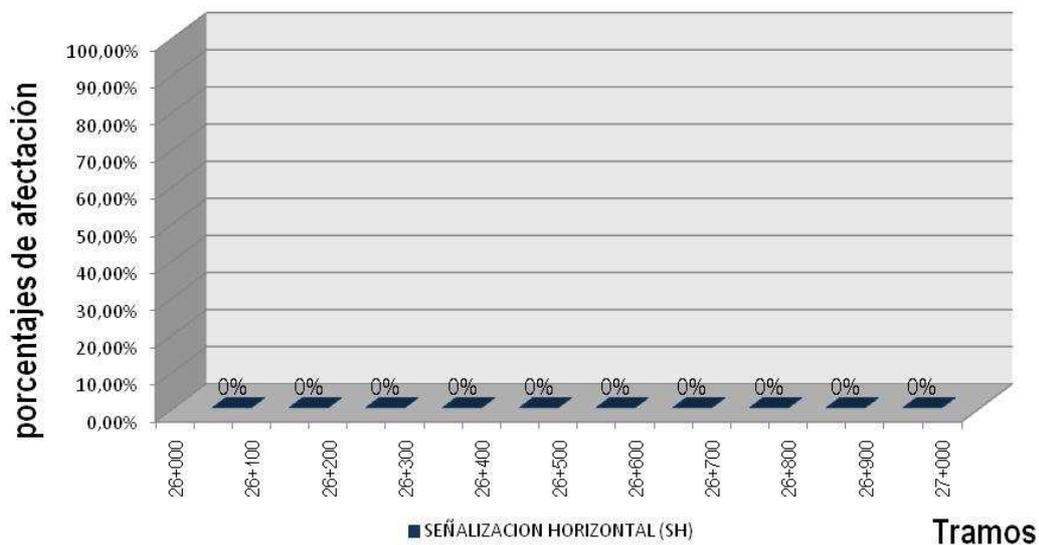


Figura 225. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

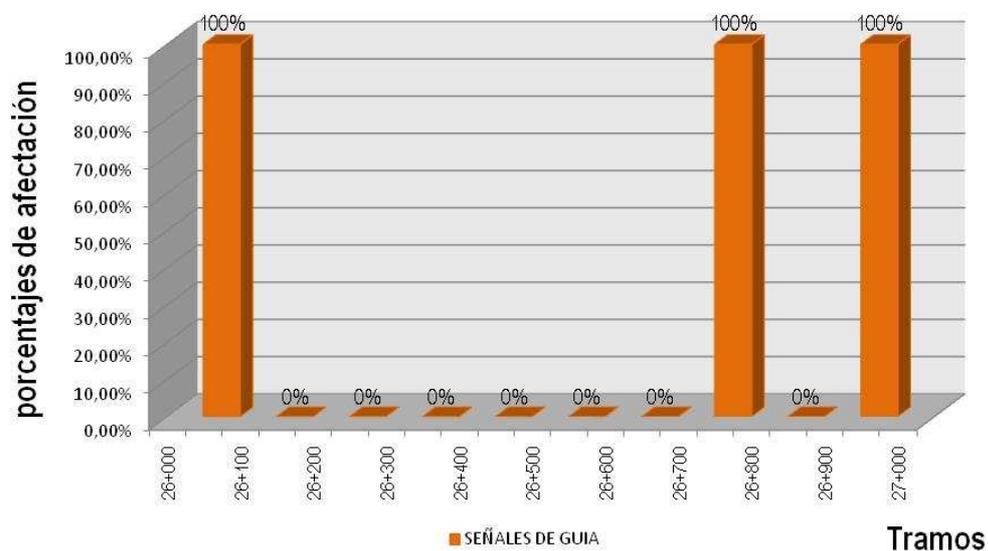


Figura 226. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

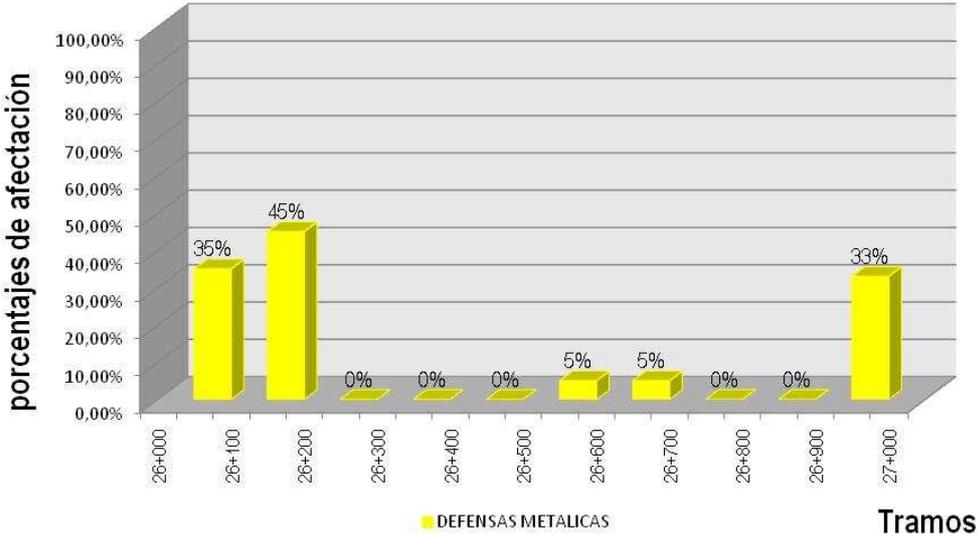


Figura 227. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

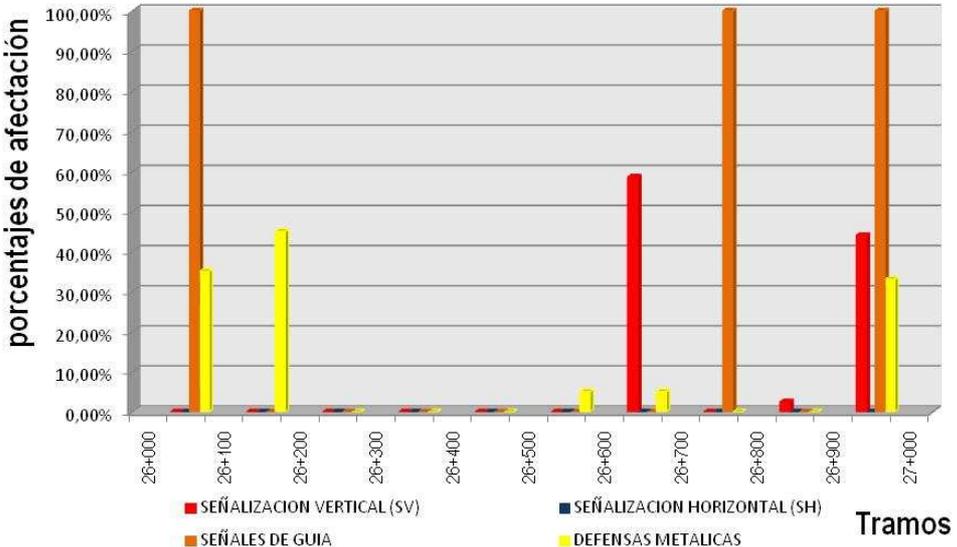
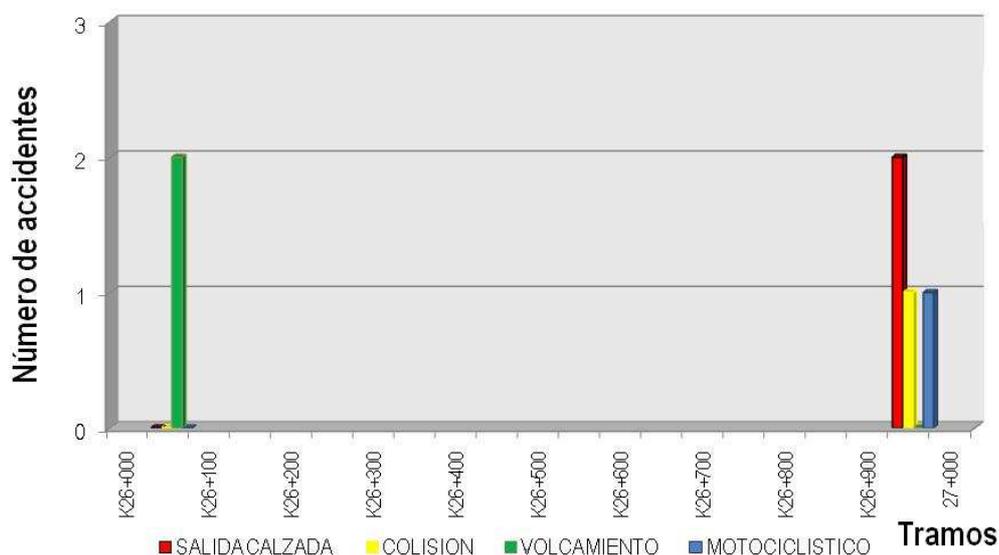


Figura 228. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 26+000 al PR 27+000



7.5.3 Sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

En este sector crítico se han identificado las siguientes deficiencias generalizadas a todo lo largo del tramo:

- Ausencia de señales de guía.
- Ausencia de dispositivos reductores de velocidad.
- Ausencia de dispositivos delineadores de piso.

En las figura 229 y 230 se encuentra consignada la información de la recolección de datos en campo de los deterioros de los dispositivos de seguridad vial.

