

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES CRÍTICAS Y SUS  
TRAMOS INCIDENTES EN LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA  
CARRERA 23 DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**DONOBAN STIVEN YEPES BUCHELI  
PABLO ERNESTO GOMEZ ROSERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2014**

**ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES CRÍTICAS Y SUS  
TRAMOS INCIDENTES EN LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA  
CARRERA 23 DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO**

**DONOBAN STIVEN YEPES BUCHELI  
PABLO ERNESTO GOMEZ ROSERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título  
de Ingeniero Civil**

**Director  
LUIS ARMANDO MERINO CHAMORRO  
Ingeniero Civil Especialista**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2014**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

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

**Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanando del Honorable Concejo Académico.**

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

**Artículo 1° acuerdo # 324 del 11 de Octubre de 1966 del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

San Juan De Pasto, Diciembre del 2014

## **DEDICATORIA**

A Dios por cada día, por sus bendiciones, por nunca abandonarme, porque cada día es un obsequio.

A mi familia por estar siempre conmigo siempre acompañándome y aconsejándome en cada camino que tomo.

Al señor Ingeniero Luis Armando Merino Chamorro, por su experiencia y admirable compromiso con nosotros proporcionándonos todas las herramientas y facilidades incluso en momentos austeros.

A mis compañeros Luis Zapata, Jorge Flores, Edwar Basante y más que todo a mi compañero de tesis Pablo Ernesto Gómez Rosero por su sorprendente asistencia, apoyo, sabiduría y entereza en el desarrollo de este proyecto.

DONOBAN STIVEN YEPES BUCHELI

## **RESUMEN**

Actualmente la Alcaldía Municipal de Pasto no tiene información precisa, detallada y actualizada con respecto a seguridad vial y el método de evaluación de la misma. Por esta razón se presenta el siguiente proyecto correspondiente a “estudio de seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto”.

En primer lugar se identificó las intersecciones críticas de un tramo de calle o carrera en común con base en estadísticas de accidentes de la ciudad de San Juan de Pasto proporcionadas por la base de datos de la subsecretaria de tránsito y transporte. Luego realizamos un reconocimiento preliminar con el fin de identificar posibles obstáculos para nuestro estudio, generando una idea básica del entorno urbano con respecto a infraestructura, vehículos, lugares de influencia peatonal y comportamientos de todos los usuarios.

Posteriormente se realizó un levantamiento topográfico identificando los elementos más importantes de la vía y con esta información se procede a graficar un mapa de cada intersección crítica y sus tramos incidentes con ayuda de los formatos de inventario urbano que también son útiles para el análisis de tránsito.

Con toda la información recolectada se procedió a implementar la metodología correspondiente a identificar cuantitativamente los riesgos, dando como resultado zonas identificadas por colores que tienen su propio significado con respecto a tolerancia del peligro, prioridades de tratamiento y asociación con probabilidad de accidentes.

## **ABSTRACT**

Currently the municipality of Pasto does not have accurate, detailed and up-to-date information regarding road safety and the method of evaluation of the same. For this reason, the following corresponding project is presented to "study of road safety in critical intersections and its incidents sections on 12th Street between race 1 up to the race 23 of Pasto city".

First identified intersections criticism of a stretch of street or race in common based on accidents of Pasto city, statistics provided by the database of the Department of transit and transport. We then conducted a preliminary survey in order to identify possible obstacles to our study, generating a basic idea of the urban environment with regard to infrastructure, vehicles, pedestrian influence and behavior of all users.

I was subsequently conducted a survey identifying the elements most important pathway and this information comes to graph a map of each intersection review and its incidents sections with the help of urban inventory formats that are also useful for the analysis of traffic.

With the information gathered was to implement the methodology to quantitatively identify the risks, resulting in areas identified by colors that have its own meaning with respect to the risk tolerance, priorities of treatment and association with the probability of accidents.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	19
1. MARCO DE REFERENCIA	25
1.1 MARCO SITUACIONAL DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO	25
1.1.1 Datos generales	25
1.2 ANTECEDENTES	25
1.2.1 La seguridad vial en Colombia	26
1.2.2 Estadísticas de accidentalidad “DANE” Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Nariño, 2013	33
1.2.3 La seguridad vial en San Juan de Pasto	34
1.2.4 Sobre la condición actual de la seguridad vial en la ciudad de San Juan de Pasto	35
1.3 METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS RELATIVAS A LOS NIVELES DE ACCIDENTALIDAD	36
1.4 BENEFICIOS	36
1.5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN FASE DE OPERACIÓN	36
1.6 RECONOCIMIENTO DEL TRAMO VIAL	36
1.7 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD VIAL	37
1.8 PRINCIPALES CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO	37
1.9 CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO.	38
1.10 CAUSAS INMEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VIAL	38
1.10.1 Entorno urbano	38
1.10.2 Situación urbanística actual	38
1.10.3 Sistema Vial Básico	39
1.10.4 Sistema de actividades y centros de actividad	39
1.10.5 Mobiliario urbano y paisajismo	39
1.10.6 Infraestructura de servicios	39
1.10.7 Sitio	40
1.11 ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO	40
1.11.1 Definiciones	40
1.11.2 Métodos de muestreo	45
1.12 INVENTARIO	46
2. DESARROLLO DEL TRABAJO	47
2.1 INTERSECCIONES CRÍTICAS DE UN TRAMO DE CALLE O CARRERA EN COMÚN	47
2.2 RECONOCIMIENTO DEL TRAMO VIAL DE LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA CARRERA 23 DE LA CIUDAD DE PASTO	49
2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	51
2.4 MATRIZ DE HALLAZGOS (Anexo 1)	51
2.4.1 Formato General	52

2.4.2	Formato iluminación	53
2.4.3	Formato sumideros	54
2.4.4	Formato señalización	54
2.4.5	Formato pavimento flexible	55
2.4.6	Formato pavimento rígido	56
2.5	AFORO VEHICULAR.	57
2.5.1	Formato general de aforo vehicular	57
2.5.2	Formato sumatoria final del aforo vehicular	58
3.	PROCESAMIENTO DE DATOS	59
3.1	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	59
3.2	ESTUDIO DE TRANSITO	59
3.2.1	Análisis de la composición, volúmenes y flujos vehiculares	59
3.2.2	Nivel de servicio	61
3.2.3	Capacidad	61
3.2.4	Triangulo de visibilidad	70
3.2.5	Radios de giro	70
3.3	MATRIZ DE RIESGOS	70
3.3.1	Amenaza por exposición en centros generadores de transito Aex máximo	71
3.3.2	Amenaza por consecuencia - situacion de amenaza (Ac maximo)	72
3.3.3	Porcentaje de peligrosidad	74
3.3.4	Factores de modificacion de la peligrosidad por jerarquia vial	74
3.3.5	Factores de modificacion de la peligrosidad por jerarquia vial y nivel de tolerancia	74
3.3.6	Calculo de la amenaza	74
3.3.7	Vulnerabilidad por centros generadores de transito VCGT	74
3.3.8	Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX	75
3.3.9	Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas Vv	75
3.3.10	Vulnerabilidad	75
3.3.11	Porcentaje de riesgo	75
4.	ANALISIS DE RESULTADOS	76
4.1	RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO EN INTERSECCIONES CRÍTICAS Y SUS TRAMOS INCIDENTES EN LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA CARRERA 23	77
5.	CONCLUSIONES	78
5.1	ACCIDENTALIDAD	78
5.2	MODELO DE EVALUACION	78
6.	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFIA	81

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Alcance y delimitaciones del estudio de seguridad vial	20
Tabla 2. Muertes violentas en Colombia 2012-2013	26
Tabla 3. Lesiones no fatales en Colombia 2012-2013	27
Tabla 5. Muertes por accidentes de transporte	28
Tabla 6. Lesiones por accidentes de transporte	28
Tabla 7. Muertes por accidentes de transporte según tipo de accidente	29
Tabla 8. Lesiones por accidentes de transporte según tipo de accidente	30
Tabla 9. Estadísticas de accidentalidad, Nariño, 2013	33
Tabla 10. Automóviles directos equivalentes	44
Tabla 11. Velocidad de diseño en función del tipo de vía urbana	44
Tabla 12. Sucesos por accidente de tránsito vs dirección del suceso	47
Tabla 13. Características placas geodésicas	51
Tabla 14. Formato general	52
Tabla 15. Formato iluminación	53
Tabla 16. Formato sumideros	54
Tabla 17. Formato señalización	54
Tabla 18. Formato pavimento flexible	55
Tabla 19. Formato pavimento rígido	56
Tabla 20. Formato general de aforo vehicular	57
Tabla 21. Formato sumatoria final del aforo vehicular	58
Tabla 22. Procesamiento de información de tránsito vehicular	60
Tabla 23. Nivel de servicio intersección semaforizada	61
Tabla 24. Nivel de servicio intersección no semaforizada	61
Tabla 25. Jerarquía vial	63
Tabla 26. Maniobra de flujo en la vía principal y valores de espaciamiento	67
Tabla 27. Amenaza exposición en centros generadores de tránsito = Aex	71
Tabla 28. Amenaza por consecuencia - situación de amenaza (Ac)	72
Tabla 29. Porcentaje de peligrosidad	74
Tabla 30. Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial	74
Tabla 31. Factores de modificación de la peligrosidad	74
Tabla 32. Cálculo de la amenaza	74
Tabla 33. Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito VCGT	74
Tabla 34. Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX	75
Tabla 35. Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX	75
Tabla 36. Vulnerabilidad	75
Tabla 37. Porcentaje de riesgo	75
Tabla 38. Cuantificación del riesgo	76
Tabla 39. Prioridad del tratamiento en Proyectos en Prediseño y Diseño	76
Tabla 40. Prioridad del tratamiento en Proyectos en Construcción y Operación	76
Tabla 41. Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Muertes por accidentes de transporte 2013 Colombia	<b>Pág.</b> 31
Figura 2.	Lesiones por accidentes de transporte 2013 Colombia	32

## LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1.	Maniobra de flujo en la via principal y valores de espaciamiento	<b>Pág.</b> 68
------------	--	-------------------

## LISTA DE IMÁGENES

		<b>Pág.</b>
Imagen 1.	Nivel de servicio A	41
Imagen 2.	Nivel de servicio B	41
Imagen 3.	Nivel de servicio C	42
Imagen 4.	Nivel de servicio D	42
Imagen 5.	Nivel de servicio E	43
Imagen 6.	Nivel de servicio F	43
Imagen 7.	Reconocimiento del tramo vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto	50
Imagen 10.	Guía de diligenciamiento de información para aforo vehicular	57

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuacion 1. "Capacidad de entrada ADES/Hora"	62
Ecuacion 2. "Capacidad de entrada ADES/Hora modificada"	62
Ecuacion 3. "Definicion de tiempo "amarillo" y "rojo+rojo"	64
Ecuacion 4. "Flujo de saturacion"	64
Ecuacion 5. "Flujo actual vs flujo de saturacion"	65
Ecuacion 6. "Longitud de ciclo optimo"	65
Ecuacion 7 "Tiempo verde efectivo total" "seg"	65
Ecuacion 8. "Tiempo efectivo total para cada fase"	65
Ecuacion 9. "Capacidad interseccion controlada por semaforo"	66
Ecuacion 10. "Valor esperado de vehiculos agrupados"	69
Ecuacion 11. "Probabilidad de acumulacion vehicular"	69
Ecuacion 12. "Teoria de filas"	69
Ecuacion 13. "Tiempo de maniobra para Xi vehiculos"	69
Ecuacion 14. "Transito actual"	70
Ecuacion 15. "Transito futuro"	70
Ecuacion 16. "Vida util en años"	70

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Matriz de hallazgos.
- Anexo 2.** Formato general de aforo vehicular.
- Anexo 3.** Formato sumatoria final de aforo vehicular.
- Anexo 4.** Formato de procesamiento de información de aforo vehicular.
- Anexo 5.** Composición, volumen y flujo vehicular en intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 6.** Matriz de riesgos diligenciada para intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 7.** Capacidad intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 8.** Cartera topográfica intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 9.** Estadísticas de accidentalidad 2012-2013 de San Juan de Pasto.
- Anexo 10.** Estadísticas de accidentalidad 2012-2013 de San Juan de Pasto organizadas por dirección.
- Anexo 11.** Estadísticas de accidentalidad en Colombia 2013.
- Anexo 12.** Matriz de hallazgos diligenciada para intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 13.** Fotos de inventario vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 14.** Manual de inventarios.
- Anexo 15.** Planos de intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 16.** POT dimensiones mínimas San Juan de Pasto.
- Anexo 17.** Radios de giro mínimos ministerio de transporte.
- Anexo 18.** Recorrido preliminar tramo comprendido entre cl12-cra4 y cl12-cra23.
- Anexo 19.** Resumen de análisis de riesgo en intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
- Anexo 20.** Matriz de riesgos.

## GLOSARIO

A efectos de una adecuada comprensión del documento y de minimizar las diferencias conceptuales entre quienes lo consulten, se entrega a continuación la descripción de los principales términos empleados a lo largo del mismo salvo los que sea necesario explicar con detalle en cada capítulo:

**BASE DE TOPOGRAFÍA:** punto del corredor de ruta, de coordenadas x, y y z conocidas, que sirve como estación para el levantamiento topográfico de dicho corredor y eventualmente en las etapas de localización del proyecto.

**BOMBEO:** pendiente transversal en las entretangencias horizontales de la vía, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua. Está pendiente, va generalmente del eje hacia los bordes.

**CAPA DE RODADURA:** capa superior del pavimento sobre la cual circulan los vehículos, y que por esta razón debe ser resistente a la abrasión generada por el tráfico. Dependiendo del tipo de pavimento puede ser de losas de concreto hidráulico, concreto asfáltico, adoquines o afirmado.

**CALZADA:** zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado.

**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.

**CARRIL:** parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

**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, la vía y el lugar.

**CUNETA:** zanjas, revestidas o no, construidas paralelamente a las bermas, destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan.

**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.

**DISEÑO EN PLANTA:** proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por trayectorias curvas.

**DISEÑO EN PERFIL:** proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo.

**DISEÑO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL:** definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal.

**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.

**INTERSECCIÓN:** dispositivos viales en los que dos o más carreteras se encuentran ya sea en un mismo nivel o bien en distintos, produciéndose cruces y cambios de trayectorias de los vehículos que por ellos circulan.

**OBRAS DE DRENAJE:** obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera.

**PAVIMENTO:** conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos.

**PAVIMENTO FLEXIBLE:** tipo de pavimento constituido por una capa de rodadura bituminosa apoyada generalmente sobre capas de material no ligado.

**PAVIMENTO RÍGIDO:** es aquel que fundamentalmente está constituido por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido.

**PENDIENTE LONGITUDINAL:** corresponde a las inclinaciones de la vía, medidas en el sentido del eje.

**RASANTE:** es la proyección vertical del desarrollo del eje de la superficie de rodadura de la vía.

**SEPARADOR:** zonas verdes o zonas duras colocadas paralelamente al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central o

mediana) o para separar calzadas destinadas al mismo sentido de tránsito (calzadas laterales).

**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.

**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.

**VEHÍCULO DE DISEÑO:** tipo de vehículo cuyo peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado. Con propósitos de diseño geométrico, el vehículo de diseño debe ser uno, se podría decir que imaginario, cuyas dimensiones y radio mínimo de giro sean mayores que los de la mayoría de vehículos de su clase.

**VEHÍCULO:** todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto promueve la determinación de factores de riesgo que conlleva a la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito por lo que las referencias teóricas podrían tener algunas similitudes con proyectos enfocados al mismo propósito.

Se realizó una evaluación a manera de auditoria para identificar la problemática en cuanto a seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto teniendo en cuenta parámetros geométricos y de infraestructura planimétrica, altimétrica, de señalización, urbanísticos, operacional, con el objeto de encender la alarmas identificando los riesgos y falencias en el sistema vial. Las alarmas dependerán de los niveles de riesgo que vamos a identificar según una metodología muy eficaz proporcionada por “Disvial ingeniería de proyectos” la cual es muy apropiada para llegar a la conclusión final de determinar las zonas con alto riesgo y que por la misma razón deberían tener una intervención pronta. Estos riesgos se relacionan directamente con la amenaza, derivada de la configuración de las infraestructuras, y la vulnerabilidad de los usuarios, asociada a la operación misma del sistema y a la integración entre todos los usuarios como son vehículos mixtos, buses, peatones, y ciclistas.

Gracias a la intervención de los organismos de control de riesgos y accidentalidad vial, el país viene desarrollando planes estratégicos que mitiguen la potencialidad de estos, en las diferentes etapas de la vía como son diseño, construcción y operación; esta investigación se desarrollara en la fase de operación de la vía, es decir, la vía esta con flujo vehicular permanente donde es conveniente determinar los factores que contribuyen con los accidentes.

Encaminados con la nueva visión que el país tiene respecto a la estructuración de nuevas políticas de seguridad vial este proyecto pretende determinar las causas de accidentalidad con la aplicación de los criterios que contempla la normatividad respectiva (PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL 2011-2016<sup>1</sup>) Y POT DE SAN JUAN DE PASTO<sup>2</sup>) los conceptos de tránsito, señalización, infraestructura y movilidad además de análisis espaciales que intervienen en el flujo vehicular.

---

<sup>1</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2011 - 2016, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito, 2011. Disponible en internet, url: <[www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817](http://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817)> (Consultado en abril de 2013)

<sup>2</sup> ALCALDÍA DE PASTO – NARIÑO. POT, Plan de ordenamiento territorial de San Juan de Pasto, 2009. Disponible en internet, url: <[www.pot.pasto.gov.co/](http://www.pot.pasto.gov.co/)> (consultado en abril de 2013)

El estudio de seguridad vial es un elemento de identificación de riesgos como un primer paso para realizar proyectos más ambiciosos como el desarrollo de una metodología proyectista que permita mitigar las deficiencias encontradas y de esta manera buscar minimizar los riesgos y consecuencias de los accidentes, su continuidad y daño además de los costos públicos y personales como seguros, gastos hospitalarios, incapacidades, bloqueo del tráfico durante el accidente, ambientes inseguros que predispongan al conductor, peatón o público en general a transitar por determinada vía y sobretodo la pérdida de vidas humanas.

**Alcance y delimitaciones:** El estudio de seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de Pasto, Nariño, comprende varias perspectivas de análisis; se estudió consideraciones sociales, económicas, institucionales y de infraestructura que son predominantes en la estructuración del entorno urbano ya que estos elementos definen la circulación segura de usuarios y la canalización de los flujos vehiculares según la lógica de la localización y de la articulación de los ámbitos espaciales donde se desarrollan actividades socioeconómicas, educativas, hospitalarias, culturales y recreativas.

El análisis de los anteriores ítems se realizó según sea su caso adoptando una metodología propuesta por “Disvial ingeniería de proyectos” quienes desarrollaron un diagnóstico de hallazgos, para el desarrollo de auditoría de seguridad vial a 9 proyectos del Sistema Estratégico de Transporte Público “SETP” de la ciudad de San Juan de Pasto, entre los que se incluye la Calle 20 entre la carrera 19 y la carrera 32 por lo tanto el uso de este manual es lo más aconsejable para la identificación de zonas de alto riesgo y que por tal motivo necesitan una intervención oportuna; el uso de esta metodología se aclarara más adelante.