Figura 231. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+000)



Figura 232. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+100)



Figura 233. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+150)



Figura 234. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+200)



Figura 235. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+300)



Figura 236 Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+400)



Figura 237. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+600)



Figura 238. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+650)



Figura 239. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+700)



Figura 240. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+800)



Figura 241. Tramo vial crítico PR 33+000 al PR 34+000 (Abscisa PR 33+900)



Figura 242. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

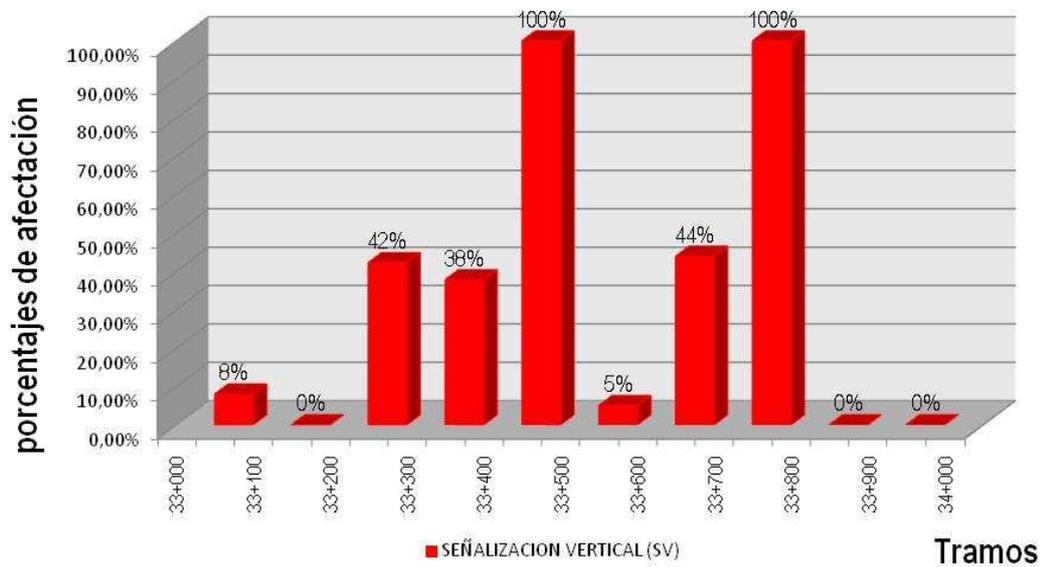


Figura 243. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

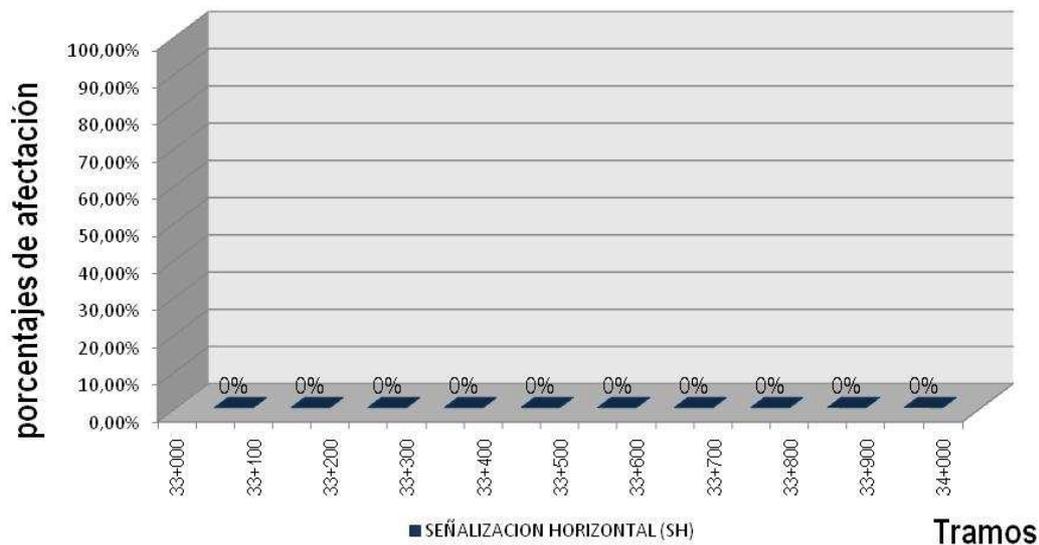


Figura 244. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

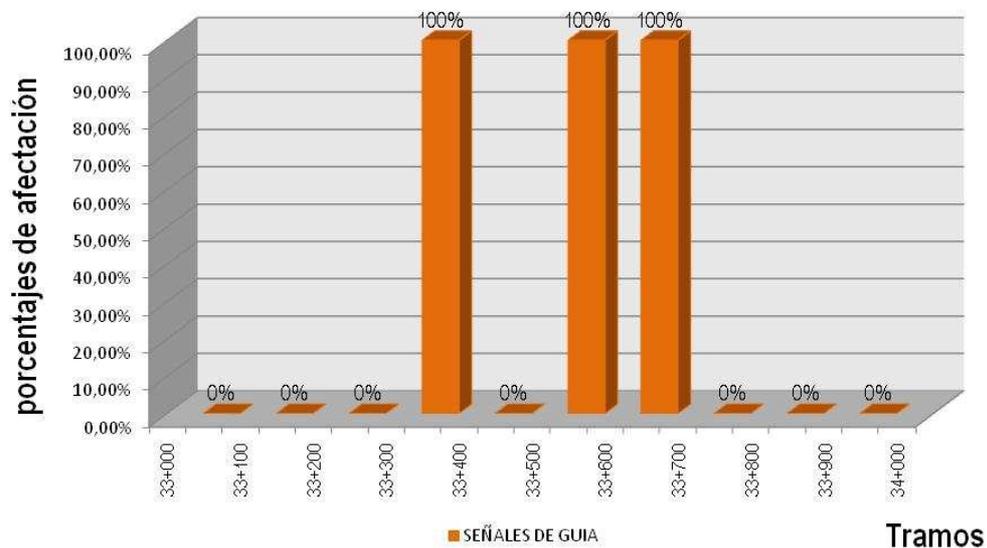


Figura 245. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

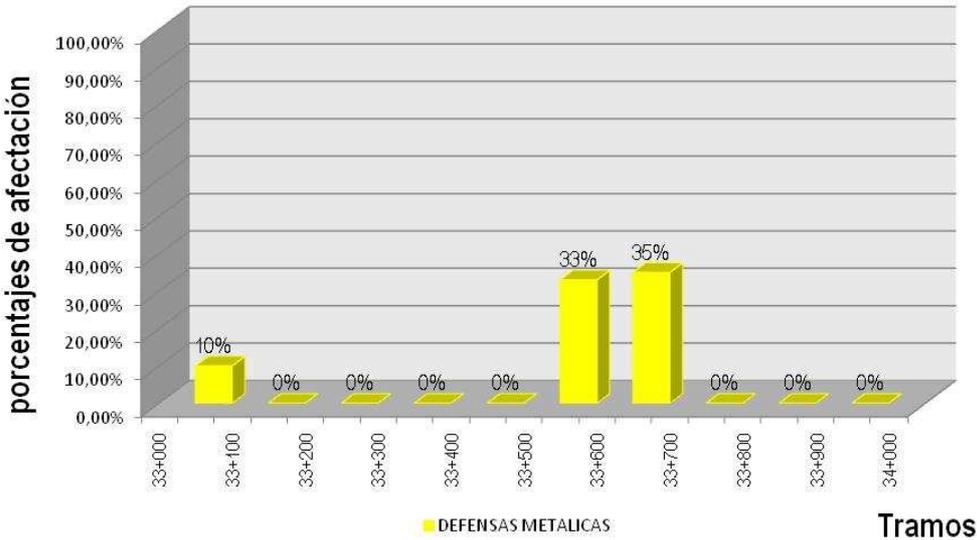


Figura 246. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

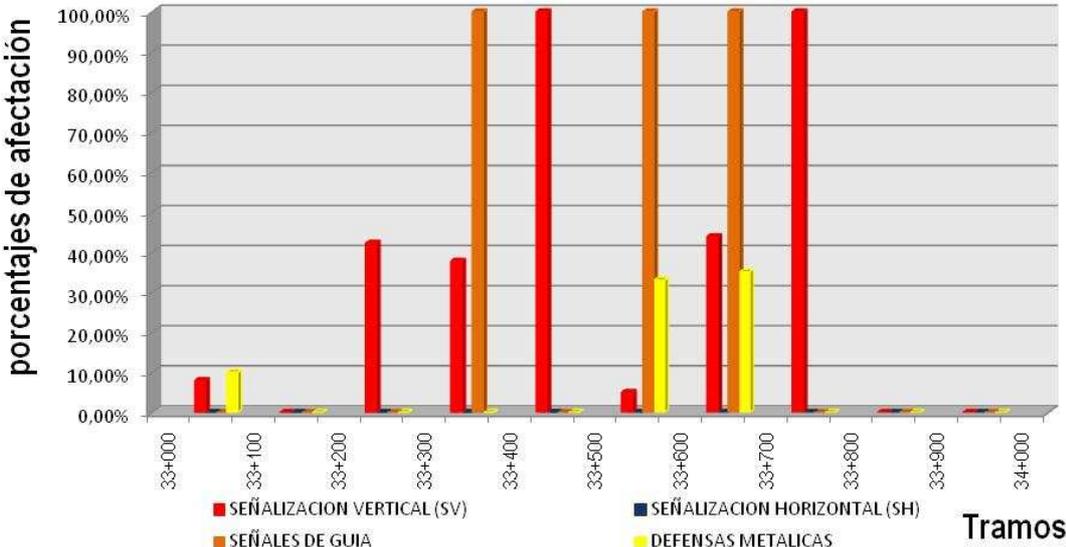
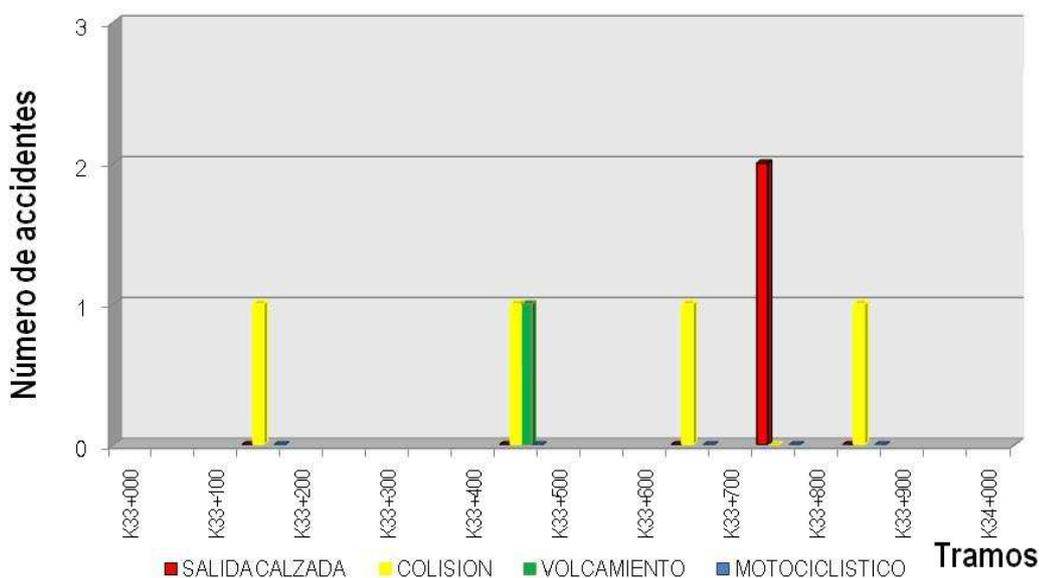


Figura 247. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000



7.5.4 Sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

En este sector crítico se ha instalado delineadores de piso en el eje y bordes de calzada mediante la colocación de tachas retroreflectivas cada seis (6 m.) en el eje y doce (12) metros en los bordes. Igualmente, se ha identificado las siguientes deficiencias generalizadas a todo lo largo del tramo:

- Ausencia de señales de guía.
- Ausencia de dispositivos reductores de velocidad.