A continuación se presenta en la tabla 1 un resumen sobre el alcance y la limitación del trabajo a desarrollar.

**Tabla 1. Alcance y delimitaciones del estudio de seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto**

ITEM	ALCANCE Y DELIMITACION
<b>LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>	Levantamiento en planta, perfil y sección transversal de intersecciones críticas y sus tramos incidentes incluyendo localización de estructuras tales como: postes sardineles, obras de drenaje “sumideros”, señalizaciones, edificaciones.
<b>ESTUDIO DE TRÁNSITO</b>	Determinar la composición del tránsito, volúmenes, flujos vehiculares, capacidad y nivel de servicio en intersecciones críticas y sus tramos incidentes; (el aforo vehicular necesario para determinar los ítems anteriormente mencionados se realizará en horas pico entre lunes y viernes).
<b>ESTUDIO DE TRÁNSITO</b>	Determinar la composición del tránsito, volúmenes, flujos vehiculares, capacidad y nivel de servicio en intersecciones críticas y sus tramos incidentes; (el aforo vehicular necesario para determinar los ítems anteriormente mencionados se realizará en horas pico entre lunes y viernes).

Tabla 1. (Continuación)

ITEM	ALCANCE Y DELIMITACION
<b>INVENTARIO OBRAS DE INFRAESTRUCTURA SUPERFICIAL</b>	Con ayuda del levantamiento topográfico y un registro fotográfico detallado de la infraestructura superficial de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes en estudio se llevara a cabo un inventario de estos elementos como son postes, sumideros, configuración geométrica de los elementos viales de las calles " según POT " determinando de una manera general visual su estado y correcta operación.
<b>SUPERFICIE DE RODAMIENTO</b>	Definir el estado general "evaluación visual INVIAS" de la superficie de rodadura en intersecciones críticas y sus tramos incidentes.
<b>INVENTARIO DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y REGULACIÓN</b>	Con ayuda del levantamiento topográfico y un registro fotográfico detallado se analizara el estado de las señalizaciones horizontales y verticales que tienen relación directa con la ocurrencia de los accidentes indeseables.
<b>ANALISIS DEL ENTORNO URBANO Y SU RELACION CON LA SEGURIDAD VIAL EN LAS INTERSECCIONES CRÍTICAS Y SUS TRAMOS INCIDENTES</b>	Se refiere al análisis social, económico e institucional en donde se desarrollan actividades por parte de los usuarios y que intervienen en los índices de accidentalidad.

A partir de la recolección de datos para las variables analizadas y las condiciones de la zona de estudio se procedió a organizar la información en listas de chequeo adaptadas guiándonos en las listas dispuestas por DisVial, AVANTE y la corporación fondo de prevención vial; esto con el fin de encontrar el o los factores determinantes en la accidentalidad vial en las intersecciones críticas y sus tramos incidentes realizando una zonificación en planta según la metodología adoptada por DisVial que permite una identificación fácil de entender determinando áreas de color rojo para zonas con alto riesgo de seguridad, color naranja para riesgo moderado y color amarillo para riesgos bajos; de esta manera se aprecian los riesgos potenciales como factores incidentes en la accidentalidad.

Con la información recolectada se realizó planos concluyentes de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes en los que se identifican y ubican los siguientes elementos:

- Ubicación de los elementos en planta, perfil y sección transversal de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes identificando parámetros geométricos y de infraestructura tales como, ancho de la vía, pendiente longitudinal, bombeo, sumideros, vados, postes, sardineles, andenes, separadores, paramento.
- Ubicación de señalización horizontal y vertical.
- Determinación de las zonas de Riesgo resultado de desarrollar el método propuesto por DisVial, AVANTE y la corporación fondo de prevención vial.

## **PROBLEMA OBJETO DE ESTUDIO**

**Planteamiento del problema:** En Colombia según cifras suministradas por el instituto nacional de tránsito y transporte los accidentes de tránsito ocupan el primer lugar en la lista de causas de muerte principalmente en personas jóvenes lo cual es un problema alarmante y difícil de ignorar. El ministerio de transporte en el primer seminario de seguridad vial “hacia una nueva cultura de seguridad vial en Colombia” evaluó la incidencia de los elementos de tránsito con la causas de accidentalidad concluyendo que las causas probables representan el 85% como factor humano, el 7% ocasionado por deficiencias en los vehículos y el 8% ocasionado por vías cuyo costo alcanzo la cifra de 2.2 billones de pesos en el año 2002.

Con el fin de asegurar la seguridad de los usuarios del entorno urbano se creó en 1995 el fondo de prevención vial “FPV” encargado de reducir la accidentalidad vial y sus niveles de mortalidad y morbilidad realizando campañas de conciencia social apoyados con los ministerios de transporte y protección social cuya misión consiste en garantizar el desarrollo y mejoramiento del transporte, tránsito y su infraestructura, de manera integral, sostenible y segura<sup>3</sup>.

Este proyecto pretende evaluar el estado de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto correlacionando principalmente la infraestructura con la configuración del entorno urbano siendo más específicos: la relación de los elementos viales con las áreas de concurrencia laboral, cultural, administrativa, etc.

El producto obtenido por el desarrollo de la presente investigación será un instrumento básico para desarrollar propuestas que ataquen las causas que generan accidentes todo esto con el fin de asegurar el futuro de los usuarios de las vías otorgándoles seguridad.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los accidentes de tránsito corresponden a una de las diez principales causas de muerte en Colombia según estudios realizados que indican que para el año 2010, estos ocuparon la novena posición como responsables de la tasa de mortalidad equivalente a 13,27 decesos por cada 100.000 habitantes de acuerdo a las cifras aportadas por el DANE de manera oficial.

---

<sup>3</sup> WIKIPEDIA.ORG. Ministerio de Transporte de Colombia, 2013. 1p. Disponible en internet, url: <[http://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio\\_de\\_Transporte\\_de\\_Colombia](http://es.wikipedia.org/wiki/Ministerio_de_Transporte_de_Colombia)> (Consultado: 15, abril, 2013)

Lo anterior constituye sin duda la identificación de un gravísimo problema para el cual es necesario ofrecer soluciones, debido a la gran trascendencia que afecta la inseguridad vial y sus perjudiciales consecuencias para los miembros de la sociedad colombiana, quienes al verse enfrentados a la experiencia traumática de un accidente de tránsito, ven disminuida su calidad de vida en el evento de padecer graves situaciones de discapacidad, o inclusive casos de mayor gravedad<sup>4</sup>.

Por lo anterior, y en consecuencia frente a la gravedad del problema, se ha visualizado la clara necesidad de proponer la proyección investigativa del presente trabajo, con el cual se busca incidir de manera positiva tanto frente a la consecución de datos y resultados exactos frente al problema de seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto, como también el sentar las bases para la oferta a futuro de otros proyectos de tipo más propositivo a partir del diagnóstico elaborado.

Finalmente se debe destacar que el presente trabajo de grado busca entre sus objetivos principales igualmente brindar una identificación clara, concisa y oportuna frente a la situación de inseguridad vial y sus más recurrentes factores de riesgo de accidentalidad que permita a la ciudad de San Juan de Pasto avanzar un paso más en la implementación y el desarrollo enfocado hacia el progreso y la superación de las dificultades a través de alternativas de mitigación del sistema vial, el cual ha ayudado a consolidar la jerarquía de la especie humana y de las civilizaciones tal como las conocemos.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo General:** Realizar un estudio de seguridad vial en el tramo vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de Pasto en la fase de operación y que este enfocado a la determinación del estado y funcionalidad de intersecciones críticas y sus tramos incidentes, mediante la implementación de la metodología propuesta por DisVial, AVANTE y la corporación fondo de prevención vial y con base en las características físicas de la vía y de su entorno permitan identificar los principales riesgos potenciales de accidentalidad y peligrosidad ya que con esta información posteriormente se podrían desarrollar proyectos más ambiciosos como por ejemplo de mejoramiento o nuevas construcciones para de esta manera lograr una correcta funcionalidad del entorno urbano.

---

<sup>4</sup> ASÍ VAMOS EN SALUD. Seguimiento al sector salud en Colombia, 2013, p. 72. Disponible en internet, url: <<http://www.asivamosensalud.org/index2.php?option=com>> (Consultado en abril de 2013).

### **Objetivos específicos:**

- Desarrollar un procedimiento específico para la elección de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes en el que se interrelacione un reconocimiento primario espacial que en si es muy general ya que es visual con datos estadísticos de accidentalidad en la ciudad de San Juan de Pasto proporcionados por el la secretaria de tránsito y transporte municipal “STTM”; poniendo prioridad a las intersecciones y sus tramos incidentes con gran número de siniestros de muerte y heridos.
- Realizar reconocimiento del tramo vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de Pasto para hacer una inspección visual general del tramo completo y observar los límites del mismo identificando los posibles obstáculos o imprevistos para la realización del estudio.
- Ejecutar un levantamiento topográfico en las intersecciones críticas y sus tramos incidentes para apreciar de manera más exacta la distribución espacial del entorno urbano en relación con su infraestructura superficial.
- Realizar un inventario vial apoyado por un manual que se desarrollara con el fin de identificar visualmente el estado y funcionalidad de la infraestructura superficial además de su vínculo con el entorno urbano en las intersecciones críticas y sus tramos incidentes; los ítems a analizar tendrán que estar directamente relacionados con: la infraestructura vial superficial, características geométricas del alineamiento horizontal, vertical y transversal, condiciones de visibilidad, de iluminación, superficie de rodadura y drenaje superficial, señalizaciones, se incluirá también la distribución del entorno urbano teniendo en cuenta características sociales , económicas, culturales y recreativas.
- Analizar la composición, volúmenes y flujos vehiculares para verificar la capacidad y nivel de servicio en las intersecciones críticas y sus tramos incidentes que se identificaron a partir del análisis estadístico de accidentalidad en relación con el reconocimiento primario.
- Identificar cuál es la razón o las razones que determinan específicamente porqué las intersecciones y sus tramos incidentes son críticas y generan riesgo latente para la seguridad vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto; estos posibles riesgos deben ser enumerados en las listas de chequeo adaptadas que proporciona DisVial.
- A partir de la identificación de los riesgos se procederá al análisis numérico que proporciona la metodología de DisVial con el fin de concluir el estado de cada intersección crítica y sus tramos incidentes zonificando por colores que representen grados de peligro.

## 1. MARCO DE REFERENCIA

### 1.1 MARCO SITUACIONAL DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO

#### 1.1.1 Datos generales.

- **Nombre:** San Juan de Pasto
- **Fundación:** 19 de agosto de 1537
- **Fundador:** Lorenzo de Aldana
- **Altitud:** 2527 m.s.n.m.
- **Temperatura media:** 12 °C
- **Número de habitantes:** > 423.217
- **Extensión área urbana:** 26.4 Km<sup>2</sup>
- **Extensión área rural:** 1154.6 Km<sup>2</sup>
- **Ubicación:** Sobre el Valle de Atriz a 795 km, al suroccidente de la capital de la republica
- **Economía:** Principalmente comercio
- **Gastronomía tradicional:** cuy, dulce de chilacuán, helado de paila, quimbolitos, empanadas de añejo y hervidos.
- **Transporte público:** Sistema Estratégico de Transporte Público Colectivo “SETP”

#### 1.2 ANTECEDENTES

En Colombia se publicó el Manual de Auditorías de Seguridad Vial para la ciudad de Bogotá, D.C. en Julio del año 2005, en el cual se hace alusión a una serie de procedimientos para el desarrollo de una metodología conducente a la disminución de índices de accidentalidad en la ciudad capital. Inspirados en dicho precedente, el presente trabajo busca basados en una metodología ya existente adaptada para la ciudad de San Juan de Pasto identificar de manera concisa y efectiva, no solo las causas que son relativamente generadoras de riesgo, sino también las que se presentan como potencialmente generadoras del mismo a corto, a mediano y a largo plazo y que de manera posterior sirva de base para aportar un sistema de información que permita a futuros proyectos el adelantar estrategias reales de mitigación o solución.

Entre otros aspectos, cabe destacar que desde la formulación del Plan Maestro de Movilidad [PMM] (Decreto 319 de 2006) Bogotá ha venido desarrollando proyectos estructurales que buscan alcanzar una mayor seguridad vial.

La seguridad en las vías es un tema de interés en el municipio de Pasto desde el 12 de septiembre de 2012, cuando mediante el Decreto 630 de 2012 se creó el

concejo municipal de seguridad vial, y donde se viene trabajando en distintas áreas para el fortalecimiento y protección de los usuarios. Los esfuerzos de la Secretaría de Tránsito y de las instituciones ligadas a ésta, están concentrados en el conocimiento y difusión de los factores de movilidad segura, de sus características institucionales y culturales, por esta razón dentro del Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pasto, y específicamente en el programa de Movilidad y accesibilidad segura, se mencionan proyectos como la implementación de programas que permitan la reducción de la tasa de accidentalidad causada por vehículos y de la tasa de mortalidad y lesionados ocasionada por accidentes de tránsito<sup>5</sup>.

### 1.2.1 La seguridad vial en Colombia.

- **Informe general de sucesos de muerte y heridos en Colombia:** A partir del informe Forensis 2013, durante ese año se presentaron 14294 casos de homicidios, 6219 muertes en accidentes de transporte, 2643 accidentales, 1810 suicidios y 1657 muertes indeterminadas. En total, 26623 muertes violentas, 1873 menos que en 2012, ver tabla 2.

**Tabla 2. Muertes violentas en Colombia 2012-2013**

Manera de muerte violenta	2012		2013	
	Casos	Tasa por cada 100000 hab	Casos	Tasa por cada 100000 hab
<b>Homicidios</b>	15727	33.76	14294	30.33
<b>Transporte</b>	6152	13.21	6219	13.2
<b>Accidentales</b>	2952	6.34	2643	5.61
<b>Suicidios</b>	1901	4.08	1810	3.84
<b>Indeterminada</b>	1764	3.79	1657	3.52
<b>Total</b>	28496	61.18	26623	56.5

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES; GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información de Clínica y Odontología Forense/Sistema de Información para el análisis de la Violencia y Accidentalidad en Colombia/ Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas. Tasas calculadas con base en las proyecciones de población DANE 2005-2020.

Para lesiones no fatales, la violencia interpersonal ocupó el primer lugar, seguido de la violencia intrafamiliar con 68230, lesiones en accidentes de transporte 41823 registros, exámenes médico legales por presunto delito sexual 20739 y, en último lugar, las lesiones accidentales con 12894, ver tabla 3.

<sup>5</sup> ALCALDÍA DE PASTO – NARIÑO. Muertes por accidentes de tránsito. Pasto: Secretaria de gobierno, 2013. [en línea]. Disponible en internet, url: <[http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs\\_delito/comite\\_tematico\\_lesiones\\_por\\_accidentes\\_de\\_transito.pdf](http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs_delito/comite_tematico_lesiones_por_accidentes_de_transito.pdf)> (Consultado en abril de 2013)

**Tabla 3. Lesiones no fatales en Colombia 2012-2013**

Tipo de reconocimiento	2012		2013	
	Casos	Tasa por cada 100000 hab	Casos	Tasa por cada 100000 hab
<b>Violencia interpersonal</b>	155507	333.84	158798	337
<b>Violencia intrafamiliar</b>	83898	180.11	68230	144.8
<b>Accidentes de transporte</b>	39440	84.67	41823	88.76
<b>Presunto delito sexual</b>	21506	46.17	20739	44.01
<b>Lesiones accidentales</b>	11163	23.96	12894	27.36
<b>Total</b>	<b>311514</b>	<b>668.75</b>	<b>302484</b>	<b>641.93</b>

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES; GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información de Clínica y Odontología Forense/Sistema de Información para el análisis de la Violencia y Accidentalidad en Colombia/ Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas. Tasas calculadas con base en las proyecciones de población DANE 2005-2020.

De manera concluyente cabe resaltar que la accidentalidad vial ocupa puestos importantes en mortalidad, morbilidad y heridos; determinando que en el país se obtuvo un total de 6219 personas fallecidas de las cuales 5038 eran hombres y 1181 mujeres, y 41823 víctimas no fatales, 26210 hombres y 15613 mujeres. En 3116 de los 6219 casos fatales, la víctima era conductor, 1186 eran pasajeros y 1820 peatones. Igual tendencia para las víctimas no fatales así: conductor 21003, pasajero 11273 y peatón 9483.

Los departamentos con mayor número de accidentes de transporte fatales fueron Antioquia con 954, Valle del Cauca 754 y Bogotá con 534. En las lesiones no fatales los departamentos se ubicaron así: Antioquia 5.902, Bogotá 4.908 y Valle del Cauca 4.089<sup>6</sup>.

- **Informe de sucesos de muerte y heridos por accidentes de transporte en Colombia:** Con respecto a seguridad vial, en Colombia desde el año 2011 ha aumentado los casos de muertes en un 7.3% incrementándose a razón de 1.1% por año aproximadamente y en cuanto a víctimas no fatales el panorama es más desalentador dado que el incremento respecto al 2012 es de 6,04% y respecto al

<sup>6</sup> COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES. Boletín de prensa FORENSIS 2013. Julio 2014, p. 5. Disponible en internet, url: <<http://www.medicina.legal.gov.co/documents/10180/145695/presentacion+forensis2014.pdf/3b0aa016-1a19-4322-9cf3-a9b9fd985978>> (Consultado en octubre de 2014)

2004, el 2013 presenta un aumento de 16,45% aumentando a razón de 3.4 aproximadamente por año<sup>7</sup>.

- **Informe de sucesos de muerte y heridos por accidentes de transporte en Colombia según el medio de desplazamiento y condición de la víctima:** En un análisis más riguroso sobre el medio de desplazamiento usado para transportarse, se obtiene que el actor vial más afectado por accidentes de transporte es el usuario de motocicleta, concentrando el 44,28% de las muertes y el 50,62% de los heridos, ver tablas 5 y 6.