En las figuras 248 y 249 se encuentra consignada la información de la recolección de datos en campo de los deterioros de los dispositivos de seguridad vial.

Figura. 250. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+000)



Figura 251. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+100)



Figura 252. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+300)



Figura 253. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+400)



Figura 254. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+500)



Figura 255. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+600)



Figura 256. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+700)



Figura 257. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+750)



Figura 258. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+800)



Figura 259. Tramo vial crítico PR 51+000 al PR 52+000 (Abscisa PR 51+900)



Figura 260. Porcentaje de afectación de la señalización vertical a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

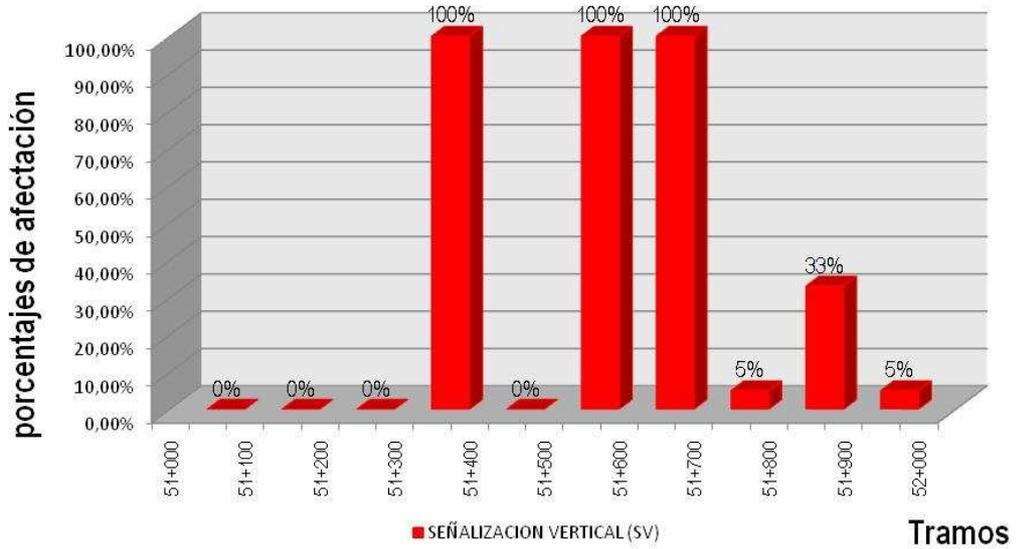


Figura 261. Porcentaje de afectación de la señalización horizontal a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

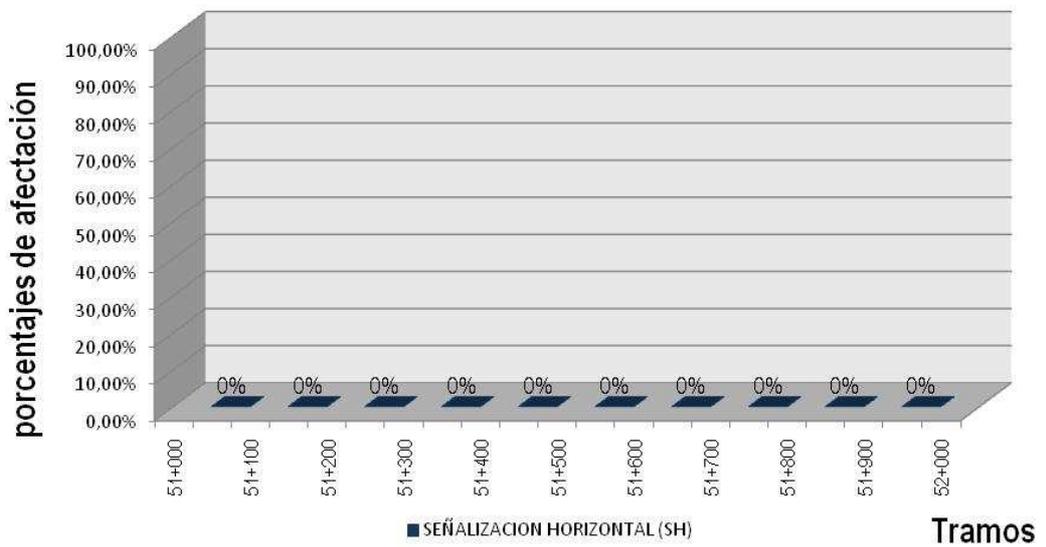


Figura 262. Porcentaje de afectación de las señales de guía a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

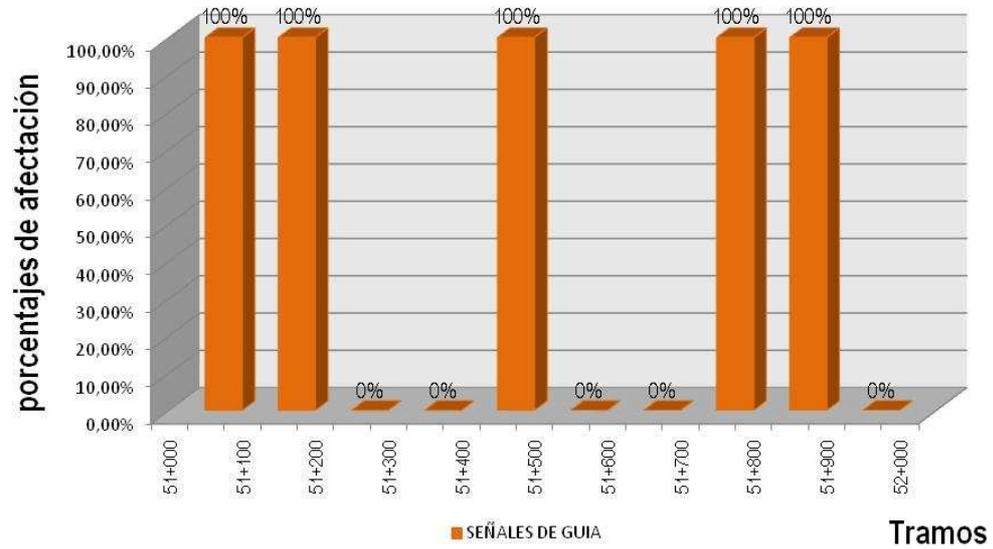


Figura 263. Porcentaje de afectación de los dispositivos de protección lateral a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

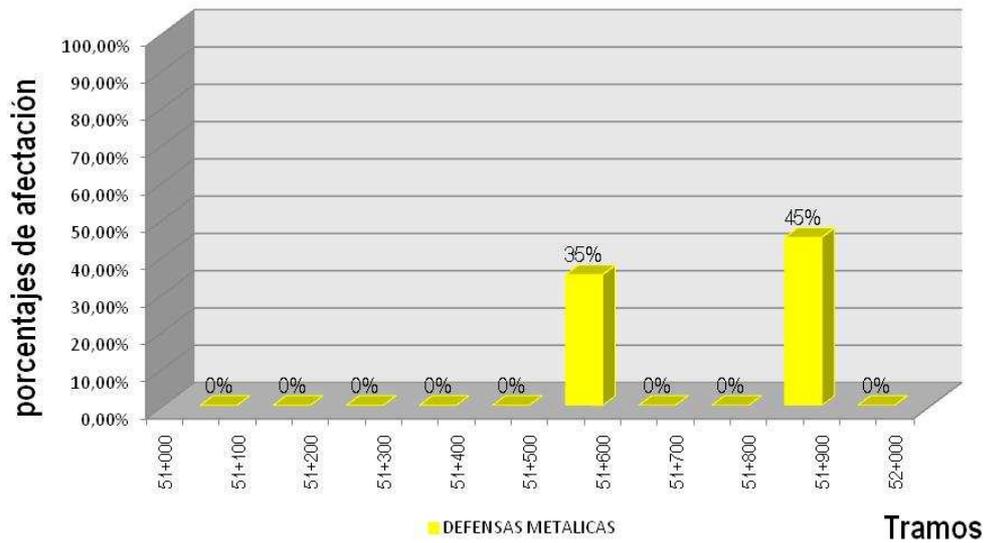


Figura 264. Porcentaje de afectación de los dispositivos de seguridad vial a lo largo del sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

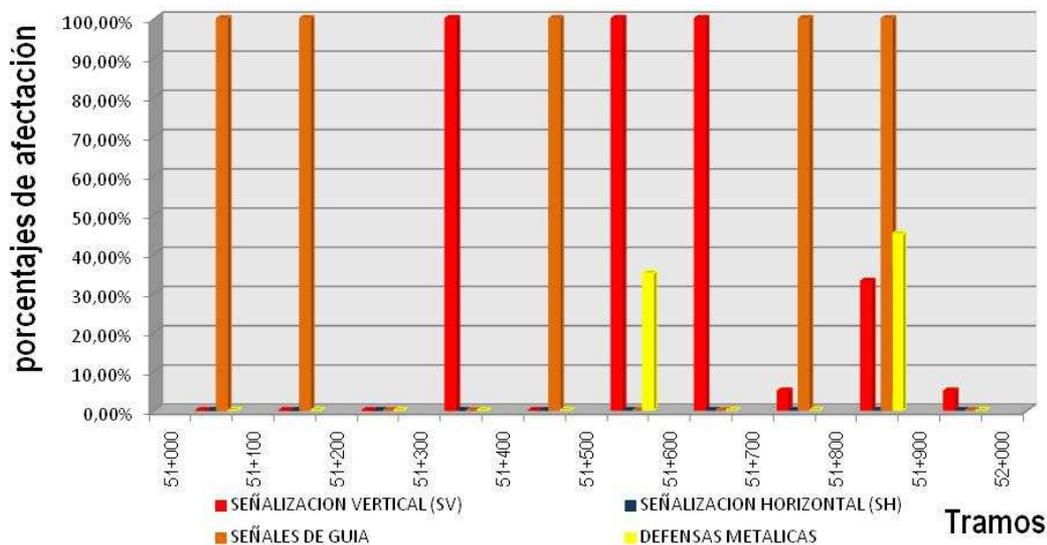
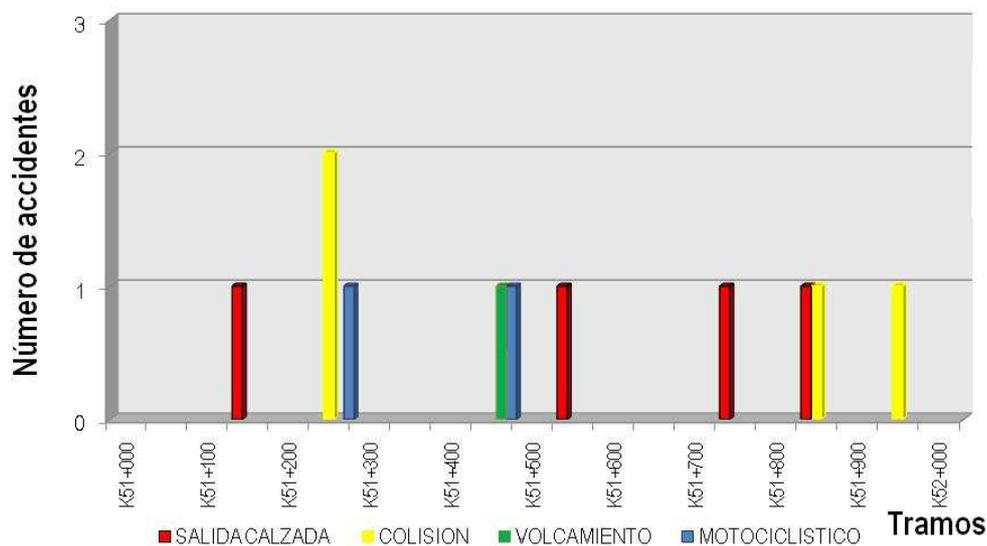


Figura 265. Causa de accidentes a lo largo del tramo crítico PR 51+000 al PR 52+000



7.6 INCIDENCIA DEL MODELO DE EVALUACIÓN ESTADO DE LOS DISPOSITIVOS EN LA SEGURIDAD VIAL Y LA DISMINUCIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD

Teniendo en cuenta la identificación de los puntos y sectores críticos de la vía donde ocurren más accidentes cuya tasa de muertos y heridos es superior que la promedio de la vía, y además, las características físicas de la superestructura en cuanto al estado de conservación de los dispositivos de seguridad vial y de las características geométricas de la vía, se determina las actividades de intervención con el fin de mejorar las condiciones de operación enmarcados en la prestación de un servicio confortable y seguro.

Tabla 81. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial (PR 24+000 al PR 25+000)

PR INICIAL	PR FINAL	Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Heridos leves	Heridos graves	Muertos	Porcentajes de afectación de los dispositivos en el tramo			
							Señalización vertical	Señalización horizontal	Señales de guía	defensa metálicas
24+000	25+000	K24+050	Colisión de vehículos	0	0	0	68%	0%	0%	23%
		K24+100	Salida de calzada	0	0	0	68%	0%	100%	23%
		K24+200	Salida de calzada	0	0	0	70%	0%	0%	33%
		K24+200	Salida de calzada	1	0	0	70%	0%	0%	33%
		K24+660	Colisión de vehículos	0	0	0	12%	0%	0%	23%
		K24+700	Colisión de Vehículo con Piedra	0	0	0	100%	0%	0%	0%
		K24+900	Colisión de vehículos	1	1	0	100%	0%	100%	0%
		K24+900	Salida de Calzada	0	8	1	100%	0%	100%	0%
		K25+000	Salida de calzada	0	0	0	100%	0%	100%	0%

Tabla 82. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial (PR 26+000 al PR 27+000)

PR INICIAL	PR FINAL	Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Heridos leves	Heridos graves	Muertos	Porcentajes de afectación de los dispositivos en el tramo			
							Señalización vertical	Señalización horizontal	Señales de guía	defensa metálicas
26+000	27+000	K26+010	Volcamiento	0	2	2	0%	0%	100%	35%
		K26+800	Otro	1	0	0	3%	0%	0%	0%
		k26+900	Colisión de vehículos	0	0	0	44%	0%	100%	33%
		K26+900	Colisión de vehículos - Motocicleta	2	0	0	44%	0%	100%	33%
		K26+900	Salida de Calzada	1	0	0	44%	0%	100%	33%
		K26+900	Salida de calzada	0	1	0	44%	0%	100%	33%

Tabla 83. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial (PR 33+000 al PR 34+000)

PR INICIAL	PR FINAL	Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Heridos leves	Heridos graves	Muertos	Porcentajes de afectación de los dispositivos en el tramo			
							Señalización vertical	Señalización horizontal	Señales de guía	defensa metálicas
33+000	34+000	K33+100	Colisión contra Piedra	0	0	0	8%	0%	0%	10%
		K33+400	Colisión de vehículos	0	0	0	100%	0%	0%	0%
		K33+600	Colisión con piedra	0	0	0	44%	0%	100%	35%
		K33+700	Salida de calzada	0	1	2	100%	0%	0%	0%
		K33+700	Salida de calzada	2	0	0	100%	0%	0%	0%
		K33+800	Volcamiento	1	0	0	100%	0%	0%	0%
		K33+800	Colisión de vehículos	0	3	0	100%	0%	0%	0%

Tabla 84. Cuadro resumen de novedades de accidentes y porcentajes de afectación de los dispositivos de seguridad vial (PR 51+000 al PR 52+000)

PR INICIAL	PR FINAL	Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Heridos leves	Heridos graves	Muertos	Porcentajes de afectación de los dispositivos en el tramo			
							Señalización vertical	Señalización horizontal	Señales de guía	defensa metálicas
51+000	52+000	K51+120	Salida de calzada	0	0	0	0%	0%	100%	0%
		K51+200	Colisión de vehículos	0	0	0	0%	0%	0%	0%
		K51+200	Accidente ciclista	0	1	0	0%	0%	0%	0%
		K51+200	Colisión de vehículos	2	2	0	0%	0%	0%	0%
		K51+400	Accidente motociclista	0	1	0	0%	0%	100%	0%
		K51+420	Volcamiento	2	1	0	0%	0%	100%	0%
		K51+550	Salida de Calzada	1	0	0	100%	0%	0%	35%
		K51+700	Salida de calzada	0	0	0	5%	0%	100%	0%
		K51+800	Salida de calzada	0	0	0	33%	0%	100%	45%
		K51+870	Colisión de vehículos	0	0	0	33%	0%	100%	45%
K51+900	Colisión de vehículos	1	3	0	5%	0%	0%	0%		

7.6.1 Geometría de la vía en los puntos críticos. Aunque la superficie del pavimento se encuentra en buen estado y la calidad final de la superficie de rodadura no presenta deformaciones o irregularidades, es necesario precisar las actividades de intervención sobre las otras variables atribuibles al estado de la superestructura.

Tabla 85. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 24+000 al PR 25+000

Abcisa Accidente	Tipo de novedad	Características geométricas y de estado de la vía				
		Radio (m)	Velocidad especifica tramo (KPH)	Peralte en el tramo (%)	Estado pavimento	Observaciones
	Colisión de vehículos	49.35		8%	Bueno	
	Salida de calzada	55.50		8%	Bueno	
K24+200	Salida de calzada	86.58		8%	Bueno	
K24+200	Salida de calzada	86.58		8%	Bueno	
K24+660	Colisión de vehículos	121.16		8%	Bueno	
K24+700	Colisión de Vehículo con Piedra	121.16		8%	Bueno	
K24+900	Colisión de vehículos	74.69		8%	Bueno	
K24+900	Salida de Calzada	74.69		8%	Bueno	
K25+000	Salida de calzada	74.69		8%	Bueno	

Tabla 86. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 26+000 al PR 27+000

Abcisa Accidente	Tipo de novedad	Características geométricas y de estado de la vía				
		Radio (m)	Velocidad especifica tramo (KPH)	Peralte en el tramo (%)	Estado pavimento	Observaciones
K26+010	Volcamiento	62.31		8%	Bueno	
K26+800	Otro	69.95		8%	Bueno	
k26+900	Colisión de vehículos	54.07		8%	Bueno	
K26+900	Colisión de vehículos - Motocicleta	54.07		8%	Bueno	
K26+900	Salida de Calzada	54.07		8%	Bueno	
K26+900	Salida de calzada	54.07		8%	Bueno	

Tabla 87. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 33+000 al PR 34+000

Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Características geométricas y de estado de la vía				
		Radio (m)	Velocidad específica tramo (KPH)	Peralte en el tramo (%)	Estado pavimento	Observaciones
K33+100	Colisión contra Piedra	127.68		8%	Bueno	
K33+400	Colisión de vehículos	95.03		8%	Bueno	
K33+600	Colisión con piedra	78.25		8%	Bueno	
K33+700	Salida de calzada	78.25		8%	Bueno	
K33+700	Salida de calzada	78.25		8%	Bueno	
K33+800	Volcamiento	105.08		8%	Bueno	
K33+800	Colisión de vehículos	105.08		8%	Bueno	

Tabla 88. Cuadro resumen de novedades de accidentes y características geométricas en el sector crítico PR 51+000 al PR 52+000

Abscisa Accidente	Tipo de novedad	Características geométricas y de estado de la vía				
		Radio (m)	Velocidad específica tramo (KPH)	Peralte en el tramo (%)	Estado pavimento	Observaciones
K51+120	Salida de calzada	64.79		8%	Bueno	
K51+200	Colisión de vehículos	64.79		8%	Bueno	
K51+200	Accidente ciclista	64.79		8%	Bueno	
K51+200	Colisión de vehículos	64.79		8%	Bueno	
K51+400	Accidente motociclista	81.49		8%	Bueno	
K51+420	Volcamiento	81.49		8%	Bueno	
K51+550	Salida de Calzada	77.5		8%	Bueno	
K51+700	Salida de calzada	62.11		8%	Bueno	
K51+800	Salida de calzada	62.11		8%	Bueno	
K51+870	Colisión de vehículos	62.11		8%	Bueno	
K51+900	Colisión de vehículos	35.17		8%	Bueno	

Teniendo en cuenta las características físicas de la vía, como el radio de curvatura en planta, valor que garantiza una velocidad máxima no superior a los cincuenta kilómetros por hora (50 k/h), es necesario evaluar las condiciones reales de operación de los vehículos que transitan diariamente por la vía cuyo valor es superior a las características de geométricas y de diseño, por lo tanto, se debe exigir a los usuarios reducir la velocidad de operación de manera drástica, para evitar riesgo de choque por transitar por fuera del carril o la pérdida del control del vehículo al entrar en la curva por exceso de velocidad.