**Tabla 5. Muertes por accidentes de transporte según medio de desplazamiento y condición de la víctima. Colombia, 2013**

Medio de desplazamientos	Conductor		Pasajero		Peatón		Sin información		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Motocicleta	2.181	69,99	573	48,31	-	-	-	-	2.754	44,28
Peatón	-	-	-	-	1.820	100,00	-	-	1.820	29,27
Bicicleta	310	9,95	4	0,34	-	-	-	-	314	5,05
Automóvil/Campero/Camioneta	189	6,07	286	24,11	-	-	-	-	475	7,64
Bus/Buseta/Microbús	16	0,51	135	11,38	-	-	-	-	151	2,43
Tracto-camión/Camión/Furgón	74	2,37	66	5,56	-	-	-	-	140	2,25
Otro	27	0,87	11	0,93	-	-	-	-	38	0,61
Sin información	319	10,24	111	9,36	-	-	97	100,00	430	6,91
<b>Total</b>	<b>3.116</b>	<b>100,00</b>	<b>1.186</b>	<b>100,00</b>	<b>1.820</b>	<b>100,00</b>	<b>97</b>	<b>100,00</b>	<b>6.219</b>	<b>100,00</b>

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

**Tabla 6. Lesiones por accidentes de transporte según medio de desplazamiento y condición de la víctima. Colombia, 2013**

Medio de desplazamientos	Conductor		Pasajero		Peatón		Sin información		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Motocicleta	15.678	74,65	5.493	48,73	-	-	-	-	21.171	50,62
Peatón	-	-	-	-	9.483	100,00	-	-	9.483	22,67
Bicicleta	2.099	9,99	122	1,08	-	-	-	-	2.221	5,31
Automóvil/Campero/Camioneta	1.196	5,69	2.140	18,98	-	-	-	-	3.336	7,98
Bus/Buseta/Microbús	96	0,46	2.598	23,05	-	-	-	-	2.694	6,44
Tracto-Camión/Camión/Furgón/Volqueta	94	0,45	114	1,01	-	-	-	-	208	0,50
Otro	111	0,53	190	1,69	-	-	-	-	301	0,72
Sin información	1.729	8,23	616	5,46	-	-	64	100,00	2.345	5,61
<b>Total</b>	<b>21.003</b>	<b>100,00</b>	<b>11.273</b>	<b>100,00</b>	<b>9.483</b>	<b>100,00</b>	<b>64</b>	<b>100,00</b>	<b>41.823</b>	<b>100,00</b>

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

<sup>7</sup>COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES. Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Colombia. En: Forensis 2013: datos para la vida. Bogotá: Imprenta Nacional, 2014, p.171. Disponible en internet, url: <<http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/188820/FORENSIS+2013+4-+accidentes+de+transporte.pdf/51867e30-9ab5-4a15-8363-f2232d2c86ae>> (Consultado en octubre de 2014)

Partiendo de lo anterior, el 73,55% de las muertes y el 73,29% de los heridos se concentran en dos medios de transporte: la motocicleta y el peatón: Siguiendo los lineamientos de la Organización Mundial de la Salud e incluyendo la bicicleta se obtiene que el 80,6% de las muertes y 80,2% de los heridos se concentran en lo denominado a nivel mundial como usuarios vulnerables. Adicionalmente del total de conductores, los motociclistas representan el 69,99% de las muertes y el 74,65% de los heridos; de igual forma en pasajeros, la motocicleta participa en el 48,31% de las muertes y en el 48,7% de los heridos<sup>8</sup>.

- **Informe de sucesos de muerte y heridos por accidentes de transporte en Colombia según el tipo de accidente, ver tabla 7.**

**Tabla 7. Muertes por accidentes de transporte según tipo de accidente. Colombia, 2013**

Tipo de Accidente	Masculino		Femenino		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Choque con otro vehículo	1.850	44,60	336	33,27	2.186	42,38
Atropello	1.361	32,81	456	45,15	1.817	35,23
Volcamiento	397	9,57	56	5,54	453	8,78
Choque con objeto fijo	333	8,03	61	6,04	394	7,64
Caída del ocupante	116	2,80	63	6,24	179	3,47
Caída del vehículo a un precipicio	79	1,90	36	3,56	115	2,23
Hundimiento	5	0,12	2	0,20	7	0,14
Incendio	4	0,10	0	0,00	4	0,08
Caída de aeronave	3	0,07	0	0,00	3	0,06
<b>Total</b>	<b>4.148</b>	<b>100,00</b>	<b>1.010</b>	<b>100,00</b>	<b>5.158</b>	<b>100,00</b>

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

La clase de accidentes denota la forma como se produjo el accidente de transporte; en primer lugar la clase con más porcentaje de participación es choque con otro vehículo seguido del atropellamiento; para el caso de las muertes estos dos ítems enmarcan el 77,61% de los accidentes con información reportada; en

<sup>8</sup> Ibíd., p.183.

esta variable el 17,06% de los casos (1.061) no cuenta con información relacionada ver tabla 8.<sup>9</sup>

**Tabla 8. Lesiones por accidentes de transporte según tipo de accidente. Colombia, 2013**

Tipo de Accidente	Maculino		Femenino		Total	
	Casos	%	Casos	%	Casos	%
Choque con otro vehículo	16.708	71,75	8.192	57,07	24.900	66,15
Atropello	4.676	20,08	4.155	28,94	8.831	23,46
Volcamiento	408	1,75	436	3,04	844	2,24
Choque con objeto fijo	272	1,17	145	1,01	417	1,11
Caída del ocupante	917	3,94	1.115	7,77	2.032	5,40
Caída del vehículo a un precipicio	82	0,35	93	0,65	175	0,46
Hundimiento	8	0,03	5	0,03	13	0,03
Incendio	1	0,00	1	0,01	2	0,01
Caída de aeronave	2	0,01	2	0,01	4	0,01
Otro	211	0,91	211	1,47	422	1,12
<b>Total</b>	<b>23.285</b>	<b>100,00</b>	<b>14.355</b>	<b>100,00</b>	<b>37.640</b>	<b>100,00</b>

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

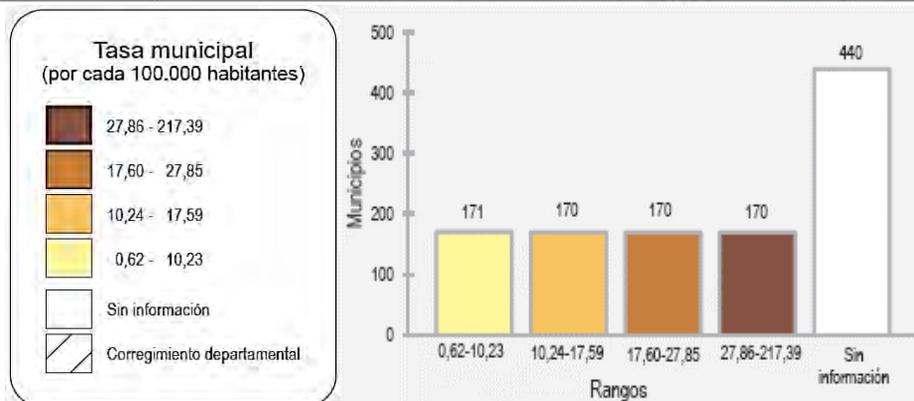
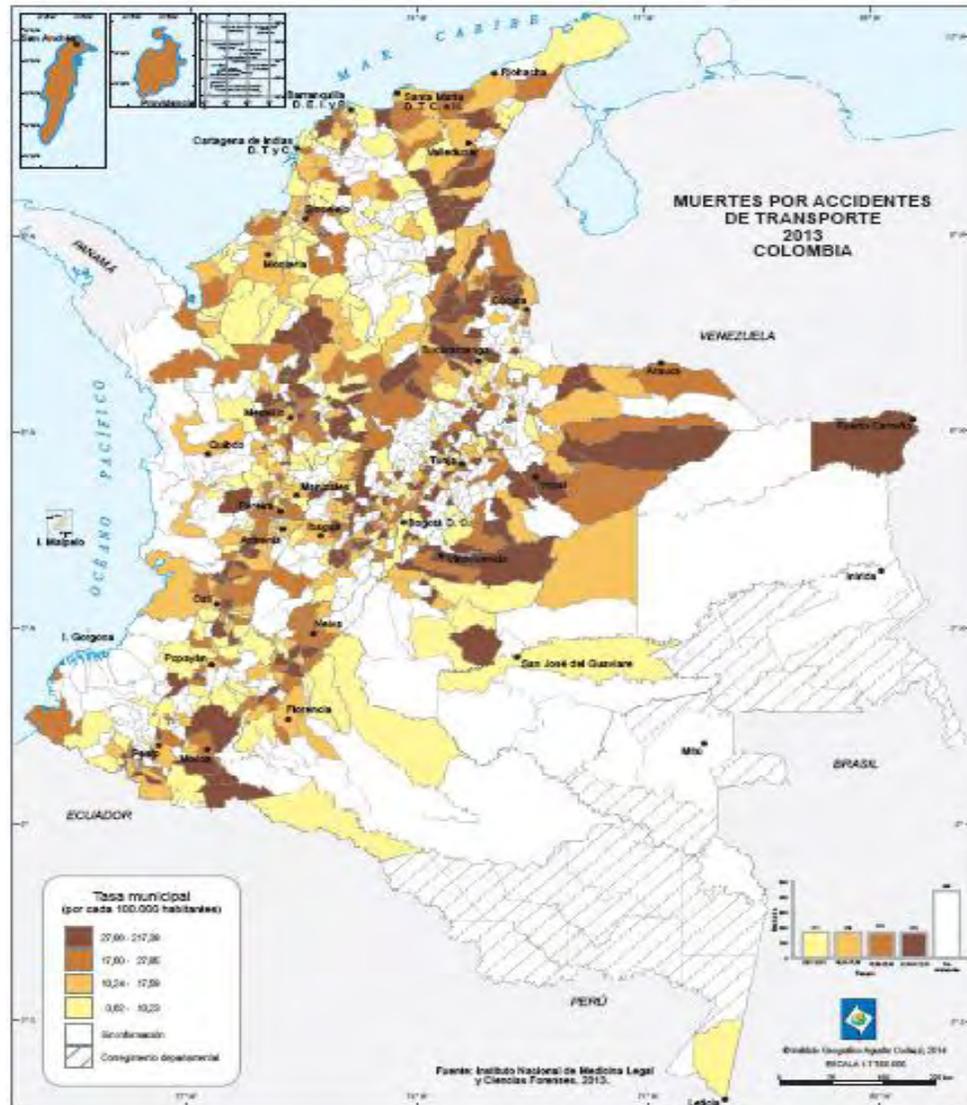
En cuanto a la clase de accidente para las lesiones no fatales, de igual forma que en lesiones fatales, la clase con más porcentaje de participación es choque con otro vehículo seguido del atropellamiento; para este caso estas dos formas enmarcan el 89,61% de los accidentes con información reportada donde el 10% de los casos (4.183) no cuenta con información relacionada<sup>10, 18</sup>.