Este control debe aplicarse a otras condiciones de la vía, tales como, la pendiente longitudinal, de tal manera que los vehículos de carga al descender por pendientes pronunciadas, reducen la capacidad de maniobra de los conductores sobre todo en clima lluvioso.

De tal manera que a continuación se describen las actividades de intervención en los tramos críticos teniendo en cuenta las causas y frecuencias de los accidentes:

a) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 24+000 al PR 25+000.

- Características geométricas. Este tramo tiene las siguientes características geométricas:

Tabla 89. Características geométricas del tramo crítico PR 24+000 al PR 25+000

Número de carriles	2
Ancho de carril	3,65 m.
Ancho de calzada	7,30 m.
Radio de curva	58,00 m.
Estado de pavimento (visual)	Bueno (Recientemente rehabilitado)

- Causas de accidentalidad. Teniendo en cuenta que las causas de accidentes por fallas humanas y exceso de velocidad son iguales al treinta y cuatro por ciento (34%) y treinta y tres (33%) respectivamente, valor representativamente altos con respecto a las demás causas, es necesario implementar acciones de mitigación para la reducción de velocidad en eventos como salida de calzada al igual y la colisión de vehículos, cuyos valores superan el ochenta y nueve por ciento (89%) de los eventos presentados en este tramo.

- Actividades de intervención. La disminución de los índices de accidentalidad por estas causas, se logra mediante la implementación de dispositivos reductores de velocidad en los tramos cercanos a los puntos críticos bien sea con la demarcación de líneas reductoras de velocidad o bandas sonoras de estoperoles

en los siguientes tramos: PR 25+050 (carril derecho); PR 25+200 (carril izquierdo); PR 24+850 (carril derecho) y PR 25+000 (carril izquierdo).

Sin embargo, es necesario implementar otras acciones de prevención como la instalación de defensas metálicas en el PR 24+900 (costado derecho) que evitan la salida de los vehículos de la calzada en el evento que los demás dispositivos no sean efectivos y por otra parte, el mantenimiento de las defensas existentes localizadas en los PR 24+013 al PR 24+056 (Costado derecho) y PR 24+175 al PR 24+258 (costado derecho).

b) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 26+000 al PR 27+000.

- Características geométricas. Este tramo tiene las siguientes características geométricas:

Tabla 90. Características geométricas del tramo crítico PR 26+000 al PR 27+000

Número de carriles	2
Ancho de carril	3,65 m.
Ancho de calzada	7,30 m.
Radio de curva	56,00 m.
Estado de pavimento (visual)	Bueno (Recientemente rehabilitado)

- Causas de accidentalidad. Teniendo en cuenta que las causas de accidentes por fallas humanas y exceso de velocidad son iguales al treinta y tres por ciento (33%) y diecisiete por ciento (17%) respectivamente, valor representativamente altos con respecto a las demás causas, es necesario implementar acciones de mitigación para la reducción de velocidad en eventos como salida de calzada al igual que la colisión de vehículos y Volcamiento, cuyos valores son iguales al treinta y tres por ciento (33%) para las dos primeras y del diecisiete por ciento (17%) para la tercera, es decir superan el ochenta y tres por ciento (83%) de los eventos presentados en este tramo

- Actividades de intervención. Al igual que en los tramos que se presentan accidentes por exceso de velocidad es necesario implementar la demarcación de líneas reductoras de velocidad o bandas sonoras con estoperoles en el alineamiento recto de aproximación al punto crítico localizado en el PR 26+900 donde se evidencia el índice más alto por la presencia de accidentes cuya novedad es la salida de la calzada.

Así mismo, en este mismo punto es necesario implementar actividades de prevención como la instalación de señales verticales tipo SP_67 (Riesgo de

accidente) para disminuir los índices de accidentalidad por novedades relacionadas a la colisión de vehículos.

Sin embargo, es necesario implementar otras acciones de prevención como la instalación de defensas metálicas que evitan la salida de los vehículos de la calzada en el evento que los demás dispositivos no sean efectivos.

c) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 33+000 al PR 34+000.

- Características geométricas. Este tramo tiene las siguientes características geométricas:

Tabla 91. Características geométricas del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000

Número de carriles	2
Ancho de carril	3,65 m.
Ancho de calzada	7,30 m.
Radio de curva	72,00 m.
Pendiente longitudinal	Variable
Estado de pavimento (visual)	Bueno (Recientemente rehabilitado)

- Causas de accidentalidad. Al igual que en los tramos anteriores las causas relacionadas con la salida de calzada y colisión de vehículos prevalecen que las demás con un porcentaje igual al cincuenta y siete por ciento (57%) y veintinueve por ciento (29%) respectivamente, es necesario implementar actividades de intervención para obligar al conductor a la reducción de velocidad en los puntos de mayor incidencia de accidentalidad de este tramo crítico.

- Actividades de intervención. Los tramos de aproximación a estos puntos críticos se caracterizan por tener radios de curvatura amplios, pero es necesario resaltar que los tramos de alineamiento rectos próximos a la curva crítica (PR 33+700) permiten que el vehículo desarrolle velocidades muy altas que ocasionan una diferencia de velocidades específicas significativa entre curvas, de tal manera que el usuario no percibe el riesgo ni la percepción del trazado, es decir, no disponen del tiempo suficiente para obtener plena claridad sobre la situación y en consecuencia no alcanzan a realizar ajustes a su velocidad.

Es necesario mejorar las características geométricas de la sección transversal para que la velocidad específica en este punto sea igual a la de las curvas que acaba de recorrer. Este mejoramiento se puede lograr mediante actividades de intervención para el incremento del valor del radio de curvatura cuyos valores de inversión son relativamente altos en comparación con otras actividades como el aumento del peralte que permita el incremento de la velocidad específica de

diseño en este punto sin el incremento del valor del radio de curvatura en dicha deflexión.

Este tramo se caracteriza por tener alineamientos relativamente rectos y radios de curvatura amplios que inducen al conductor a realizar maniobras peligrosas y el aumento excesivo de velocidad. Es necesario inducir al conductor del vehículo a restringir este tipo de movimientos peligrosos en zonas de no adelantamiento con el fin de disminuir los índices de accidentalidad cuyo resultado es la colisión de vehículos.

d) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 51+000 al PR 52+000.

- Características geométricas. Este tramo tiene las siguientes características geométricas:

Tabla 92. Características geométricas del tramo crítico PR 33+000 al PR 34+000

Número de carriles	2
Ancho de carril	3,65 m.
Ancho de calzada	7,30 m.
Radio de curva	58,00 m.
Estado de pavimento (visual)	Bueno (Recientemente rehabilitado)

- Causas de accidentalidad. Los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a salida de calzada que se presentan en los tramos comprendidos entre el PR 51+100 al PR 51+200, desde el PR 51+500 al PR 51+600 y desde el PR 51+700 al PR 51+800 y causas como colisión entre vehículos localizados entre el PR 5+200 al PR 5+300, desde el PR 5+800 al PR 52+000, 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 los del diseño geométrico de la vía.

- Actividades de intervención. Las actividades de intervención requeridas para disminuir los índices de accidentalidad relacionadas con estas causas requieren de intervenciones a costos muy elevados con el fin de mejorar las características geométricas de la vía en cuanto a radios de curvatura se refiere, o en su defecto, incrementar los peraltes a los máximos requeridos con el fin de incrementar los valores de velocidad específica de diseño.

7.6.2 Estado de la infraestructura. Es necesario precisar que la recolección y reporte de la información general y causas de los accidentes, depende en gran

parte, de la capacidad y precisión por parte de las autoridades competentes, por lo tanto, la información contenida en dicha base datos debería ser real y confiable.

Si es así, las actividades de intervención estarían encaminadas única y exclusivamente a determinar las deficiencias y daños en los dispositivos de seguridad de las carreteras, de tal manera que los enfoques para la disminución de la tasa de accidentalidad se orientan a los procesos de inversión de recursos en el mantenimiento periódico y rutinario de toda la superestructura.

a) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 24+000 al PR 25+000. Teniendo en cuenta el presente capítulo, es necesario correlacionar el estado de afectación de los dispositivos con las causas de accidentalidad, de tal manera que:

En la figura 215 se tiene que las causas de accidentes por salida de calzada se concentran entre los PR 24+100 al PR 24+200 y desde el PR 24+900 al PR 25+000 y análogamente en estos mismos tramos se presenta las deficiencias más altas en cuanto a señalización vertical y de las señales de guía (Ver figuras 210 y 212) y por las deficiencias en las defensas metálicas del tramo comprendido entre PR 24+100 al PR 24+200 (ver figura 213); para estos casos se deberá implementar la instalación de los dispositivos faltantes en estos mismo subtramos críticos donde se presente la ausencia de la señal o dispositivo.

Así mismo, las causas de accidentalidad por colisión entre vehículos se encuentran entre el PR 24+000 al PR 24+100, PR 24+600 al PR 24+700 y en el PR 24+900, e igualmente se localizan en los mismo tramos cuyas deficiencias por deterioro o ausencia del dispositivo, presentan los más altos índices, es decir, la ocurrencia de eventos por esta causa se encuentra asociada a deficiencias en la señalización vertical, señales de guía y por la ausencia de dispositivos delineadores de piso (tachas retroreflectivas).

Para los casos particulares en los cuales la causa de accidentalidad por salida de calzada se asocia a exceso de velocidad, se deberá implementar la construcción de dispositivos reductores de velocidad.