- **Comportamiento de sucesos de muerte y lesiones por accidentes de transporte en Colombia “general municipal”:** En las figuras 1 y 2 a continuación, se aprecia por colores las tasas de muertos y heridos por cada 100000 habitantes para cada municipio de Colombia de manera comparativa.

<sup>9</sup> Ibíd., p. 185.

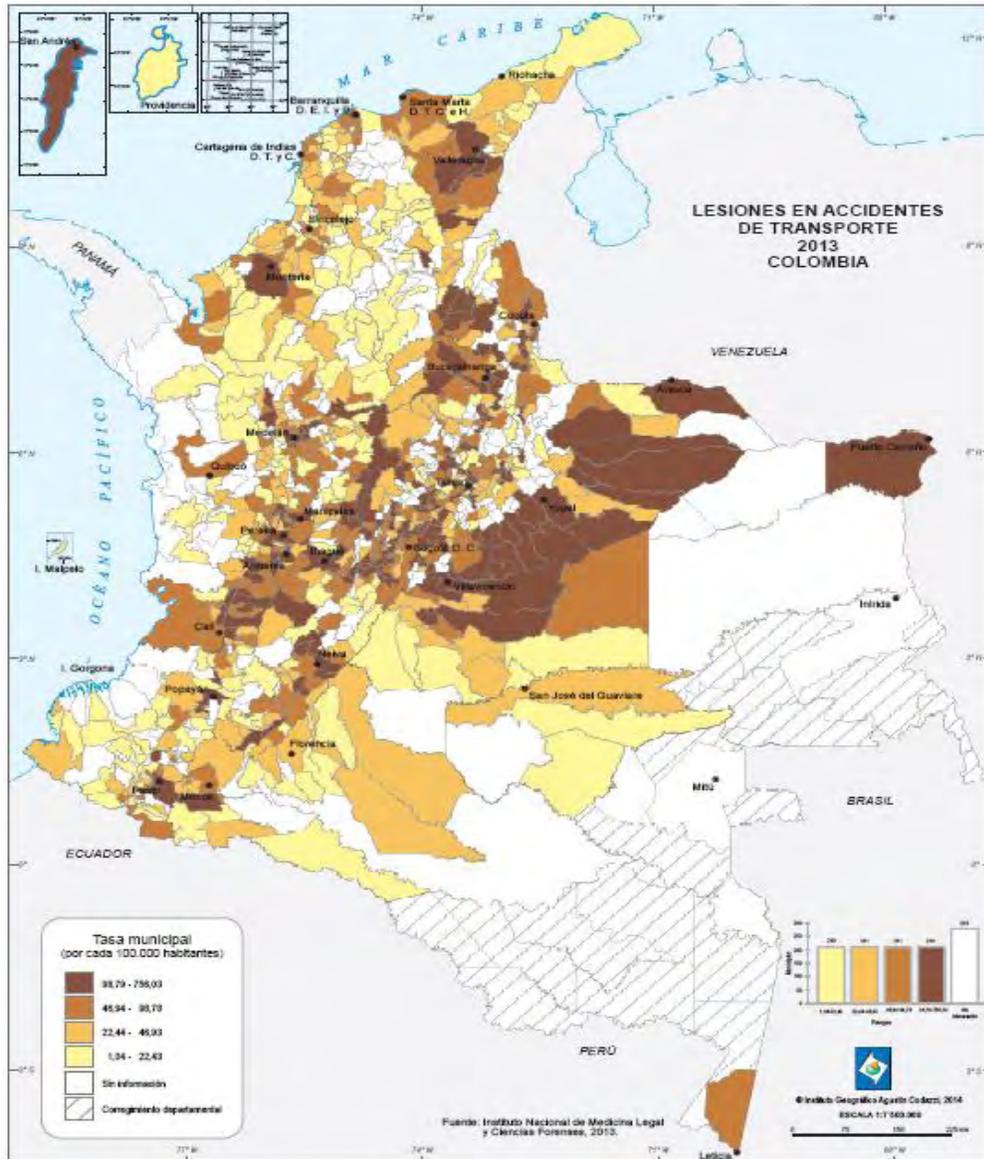
<sup>10</sup> Ibíd., p. 186.

**Figura 1. Muertes por accidentes de transporte 2013 Colombia**



Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

**Figura 2. Lesiones por accidentes de transporte 2013 Colombia**



Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES y GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información Red de Desaparecidos y Cadáveres/Sistema de Información de Clínica Forense/Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas, 2014.

Colombia presenta retrocesos en temas de seguridad vial en la última década, evidenciado tanto en términos absolutos (casos) como en términos relativos (tasas), reportando para el 2013 el número más alto de muertes por accidentes de transporte en los últimos 10 años y la segunda peor tasa por 100.000 habitantes solo sobrepasada levemente por la presentada en el 2012.

### 1.2.2 Estadísticas de accidentalidad “DANE” Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Nariño, 2013, ver tabla 9.

**Tabla 9. Estadísticas de accidentalidad Dane comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte, Nariño, 2013**

Código DANE	Departamento/ Municipio	Muertos						Lesionados						Total
		Hombre	Tasa x 100.000 hab.	Mujer	Tasa x 100.000 hab.	Total	Tasa x 100.000 hab.	Hombre	Tasa x 100.000 hab.	Mujer	Tasa x 100.000 hab.	Total	Tasa x 100.000 hab.	
52	Nariño	152	17,80	40	4,72	192	11,28	514	60,19	332	39,16	846	49,71	1.038
52022	Aldana	6	198,35	-	-	6	96,22	-	-	2	62,29	2	32,07	8
52036	Ancuyá	-	-	-	-	-	-	-	-	2	56,24	2	26,94	2
52051	Arboleda	-	-	-	-	-	-	1	25,37	-	-	1	13,27	1
52079	Barbacoas	1	5,45	-	-	1	2,76	-	-	-	-	-	-	1
52110	Buesaco	3	23,99	2	16,72	5	20,44	5	39,98	4	33,44	9	36,79	14
52240	Chachagúí	3	43,22	2	30,01	5	36,75	6	86,43	5	75,03	11	80,85	16
52203	Colón	1	18,89	-	-	1	9,95	-	-	-	-	-	-	1
52207	Consacá	-	-	-	-	-	-	1	20,94	2	41,61	3	31,31	3
52215	Córdoba	1	14,37	1	14,34	2	14,36	1	14,37	-	-	1	7,18	3
52224	Cuaspúd	-	-	2	47,88	2	23,54	1	23,16	-	-	1	11,77	3
52227	Cumbal	2	11,06	-	-	2	5,52	1	5,53	-	-	1	2,76	3
52233	Cumbitara	-	-	-	-	-	-	1	13,60	-	-	1	6,95	1
52250	El Charco	-	-	-	-	-	-	1	5,69	1	5,98	2	5,83	2
52256	El Rosario	1	18,15	-	-	1	9,56	-	-	-	-	-	-	1
52260	El Tambo	-	-	-	-	-	-	2	32,16	-	-	2	15,83	2
52520	Francisco Pizarro	-	-	-	-	-	-	1	12,96	-	-	1	7,07	1
52317	Guachucal	1	12,58	-	-	1	6,28	10	125,75	5	62,81	15	94,27	16
52320	Guaitarilla	-	-	-	-	-	-	-	-	1	16,55	1	8,11	1
52323	Gualmatán	1	35,92	-	-	1	17,38	1	35,92	-	-	1	17,38	2
52352	Iles	4	90,89	-	-	4	46,95	3	68,17	3	72,85	6	70,43	10
52354	Imués	5	155,09	-	-	5	77,12	15	465,26	8	245,47	23	354,77	28
52356	Ipiales	12	18,43	6	8,91	18	13,59	47	72,17	25	37,14	72	54,37	90
52378	La Cruz	1	10,52	1	11,58	2	11,02	5	52,59	3	34,73	8	44,09	10
52381	La Florida	-	-	-	-	-	-	5	101,32	1	20,53	6	61,19	6
52399	La Unión	4	29,66	1	7,71	5	18,90	8	59,32	-	-	8	30,24	13
52411	Linares	-	-	-	-	-	-	1	18,68	-	-	1	9,62	1
52418	Los Andes	-	-	-	-	-	-	1	10,52	1	10,84	2	10,67	2
52427	Magúí	-	-	-	-	-	-	1	8,78	-	-	1	4,74	1
52435	Mallama	1	24,03	-	-	1	12,43	2	48,07	1	25,75	3	37,29	4
52480	Nariño	-	-	-	-	-	-	3	126,26	4	170,29	7	148,15	7
52001	Pasto	49	23,71	12	5,40	61	14,22	302	146,13	209	94,05	511	119,14	572
52540	Policarpa	-	-	-	-	-	-	1	11,71	-	-	1	6,17	1
52560	Potosí	4	63,02	-	-	4	32,44	-	-	1	16,71	1	8,11	5
52573	Puerres	1	23,96	1	23,00	2	23,47	2	47,93	-	-	2	23,47	4

Tabla 9. (Continuación)

Código DANE	Departamento/ Municipio	Muertos						Lesionados						Total
		Hombre	Tasa x 100.000 hab.	Mujer	Tasa x 100.000 hab.	Total	Tasa x 100.000 hab.	Hombre	Tasa x 100.000 hab.	Mujer	Tasa x 100.000 hab.	Total	Tasa x 100.000 hab.	
52585	Pupiales	3	31,54	-	-	3	15,61	2	21,02	-	-	2	10,40	5
52612	Ricaurte	-	-	-	-	-	-	2	21,72	2	23,11	4	22,39	4
52621	Roberto Payán	-	-	-	-	-	-	-	-	1	9,72	1	4,69	1
52678	Samaniego	-	-	-	-	-	-	1	3,98	3	12,18	4	8,04	4
52835	San Andrés de Tumaco	31	32,37	9	9,43	40	20,92	38	39,68	17	17,81	55	28,76	95
52685	San Bernardo	-	-	-	-	-	-	1	10,55	-	-	1	5,51	1
52687	San Lorenzo	1	9,59	-	-	1	5,12	-	-	-	-	-	-	1
52693	San Pablo	2	21,64	-	-	2	11,34	-	-	-	-	-	-	2
52694	San Pedro de Cartago	-	-	-	-	-	-	3	76,39	3	85,23	6	80,57	6
52683	Sandoná	2	14,98	-	-	2	7,81	1	7,49	2	16,30	3	11,71	5
52699	Santacruz	1	7,42	-	-	1	3,78	-	-	-	-	-	-	1
52720	Sapuyes	2	61,11	-	-	2	30,42	2	61,11	1	30,28	3	45,63	5
52786	Taminango	-	-	1	10,42	1	5,05	15	146,68	10	104,24	25	126,14	26
52788	Tangua	3	60,56	-	-	3	30,37	8	161,49	4	81,23	12	121,48	15
52838	Túquerres	6	29,69	2	9,72	8	19,61	9	44,54	5	24,29	14	34,32	22
52885	Yacuanquer	-	-	-	-	-	-	4	74,47	6	110,95	10	92,77	10
52678	Samaniego	-	-	-	-	-	-	1	3,98	3	12,18	4	8,04	4
52835	San Andrés de Tumaco	31	32,37	9	9,43	40	20,92	38	39,68	17	17,81	55	28,76	95
52685	San Bernardo	-	-	-	-	-	-	1	10,55	-	-	1	5,51	1
52687	San Lorenzo	1	9,59	-	-	1	5,12	-	-	-	-	-	-	1
52693	San Pablo	2	21,64	-	-	2	11,34	-	-	-	-	-	-	2
52694	San Pedro de Cartago	-	-	-	-	-	-	3	76,39	3	85,23	6	80,57	6
52683	Sandoná	2	14,98	-	-	2	7,81	1	7,49	2	16,30	3	11,71	5
52699	Santacruz	1	7,42	-	-	1	3,78	-	-	-	-	-	-	1
52720	Sapuyes	2	61,11	-	-	2	30,42	2	61,11	1	30,28	3	45,63	5
52786	Taminango	-	-	1	10,42	1	5,05	15	146,68	10	104,24	25	126,14	26
52788	Tangua	3	60,56	-	-	3	30,37	8	161,49	4	81,23	12	121,48	15
52838	Túquerres	6	29,69	2	9,72	8	19,61	9	44,54	5	24,29	14	34,32	22
52885	Yacuanquer	-	-	-	-	-	-	4	74,47	6	110,95	10	92,77	10

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENSES; GRUPO CENTRO DE REFERENCIA NACIONAL SOBRE VIOLENCIA. Sistema de Información de Clínica y Odontología Forense/Sistema de Información para el análisis de la Violencia y Accidentalidad en Colombia/ Sistema de Información Nacional de Estadísticas Indirectas. Tasas calculadas con base en las proyecciones de población DANE 2005-2020.

**Nota:** los accidentes de tránsito para todos los departamentos están especificados en el **Anexo 11**.

**1.2.3 La seguridad vial en San Juan de Pasto.** A partir de los análisis numéricos anteriormente descritos correlacionados directamente con el departamento de Nariño y específicamente en la ciudad de San Juan de Pasto se puede decir que en la actualidad el problema principal de la movilidad se encuentra en la falta de conciencia y tolerancia con respeto al peatón por lo que

en sitios de alta confluencia de tránsito vehicular y peatonal los vehículos se toman el primer lugar en las vías de la ciudad.

Consecuentemente se puede analizar otros factores igualmente relacionados con la educación vial y cultura ciudadana como por ejemplo:

- Falta de conocimiento de las normas de tránsito
- No usar elementos de precaución como por ejemplo el uso del cinturón, casco, chaleco.

El mototaxismo es un problema latente más aun cuando los índices de accidentalidad están más influenciados por motociclistas y su mal comportamiento respecto a normas de urbanismo y sistema de transporte reflejados en intolerancia frente a todos los usuarios del sistema urbano compitiendo por los espacios transitables y generando maniobras inseguras que usualmente terminan en un accidente de tránsito; para aplacar este problema la administración municipal ejerce control sobre las motos, con horarios y zonas de restricción, buscando proteger a los usuarios pero no es suficiente.

En cuanto a la infraestructura, el municipio de Pasto tiene una conformación vial tradicional desde su fundación, con calles angostas y el espacio público para el peatón limitado; aunque gran parte de la ciudad tiene una conformación reticular, hay una baja capacidad vial, tanto para peatones como para vehículos, lo que se traduce en congestión y riesgo de siniestro ya que los peatones se ven obligados a caminar en las calzadas, los usuarios con discapacidad no pueden transitar seguros al igual que los ciclistas, el espacio público es usado como zona de estacionamiento y esto solo son algunas referencias que son relevantes en la aparición de un accidente de tránsito.

**1.2.4 Sobre la condición actual de la seguridad vial en la ciudad de San Juan de Pasto.** Siguiendo las 5 líneas de acción definidas en el plan nacional de seguridad vial<sup>11</sup>.

- Primera línea de acción aspectos Institucionales.
- Segunda línea de acción: Aspectos del comportamiento Humano.
- Tercera línea de acción: Estrategias sobre los vehículos.
- Cuarta línea de acción: Estrategias sobre la infraestructura vial.
- Quinta línea de acción: Sistema de atención y rehabilitación de víctimas.

---

<sup>11</sup> ALCALDIA DE PASTO – NARIÑO. Plan Local de seguridad vial. San Juan de Pasto: Secretaria de Transporte, 2013.

### **1.3 METODOLOGÍA PARA FORMULACIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS RELATIVAS A LOS NIVELES DE ACCIDENTALIDAD**

Consiste en la realización de un examen formal de un tramo de vía o cualquier otra obra en donde se vean involucrados usuarios y mediante el cual un revisor cualificado e imparcial hace un informe detallado sobre las situaciones que él considera representa un riesgo para la seguridad. Dicho informe tendrá como principal función la identificación de condiciones de seguridad para los usuarios de la vía, con el fin de analizarlas y tomar medidas correctivas.

### **1.4 BENEFICIOS**

Frente al uso de estas metodologías es correcto anotar que los beneficios no pueden ser cuantificables por cuanto no es posible saber cuántos accidentes se evitaran en consecuencia de su aplicación, los siguientes son algunos de los beneficios derivados de aplicar su metodología:

- Disminución de la probabilidad de la ocurrencia de accidentes.
- Disminución de la gravedad en caso de presentarse.
- Resaltar la importancia de la seguridad vial dentro del proyecto.
- Reducir el costo total del proyecto dentro de la comunidad, si se incluyen accidentes y sus costos asociados.

### **1.5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN FASE DE OPERACIÓN**

La metodología está diseñada para evaluar infraestructura ya establecida por lo que desde el punto de vista de la seguridad se evalúa: el diseño operacional, diseño planimétrico, diseño vertical, infraestructura peatonal, señalización y pavimento en relación directa con la configuración y distribución del entorno urbano referido a lugares de influencia peatonal.

La información recolectada de los informes de accidentalidad es un componente, importante para tomar medidas que aplaquen la eventualidad de los accidentes de tránsito, sin embargo aunque las medidas correctivas pueden resultar más costosas en esta fase, serán igual de eficaces.

### **1.6 RECONOCIMIENTO DEL TRAMO VIAL**

El propósito principal de hacer un recorrido a pie en el tramo vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de Pasto es con el fin de identificar

los límites del mismo además de obstáculos o imprevistos muy críticos como por ejemplo obras en la vía que puedan influir en la realización del estudio.

Al realizar esta actividad pudimos apreciar muchos factores globales que no se tendrán en cuenta en el desarrollo de la metodología pero que será útil tenerlos en cuenta para la evaluación de las zonas de peligro por ejemplo observar que la gente no tiene el suficiente espacio para transitar en el andén por lo cual se ve obligada a caminar en la calzada lo cual es muy peligroso.

## **1.7 ANÁLISIS DE ESTADÍSTICAS DE ACCIDENTALIDAD VIAL**

Las estadísticas del sitio sirven para obtener una medida cuantitativa de estos datos, apoyados en los reportes de accidentes proporcionados por la secretaria de tránsito y transporte; la elección de las intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto depende principalmente de este análisis tomando como referencia principal de elección la cantidad de siniestros además también se toma en cuenta el reconocimiento primario ya que con este se puede corroborar la elección de dichas zonas de peligro.

En el presente estudio se analiza información de accidentes correspondiente a un periodo de 2 años, en el que se contemplan los siguientes aspectos:

- Frecuencia y densidad de los accidentes con víctimas humanas con perjuicios físicos que pueden requerir hospitalización y con víctimas mortales en intersecciones y sus tramos incidentes de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto.
- Análisis de accidentes por tipo y características específicamente y para que el análisis sea más eficiente se tendrá en cuenta: el tipo de vehículo y consecuencia del accidente sobre los usuarios representado en muertos y heridos.