En conclusión, las actividades de mantenimiento de la infraestructura incluyen:

- ✓ Instalación de dispositivos delineadores de piso a todo lo largo del tramo en el eje de calzada y líneas de borde de pavimento.
- ✓ Instalación de dispositivos reductores de velocidad en los puntos cercanos donde se presenten accidentes cuya causa se asocie al exceso de velocidad.
- ✓ Mantenimiento de señales verticales existentes.

- ✓ Reemplazo de las señales que no cumplen con la normatividad vigente por dimensionamiento, diseño y colores.
- ✓ Instalación de señales verticales preventivas en los sitios de aproximación a cambios en el alineamiento o reglamentarias de velocidad para inducir al usuario por las restricciones particular del tramo de la vía.
- ✓ Instalación de delineadores de curva horizontal en los cambios bruscos de alineamiento.
- ✓ Reposición de los elementos que presentan deterioro en cada uno de los dispositivos.
- ✓ Mantenimiento de los elementos de las defensas metálicas.
- ✓ Reemplazo de los elementos de las defensas metálicas que no cumplan con las normas y especificaciones.
- ✓ Instalación de defensas metálicas en los puntos de accidentalidad por causas asociadas a salida de calzada.

b) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 25+000 al PR 26+000. Es necesario correlacionar el estado de afectación de los dispositivos con las causas de accidentalidad, de tal manera que:

En la figura 228 se tiene que las causas de accidentes por salida de calzada se concentran entre el PR 26+900 al PR 27+00 y en este tramos se presenta las deficiencias más altas en cuanto a señalización vertical, de las señales de guía (Ver figuras 223 y 225) y por las deficiencias en las defensas metálicas (ver figura 226).

Así mismo, las causas de accidentalidad por colisión entre vehículos se localizan en este mismo tramo, e igualmente se localizan en los mismo tramos cuyas deficiencias por deterioro o ausencia del dispositivo, presentan los más altos índices, es decir, la ocurrencia de eventos por esta causa se encuentra asociada a deficiencias en la señalización vertical, señales de guía y por la ausencia de dispositivos delineadores de piso (tachas retroreflectivas).

Para los casos particulares en los cuales la causa de accidentalidad por salida de calzada se asocia a exceso de velocidad, se deberá implementar la demarcación con dispositivos reductores de velocidad y para las causas asociadas a colisión de vehículos reforzar con señalización de piso y de señales verticales (preventivas y reglamentarias).

En conclusión, las actividades de mantenimiento de la infraestructura incluyen:

- ✓ Instalación de dispositivos delineadores de piso a todo lo largo del tramo en el eje de calzada y líneas de borde de pavimento.
- ✓ Instalación de dispositivos reductores de velocidad en los puntos cercanos donde se presenten accidentes cuya causa se asocie al exceso de velocidad.
- ✓ Mantenimiento de señales verticales existentes.
- ✓ Reemplazo de las señales que no cumplen con la normatividad vigente por dimensionamiento, diseño y colores.
- ✓ Instalación de señales verticales preventivas en los sitios de aproximación a cambios en el alineamiento o reglamentarias de velocidad para inducir al usuario por las restricciones particular del tramo de la vía.
- ✓ Instalación de delineadores de curva horizontal en los cambios bruscos de alineamiento.
- ✓ Reposición de los elementos que presentan deterioro en cada uno de los dispositivos de señalización vertical.
- ✓ Mantenimiento de los elementos de las defensas metálicas.
- ✓ Reemplazo de los elementos de las defensas metálicas que no cumplan con las normas y especificaciones.
- ✓ Instalación de defensas metálicas en los puntos de accidentalidad por causas asociadas a salida de calzada.

c) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 33+000 al PR 34+000. Según la figura 246 las causas relacionadas con salida de calzada se presentan en el tramo comprendido entre el PR 33+700 al PR 33+800, es decir, en el mismo tramo donde se presentan las deficiencias en cuanto a la ausencia de delineadores de curva horizontal como elementos o señales de guía.

Así mismo, la causa relacionada con colisión entre vehículos es generalizada a todo lo largo del tramo, por lo tanto requiere la intervención mediante la implementación de señales preventivas tipo SP 47 de Riesgo de accidente y SR 26 de no adelantar, al igual que la instalación de tachas retroreflectivas como elemento delineador de piso.

En conclusión, las actividades de mantenimiento de la infraestructura incluyen:

- ✓ Instalación de dispositivos delineadores de piso a todo lo largo del tramo en el eje de calzada y líneas de borde de pavimento.
- ✓ Mantenimiento de señales verticales existentes.
- ✓ Reemplazo de las señales que no cumplen con la normatividad vigente por dimensionamiento, diseño y colores.
- ✓ Instalación de señales verticales preventivas en los sitios de aproximación a cambios en el alineamiento o reglamentarias de velocidad para inducir al usuario por las restricciones particulares del tramo de la vía.
- ✓ Instalación de delineadores de curva horizontal en los cambios bruscos de alineamiento.
- ✓ Reposición de los elementos que presentan deterioro en cada uno de los dispositivos de señalización vertical.

d) Tramo vial crítico comprendido entre el PR 51+000 al PR 52+000. Los índices de accidentalidad de este tramo están asociados a causas relacionadas a salida de calzada que se presentan en los tramos comprendidos entre el PR 51+100 al PR 51+200, desde el PR 51+500 al PR 51+600 y desde el PR 51+700 al PR 51+800 y causas como colisión entre vehículos localizados entre el PR 5+200 al PR 5+300, desde el PR 5+800 al PR 52+000, cuyas deficiencias se relacionan a deterioros o ausencia de señales verticales y delineadores de curva horizontal generalizada en estos tramos.

Por otra parte, es evidente la disminución de los porcentajes por presencia de accidentes asociada a la colisión entre vehículos en relación con los demás tramos críticos, por las actividades de intervención mediante la instalación de tachas reflectivas como elemento delineador de piso.

Por lo tanto, se tiene las siguientes actividades de intervención en este tramo:

- ✓ Mantenimiento de señales verticales existentes.
- ✓ Reemplazo de las señales que no cumplen con la normatividad vigente por dimensionamiento, diseño y colores.
- ✓ Instalación de señales verticales preventivas en los sitios de aproximación a cambios en el alineamiento o reglamentarias de velocidad para inducir al usuario por las restricciones particulares del tramo de la vía.

- ✓ Instalación de delineadores de curva horizontal en los cambios bruscos de alineamiento.
- ✓ Reposición de los elementos que presentan deterioro en cada uno de los dispositivos de señalización vertical.

8. CONCLUSIONES

8.1 ACCIDENTALIDAD

Las estadísticas de accidentalidad dependen en gran parte de la objetividad de los encargados de estas labores. El agente de tránsito que se hace presente en el lugar del accidente consigna la información en el formulario, siguiendo el procedimiento recomendado para atender emergencias, asegura la ubicación precisa del accidente e informar adecuadamente a los implicados acerca de la información recogida y los procedimientos a seguir. Además, el agente utiliza su criterio para examinar las circunstancias del accidente, concilia las diferentes versiones de testigos e implicados y de esta manera emite su juicio sobre las posibles causas del accidente.

De tal manera que los resultados finales incluidos dentro de la base de datos del Fondo de Prevención Vial en cuanto a causas o novedades está sujeta al juicio del agente y a sus conocimientos sobre el tema en relación a las normas, reglamentaciones y disposiciones que aplican para ello; información que puede verse reflejada en el diligenciamiento inadecuado de los formularios y en las estadísticas definitivas de la accidentalidad.

Otro factor que afecta las estadísticas definitivas de accidentalidad es la transmisión de la información desde el momento en que ocurre el evento hasta la sistematización de la información, de tal manera que el diligenciamiento del formulario se realiza manualmente en la mayor parte de los casos. Por esta razón, posteriormente es necesario transcribir los datos allí contenidos a formato digital, bien sea por parte del mismo agente de tránsito que los diligenció o por otra persona encargada de esa labor (generalmente por otro agente de tránsito, por un funcionario de la entidad de tránsito correspondiente o por un contratista externo). Una copia de cada Formulario es enviada a la autoridad de tránsito que corresponde a la jurisdicción del lugar del siniestro. Esta oficina a su vez debe enviar la información ya digitalizada al Ministerio de Transporte, donde se centraliza la información y se producen las estadísticas de accidentalidad a nivel nacional.

De tal manera que la información contenida en el formulario o diligenciada en el lugar del siniestro es manipulada por varias personas que pueden afectar el contenido real de la investigación.

Los resultados finales de la accidentalidad se ven afectados ya que muchas veces los accidentes no son reportados en el tiempo necesario para que un agente pueda verificar las condiciones del siniestro y llevar a cabo las actividades del diligenciamiento de la información, por ejemplo cuando los vehículos son movidos

después del accidente o no hay suficientes pruebas o indicios que permitan valorar la situación.

Finalmente, se tiene el diligenciamiento inadecuado de los formularios de recolección incorrectamente el Formulario o con mala caligrafía y la información allí consignada no puede reconstruirse confiablemente y por lo tanto se pierde la información, tanto para efectos de las estadísticas como para los procedimientos legales a que haya lugar a raíz del accidente.

Para evitar la pérdida masiva de información, el Fondo de Prevención Vial, las autoridades de tránsito y los cuerpos especializados de Policía de Tránsito deben procurar realizar capacitaciones continuas a sus agentes, insistiendo en la importancia de diligenciar los formularios de una manera clara y cuidadosa.

8.2 MODELO DE EVALUACIÓN

Este modelo de evaluación parte de la información de los accidentes de tránsito ocurridos en un territorio, base para el diagnóstico de la situación de siniestralidad vial y, por lo tanto, el punto de partida para el diseño de medidas e intervenciones que puedan disminuir la cantidad y la gravedad de estos incidentes.

Esa información se analiza detenidamente, de manera que no sólo se puedan determinar las características de la siniestralidad vial, sino también que este análisis sea la base para proponer medidas que ataquen las causas y problemas de mayor incidencia en la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Medidas sencillas pueden reducir significativamente las situaciones problemáticas en algunos sitios de tal manera que identificar y eliminar las causas que hacen de un sitio un lugar peligroso puede mejorar de manera importante la seguridad vial.

Se propone una metodología sencilla que inicia en la identificación de los puntos o sectores críticos, es decir, los lugares donde el riesgo de que ocurra un accidente es más alto, o bien donde los accidentes que ocurren revisten una mayor gravedad para las personas implicadas (más muertos o heridos por accidente). A partir de esta identificación se procede a evaluar el estado de deterioro de cada uno de los dispositivos de seguridad vial existentes en la carretera y las condiciones geométricas de la vía.

Con base en la información obtenida de las causas y novedades de accidentes se correlaciona el estado de los dispositivos con el estado general de la infraestructura para determinar las causas comunes o contribuyentes que favorecen la existencia de accidentes y por lo tanto, establecer las medidas de intervención para la reducción de eventos.

El desarrollo de este modelo de evaluación permite destacar la importancia de la incidencia de los dispositivos de seguridad vial sobre el estado de la infraestructura, tanto por la incidencia de los daños en cada uno de dichos dispositivos como en el estado general de la vía.

Los resultados finales del modelo permiten establecer la vinculación del estado general de la infraestructura con la presencia de accidentes en las carreteras sobre causas imputables al estado de la vía, así, se convierte en una herramienta que permite a los entes territoriales encargados de la administración y el mantenimiento, mejorar las condiciones de seguridad vial enmarcadas en el ámbito de la eficacia de la inversión de recursos.

Con la aplicación del modelo en condiciones reales puede establecer el beneficio que trae inversiones mínimas en la infraestructura en relación con los beneficios sustanciales que puede traer consigo la disminución de los accidentes, muertos o heridos y los costos por cubrimiento de los servicios médicos y quirúrgicos, a indemnización por incapacidad permanente y por muerte, a los gastos funerarios y a los gastos de transporte al centro asistencial.

El desarrollo de este modelo permite establecer las causas de accidentalidad relacionadas con el estado de la vía, pero se debe enfatizar que las entidades encargadas de velar, promover y desarrollar acciones de prevención vial para reducir los accidentes de tránsito y la gravedad de sus consecuencias deben mejorar las campañas de prevención y respeto a las señales y demás dispositivos para disminuir las causas asociados al comportamiento de los conductores.

Este trabajo debe ser conjunto entre las instituciones enmarcadas en el mejoramiento de las medidas de prevención tanto de las actividades de inversión como de la coordinación e interacción interinstitucional.

9. RECOMENDACIONES

Deber enfrentar el desafío de agrupar a muchos participantes sobre la importancia de la seguridad vial y las medidas de prevención de accidentes y reconocer que ella debe constituir la prioridad principal de todas las entidades públicas y privadas que hasta ahora ha sido su prioridad el desarrollo y el mantenimiento de la red vial.

Desarrollar metodologías que demuestren la importancia de de implementar las medidas de prevención no solamente a las causas de accidentalidad relacionadas con el conductor o los vehículos, sino como también a las relacionadas con el estado de la carretera, de tal manera que la importancia de los dispositivos de seguridad vial sobre la incidencia en los accidentes se difunde ampliamente con el fin de considerar que los elementos como la señalización vertical, horizontal, entre otros, son de vital importancia durante las actividades de mantenimiento de la infraestructura vial, como uno de los actores para la prevención de los accidentes de tránsito.

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Hacia una nueva cultura de la seguridad vial en Colombia. {en línea}. {Febrero de 2010}. Disponible en: <http://www.mintransporte.gov.co/Servicios/Biblioteca/documentos/documentos.htm>.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Sistema de información del Instituto Nacional de Concesiones SIINCO. {en línea}. {Febrero de 2010}. Disponible en: http://www.inco.gov.co/concesiones/filtros/trafico_recaudo

JUNGUITO, Roberto. Seguridad Vial. En: Revista portafolio. Bogotá: (15 julio 2009). P. 27.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Manual centroamericano de seguridad vial. Costa Rica (Mayo de 2008) P.3.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Diseño Geométrico de carreteras. Bogotá D.C. 2008. 277 p.

INSTITUTO MAPFRE. Actuaciones para la mejora de la seguridad vial en la Travesía de Baldallur. España. (Septiembre, 2004). P.2.

FONDO DE PREVENCIÓN VIAL. Estudio para la elaboración de un manual que sirva de guía a los entes territoriales de carácter municipal, y departamental para el diseño y ejecución de sus planes de seguridad vial. Bogotá D.C. Enero de 2004. 54 p.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización de calles, Carreteras y ciclorrutas. Bogotá D.C. Mayo de 2004.

BRAVO, Paulo Emilio. Diseño de Carreteras: Técnica y análisis del Proyecto. Sexta edición. Popayán. 1993. 497 p.

ANEXOS

Anexo C. Procesamiento y análisis de información para el ejemplo de cálculo

a) Porcentaje de afectación en el tramo TR1:

Para el ejemplo de cálculo, el porcentaje de afectación por deficiencia será igual a:

$$\% (\text{deficiencia}) = \frac{\Sigma(\text{daños presentes en los dispositivos})}{\text{número de daños evaluados por deficiencia}}$$

Para las deficiencias en el estado de conservación (EC) en el tramo TR1 es igual a:

$$\begin{aligned}\% (EC) &= \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señales})}{\text{Número daños evaluados por EC}} \\ \% (EC) &= \frac{EC(\text{señal 1}) + EC(\text{señal 2}) + EC(\text{señal 3}) + EC(\text{señal 4})}{EC(\text{señal 1 a 4})} \\ \% (EC) &= \frac{3 + 7 + 0 + 0}{7 + 7 + 7 + 7} \\ \% (EC) &= \frac{10}{28} = 35.71 \% \cong 36 \%\end{aligned}$$

Para las deficiencias por materiales (M) en el tramo TR1 es igual a:

$$\begin{aligned}\% (M) &= \frac{\Sigma(\text{daños en M en las señales})}{\text{Número daños evaluados por M}} \\ \% (M) &= \frac{M(\text{señal 1}) + M(\text{señal 2}) + M(\text{señal 3}) + M(\text{señal 4})}{M(\text{señal 1 a 4})} \\ \% (M) &= \frac{3 + 7 + 0 + 0}{7 + 7 + 7 + 7} \\ \% (M) &= \frac{10}{28} = 35.71 \% \cong 36 \%\end{aligned}$$

Para las deficiencias en la instalación (I) en el tramo TR1 es igual a:

$$\begin{aligned}\% (I) &= \frac{\Sigma(\text{daños en I en las señales})}{\text{Número daños evaluados por I}} \\ \% (I) &= \frac{I(\text{señal 1}) + I(\text{señal 2}) + I(\text{señal 3}) + I(\text{señal 4})}{I(\text{señal 1 a 4})} \\ \% (I) &= \frac{2 + 3 + 0 + 0}{3 + 3 + 3 + 3} \\ \% (I) &= \frac{5}{12} = 41,67 \% \cong 42 \%\end{aligned}$$

Para las deficiencias en el diseño (D) en el tramo TR1 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (D) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } D \text{ en las señales})}{\text{Número daños evaluados por } D} \\ \% (D) &= \frac{D(\text{señal } 1) + D(\text{señal } 2) + D(\text{señal } 3) + D(\text{señal } 4)}{D(\text{señal } 1 \text{ a } 4)} \\ \% (D) &= \frac{2 + 4 + 0 + 0}{5 + 5 + 5 + 5} \\ \% (D) &= \frac{6}{20} = 30\% \end{aligned}$$

Para las deficiencias por ausencia (AU) en el tramo TR1 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (AU) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } AU \text{ en las señales})}{\text{Número daños evaluados por } AU} \\ \% (AU) &= \frac{AU(\text{señal } 1) + AU(\text{señal } 2) + AU(\text{señal } 3) + AU(\text{señal } 4)}{AU(\text{señal } 1 \text{ a } 4)} \\ \% (AU) &= \frac{0 + 0 + 1 + 0}{1 + 1 + 1 + 1} \\ \% (AU) &= \frac{1}{4} = 25\% \end{aligned}$$

El porcentaje de afectación en el tramo TR1 se calcula con la sumatoria de los porcentajes de afectación en cada una de las deficiencias por su peso en relación con el total de deficiencias evaluadas.

$$\%(tramo) = \sum (\text{peso porcentual} \times \% \text{ afectación de las deficiencias})$$

$$\begin{aligned} \% (tramo \text{ TR1}) &= (0.20 \times \% EC) + (0.20 \times \% M) + (0.20 \times \% I) + (0.20 \times \% D) + (0.20 \times \% AU) \\ \% (tramo) &= (0.20 \times 36\%) + (0.20 \times 36\%) + (0.20 \times 42\%) + (0.20 \times 30\%) + (0.20 \times 25\%) \\ \% (TR1) &= 33.62\% \cong 34\% \end{aligned}$$

b) Porcentaje de afectación en el tramo TR2:

Para las deficiencias en el estado de conservación (EC) en el tramo TR2 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (EC) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } EC \text{ en las señales en el tramo TR2})}{\text{Número daños evaluados por } EC \text{ en el tramo TR2}} \\ \% (EC) &= \frac{EC(\text{señal } 1) + EC(\text{señal } 2) + EC(\text{señal } 3)}{EC(\text{señal } 1 \text{ a } 3)} \\ \% (EC) &= \frac{0 + 0 + 0}{7 + 7 + 7} \\ \% (EC) &= \frac{0}{21} = 0\% \end{aligned}$$

Para las deficiencias por materiales (M) en el tramo TR2 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (M) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señales en el tramo TR2})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en el tramo TR2}} \\ \% (M) &= \frac{M(\text{señal 1}) + M(\text{señal 2}) + M(\text{señal 3})}{M(\text{señal 1 a 3})} \\ \% (M) &= \frac{0 + 0 + 0}{7 + 7 + 7} \\ \% (M) &= \frac{0}{21} = 0 \% \end{aligned}$$

Para las deficiencias en la instalación (I) en el tramo TR2 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (I) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } I \text{ en las señales en el tramo TR2})}{\text{Número daños evaluados por } I \text{ en el tramo TR2}} \\ \% (I) &= \frac{I(\text{señal 1}) + I(\text{señal 2}) + I(\text{señal 3})}{I(\text{señal 1 a 3})} \\ \% (I) &= \frac{0 + 0 + 0}{3 + 3 + 3} \\ \% (I) &= \frac{0}{9} = 0 \% \end{aligned}$$

Para las deficiencias en el diseño (D) en el tramo TR2 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (D) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } D \text{ en las señales en el tramo TR2})}{\text{Número daños evaluados por } D \text{ en el tramo TR2}} \\ \% (D) &= \frac{D(\text{señal 1}) + D(\text{señal 2}) + D(\text{señal 3})}{D(\text{señal 1 a 3})} \\ \% (D) &= \frac{0 + 0 + 0}{5 + 5 + 5} \\ \% (D) &= \frac{0}{15} = 0 \% \end{aligned}$$

Para las deficiencias por ausencia (AU) en el tramo TR2 es igual a:

$$\begin{aligned} \% (AU) &= \frac{\Sigma(\text{daños en } AU \text{ en las señales en el tramo TR2})}{\text{Número daños evaluados por } AU \text{ en el tramo TR2}} \\ \% (AU) &= \frac{AU(\text{señal 1}) + AU(\text{señal 2}) + AU(\text{señal 3})}{AU(\text{señal 1 a 3})} \\ \% (AU) &= \frac{0 + 0 + 0}{1 + 1 + 1} \\ \% (AU) &= \frac{0}{3} = 0 \% \end{aligned}$$

El porcentaje de afectación en el tramo **TR2** se calcula con la sumatoria de los porcentajes de afectación en cada una de las deficiencias por su peso en relación con el total de deficiencias evaluadas.

$$\%(\text{tramo}) = \sum (\text{peso porcentual} \times \% \text{afectación de las deficiencias})$$

$$\%(\text{tramo TR2}) = (0.20 \times \%EC) + (0.20 \times \%M) + (0.20 \times \%I) + (0.20 \times \%D) + (0.20 \times \%AU)$$

$$\%(\text{tramo}) = (0.20 \times 0\%) + (0.20 \times 0\%) + (0.20 \times 0\%) + (0.20 \times 0\%) + (0.20 \times 0\%)$$

$$\%(TR2) = 0\%$$

c) Porcentaje de afectación en el tramo TR3:

Para las deficiencias en el estado de conservación (EC) en el tramo TR3 es igual a:

$$\% (EC) = \frac{\sum (\text{daños en EC en las señales en el tramo TR3})}{\text{Número daños evaluados por EC en el tramo TR3}}$$

$$\% (EC) = \frac{EC (\text{señal 1}) + EC (\text{señal 2}) + EC (\text{señal 3})}{EC (\text{señal 1 a 3})}$$

$$\% (EC) = \frac{7 + 7 + 7}{7 + 7 + 7}$$

$$\% (EC) = \frac{21}{21} = 100\%$$

Para las deficiencias por materiales (M) en el tramo TR3 es igual a:

$$\% (M) = \frac{\sum (\text{daños en M en las señales en el tramo TR3})}{\text{Número daños evaluados por M en el tramo TR3}}$$

$$\% (M) = \frac{M (\text{señal 1}) + M (\text{señal 2}) + M (\text{señal 3})}{M (\text{señal 1 a 3})}$$

$$\% (M) = \frac{7 + 7 + 7}{7 + 7 + 7}$$

$$\% (M) = \frac{21}{21} = 100\%$$

Para las deficiencias en la instalación (I) en el tramo TR3 es igual a:

$$\% (I) = \frac{\sum (\text{daños en I en las señales en el tramo TR3})}{\text{Número daños evaluados por I en el tramo TR3}}$$

$$\% (I) = \frac{I (\text{señal 1}) + I (\text{señal 2}) + I (\text{señal 3})}{I (\text{señal 1 a 3})}$$

$$\% (I) = \frac{3 + 3 + 3}{3 + 3 + 3}$$

$$\% (I) = \frac{9}{9} = 100\%$$

Para las deficiencias en el diseño (D) en el tramo TR3 es igual a:

$$\% (D) = \frac{\sum (\text{daños en D en las señales en el tramo TR3})}{\text{Número daños evaluados por I en el tramo TR3}}$$

$$\% (D) = \frac{D (\text{señal 1}) + D (\text{señal 2}) + D (\text{señal 3})}{D (\text{señal 1 a 3})}$$

$$\% (D) = \frac{4 + 4 + 4}{5 + 5 + 5}$$

$$\% (D) = \frac{12}{15} = 80 \%$$

Para las deficiencias por ausencia (AU) en el tramo TR3 es igual a:

$$\% (AU) = \frac{\Sigma(\text{daños en AU en las señales en el tramo TR3})}{\text{Número daños evaluados por AU en el tramo TR3}}$$

$$\% (AU) = \frac{AU (\text{señal 1}) + AU (\text{señal 2}) + AU (\text{señal 3})}{AU (\text{señal 1 a 3})}$$

$$\% (AU) = \frac{0 + 0 + 0}{1 + 1 + 1}$$

$$\% (AU) = \frac{0}{3} = 0 \%$$

El porcentaje de afectación en el tramo **TR3** se calcula con la sumatoria de los porcentajes de afectación en cada una de las deficiencias por su peso en relación con el total de deficiencias evaluadas.

$$\%(tramo) = \sum (\text{peso porcentual} \times \% \text{ afectación de las deficiencias})$$

$$\%(tramo TR1) = (0.20 \times \%EC) + (0.20 \times \%M) + (0.20 \times \%I) + (0.20 \times \%D) + (0.20 \times \%AU)$$

$$\%(tramo) = (0.20 \times 100\%) + (0.20 \times 100\%) + (0.20 \times 100\%) + (0.20 \times 80\%) + (0.20 \times 0\%)$$

$$\%(TR3) = 76 \%$$

d) Porcentaje de afectación de daños en cada señal:

• **TRAMO TR1:**

Se debe calcular el porcentaje de afectación del daño **EC** en cada una de las señales:

$$\% (EC)_{\text{señal 1}} = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 1}}$$

$$\% (EC)_{\text{señal 1}} = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)_{\text{señal 1}} = \frac{0 + 0 + 1 + 0 + 1 + 1 + 0}{7}$$

$$\% (EC)_{\text{señal 1}} = \frac{3}{7} = 42.85 \% \cong 43\%$$

$$\% (EC)_{\text{señal 2}} = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 2}}$$

$$\% (EC)_{\text{señal 2}} = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7}$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{7}{7} = 100 \%$$

$$\% (EC)señal 3 = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 3}}$$

$$\% (EC)señal 3 = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)señal 3 = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (EC)señal 3 = \frac{0}{7} = 0 \%$$

$$\% (EC)señal 4 = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 4})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 4}}$$

$$\% (EC)señal 4 = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)señal 4 = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (EC)señal 4 = \frac{0}{7} = 0 \%$$

- TRAMO TR2:

$$\% (EC)señal 1 = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 1}}$$

$$\% (EC)señal 1 = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)señal 1 = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (EC)señal 1 = \frac{0}{7} = 0 \%$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 2}}$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}}$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (EC)señal 2 = \frac{0}{7} = 0 \%$$

$$\begin{aligned} \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 3}} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{0}{7} = 0\% \end{aligned}$$

- TRAMO TR3:

$$\begin{aligned} \% (EC)_{\text{señal 1}} &= \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 1}} \\ \% (EC)_{\text{señal 1}} &= \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}} \\ \% (EC)_{\text{señal 1}} &= \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7} \\ \% (EC)_{\text{señal 1}} &= \frac{7}{7} = 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% (EC)_{\text{señal 2}} &= \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 2}} \\ \% (EC)_{\text{señal 2}} &= \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}} \\ \% (EC)_{\text{señal 2}} &= \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7} \\ \% (EC)_{\text{señal 2}} &= \frac{7}{7} = 100\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{\Sigma(\text{daños en EC en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por EC en la señal 3}} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{ES + P + EF + T + S + MR}{EC \text{ total}} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7} \\ \% (EC)_{\text{señal 3}} &= \frac{7}{7} = 100\% \end{aligned}$$

- TRAMO TR1:

Se debe calcular el porcentaje de afectación del daño **M** en cada una de las señales:

$$\begin{aligned} \% (M)\text{señal 1} &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 1}} \\ \% (M)\text{señal 1} &= \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}} \\ \% (M)\text{señal 1} &= \frac{0 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0 + 0}{7} \\ \% (M)\text{señal 1} &= \frac{3}{7} = 42.85 \% \cong 43\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% (M)\text{señal 2} &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 2}} \\ \% (M)\text{señal 2} &= \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}} \\ \% (M)\text{señal 2} &= \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7} \\ \% (M)\text{señal 2} &= \frac{7}{7} = 100 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% (M)\text{señal 3} &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 3}} \\ \% (M)\text{señal 3} &= \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}} \\ \% (M)\text{señal 3} &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7} \\ \% (M)\text{señal 3} &= \frac{0}{7} = 0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% (M)\text{señal 4} &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 4})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 4}} \\ \% (M)\text{señal 4} &= \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}} \\ \% (M)\text{señal 4} &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7} \\ \% (M)\text{señal 4} &= \frac{0}{7} = 0 \% \end{aligned}$$

- TRAMO TR2:

$$\begin{aligned} \% (M)\text{señal 1} &= \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 1}} \\ \% (M)\text{señal 1} &= \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}} \\ \% (M)\text{señal 1} &= \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7} \end{aligned}$$

$$\% (M)\text{señal 1} = \frac{0}{7} = 0 \%$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 2}}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{0}{7} = 0 \%$$

$$\% (M)\text{señal 3} = \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 3}}$$

$$\% (M)\text{señal 3} = \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}}$$

$$\% (EC)\text{señal 3} = \frac{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0}{7}$$

$$\% (EC)\text{señal 3} = \frac{0}{7} = 0 \%$$

- TRAMO TR3:

$$\% (M)\text{señal 1} = \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 1})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 1}}$$

$$\% (M)\text{señal 1} = \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}}$$

$$\% (M)\text{señal 1} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7}$$

$$\% (M)\text{señal 1} = \frac{7}{7} = 100 \%$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 2})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 2}}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7}$$

$$\% (M)\text{señal 2} = \frac{7}{7} = 100 \%$$

$$\% (M)\text{señal 3} = \frac{\Sigma(\text{daños en } M \text{ en las señal 3})}{\text{Número daños evaluados por } M \text{ en la señal 3}}$$

$$\% (M)\text{señal 3} = \frac{A + ES + P + EF + T + S + MR}{M \text{ total}}$$

$$\% (EC)\text{señal 3} = \frac{1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1}{7}$$

$$\% (EC)\text{señal 3} = \frac{7}{7} = 100 \%$$