## **1.8 PRINCIPALES CAUSAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO**

- a) Exceso de velocidad
- b) Conducir Bajo la Influencia Alcohólica (sin alcanzar el estado total de ebriedad)
- c) La Falta de Uso de Dispositivos de Seguridad
- d) Imprudencia de los conductores

- e) Uso de teléfonos celulares al conducir un vehículo
- f) Condiciones ambientales
- g) Fallas y deficiencias en vías públicas y calzadas
- h) Falta de mantenimiento adecuado a los vehículos
- i) Somnolencia de los conductores o surmenaje
- j) Impericia
- k) Falta de Tolerancia, Cultura Vial y desconocimiento de las leyes:

### **1.9 CONSECUENCIAS DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO<sup>12</sup>.**

- a) Psico-emocionales, Sociales y familiares
- b) Lesiones Físicas
- c) Laborales
- d) Económico / materiales
- e) Ambientales

### **1.10 CAUSAS INMEDIATAS DE LA ACCIDENTALIDAD VIAL**

**1.10.1 Entorno urbano.** La organización y proyección del espacio urbano hacia la búsqueda de bienestar colectivo, constituye un elemento fundamental del entorno en el cual se define el diseño y organización física de vías, tanto áreas como construidas, parques, aceras y muchos otros elementos fundamentales para la circulación de usuarios y canalización de flujos según la lógica de localización y articulación de los ámbitos espaciales donde se generan los procesos socioeconómicos y las relaciones de cotidianidad.

**1.10.2 Situación urbanística actual.** Es importante conocer la jerarquía vial según el “POT” y los movimientos masivos de las personas en correspondencia con la organización del escenario urbano al igual que los vehículos su volumen y

---

<sup>12</sup> VENEZUELA, INSTITUTO NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. Marco legal para el otorgamiento de licencias de conducir, 2012, 1p. Disponible en internet, url: <[http://www.inttt.gov.ve/sitio/examen\\_licencia.php](http://www.inttt.gov.ve/sitio/examen_licencia.php)> (consultado en abril de 2013)

composición ya que analizando estos ítems se puede identificar fácilmente zonas industriales, comerciales, residenciales, etc.

Es de aclarar que según el “POT” y en relación con el presente proyecto de seguridad vial en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto la vía Panamericana está definida como arteria principal y por la configuración del escenario urbano la calle doce es adoptada como vía secundaria y a la vez colectoras por lo que en este trayecto encontraremos zonas industriales, residenciales, escolares, culturales, deportivas y comerciales; esta identificación estará especificada en las listas de chequeo desarrolladas por Disvial.

**1.10.3 Sistema Vial Básico.** En las vías macro urbanas y de carácter municipal que sirven como ruta de acceso y salida de una metrópoli, es necesario identificar la disposición de flujos vehiculares y peatonales en relación con los diferentes usos del suelo como son residencial, comercial, industrial, recreacional, educacional, cultural e institucional, jerarquización según POT, señalización y características de secciones como paramento, bermas y zonas de estacionamientos, dado que las actividades comerciales que se localizan en las áreas adyacentes a los tramos de salida e ingreso a la ciudad, son dinámicas y permanentemente activas en circulación de personas y vehículos como tiendas, expedíos informales de comidas, restaurantes y otros que establecen con carencia de intención espacios de estacionamientos no previstos en los planes de proyección para el sistema urbano en general.

**1.10.4 Sistema de actividades y centros de actividad.** Los centros de actividad están constituidos por un conjunto de actividades afines o complementarias que agrupadas generan una dinámica de atracción al desplazamiento de personas, y se asocia con un modo de traslado más económico; el de fácil acceso y más usado es, en muchos casos el menos seguro. En consecuencia, conviene identificar y evaluar la vialidad y eficiencia del transporte público al momento de evaluar la tarea de acceso seguro a los centros de actividad más importantes de la ciudad.

**1.10.5 Mobiliario urbano y paisajismo.** El mobiliario urbano, la arborización, los monumentos y el ajardinamiento elevado en los andenes parte del paisaje urbano, no deben afectar los elementos de visibilidad, ni bloquear la composición visual y sus condiciones normales. Así mismo, las vallas publicitarias no deberán estar ubicadas de manera tal que distraigan a los conductores en el adecuado ejercicio de conducción, e incluso al peatón en los cruces de las calles. Debe verificarse también la continuidad de los andenes y lugares de contacto próximos a la circulación vehicular.

**1.10.6 Infraestructura de servicios.** La infraestructura de servicios en su trazado, la instalación de redes, el uso, funcionamiento y mantenimiento de dicha

infraestructura, debe conservar coherencia y orden con el sistema de manera armónica y orgánica, y mucho más aún cuando éstos aparecen como parte del mobiliario urbano, es decir cabinas de teléfono, postes de luz, hidrantes y otros, pues de lo contrario pueden llegar a constituir una potencial causa de accidentalidad.

**1.10.7 Sitio.** Se requiere conocer con bastante claridad los factores que componen el sistema urbanístico como la condición general del sitio, la topografía y los elementos viales pueden controlarse desde la etapa de diseño.

- **Condiciones generales:** Éstas se refieren a la descripción general del sitio, es decir; la infraestructura vial y en especial el uso del suelo del área circundante y las actividades ligadas a este.
- **Topografía:** En el caso del presente proyecto el levantamiento topográfico del entorno urbano ya establecido es importante ya que teniendo en cuenta la planimetría se identificara los elementos de la vía y su distribución; con respecto a la altimetría, esta será importante como apoyo para la identificación de problemas de drenaje superficial principalmente.
- **Elemento vial donde ocurre el accidente:**  
**Intersecciones:** En este contexto y en función de nuestras necesidades de identificación de riesgos latentes la intersección representa la dirección en donde ocurrió el evento perjudicial de tránsito.

**Tramos incidentes a una intersección:** En este contexto y en función de nuestras necesidades de identificación de riesgos latentes corresponde a la adopción de tramos viales de aproximadamente 50 metros de longitud los cuales inciden dentro de la intersección en estudio.

## 1.11 ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO

### 1.11.1 Definiciones.

**Capacidad:** es el flujo máximo horario al que un vehículo atraviesa un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo generalmente de 15 minutos pico, bajo condiciones prevalecientes de la vía como: características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.; del control como: dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos y del tránsito como es: composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular.

**Nivel de servicio:** El concepto sirve para evaluar la calidad del flujo. Es “una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos, y de su percepción por los conductores o pasajeros”. A continuación se describe los tipos de nivel de servicio y una imagen característica para cada uno<sup>13</sup>.

**Nivel de servicio A:** presenta una situación general de comodidad y conveniencia excelente, la circulación es libre y los usuarios seleccionan cualquier maniobra a la velocidad que ellos deseen con pocas demoras, ver imagen 1.

**Imagen 1. Nivel de servicio A**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Nivel de servicio B:** aumenta en pequeña proporción la cantidad de vehículos y sigue siendo un flujo estable con libertad de selección de velocidad y pocas demoras aunque la maniobrabilidad disminuye un poco, ver imagen 2.

**Imagen 2. Nivel de servicio B**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

---

<sup>13</sup> NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Nivel de servicio C:** es un flujo estable pero el nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente ya que al aumentar el número de vehículos la velocidad y la libertad de maniobras empieza a restringirse produciendo demoras de bajas magnitudes, ver imagen 3.

**Imagen 3. Nivel de servicio C**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Nivel de servicio D:** la densidad de circulación vehicular es elevada aunque estable; el usuario experimenta un nivel de comodidad y conveniencia bajo ya que la velocidad y libertad de maniobra están seriamente restringidas generando demoras aceptables, ver imagen 4.

**Imagen 4. Nivel de servicio D**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Nivel de servicio E:** el nivel de comodidad y conveniencia es extremadamente bajo porque el funcionamiento está cerca o en el límite de su capacidad; la velocidad se ve reducida a un valor bajo pero uniforme y la libertad de maniobra

para circular es extremadamente difícil obligando a los usuarios a forzarse para ceder el paso; en este nivel se presencian demoras considerables, ver imagen 5.

**Imagen 5. Nivel de servicio E**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Nivel de servicio F:** el nivel de comodidad y conveniencia es extremadamente bajo porque el funcionamiento supera su límite de capacidad generando condiciones de flujo forzado; esta condición se aprecia fácilmente ya que se observan colas además de que los vehículos arrancan y paran muy seguido y en longitudes cortas generando grandes demoras, ver imagen 6.

**Imagen 6. Nivel de servicio F**



Fuente: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

**Volúmenes de Tránsito:** corresponde al número de vehículos que circulan en un punto determinado durante un periodo específico de tiempo.

**Composición del tránsito:** corresponde a la identificación de los tipos de vehículos y su magnitud que transitan por determinada vía.

**Flujos vehiculares:** descripción de la forma como circulan los vehículos en la vía más precisamente es una relación de magnitud con maniobras de conducción por ejemplo de giro o avance directo.

**ADES:** automóviles directos equivalentes; se toma como unidad de referencia el automóvil; las equivalencias se aprecian en la tabla 10.

**Tabla 10. Automóviles directos equivalentes**

VEHICULO	VIA URBANA	CARRETERA	GLORIETA	INTERSECCION SEMAFORIZAD
Automóvil, vehículo comercial liviano	1.00	1.00	1.00	1.00
Motocicletas	0.75	1.00	0.75	0.33
Vehículo comercial mediano y pesado y vehículos tirados por caballos	2.00	3.00	2.80	1.75
Buses	3.00	3.00	2.80	2.25
Bicicletas	0.33	0.50	0.50	0.20

Fuente: ALCALDÍA DE PASTO - NARIÑO. Plan de Ordenamiento Territorial, Sistema vial Urbano. San Juan de Pasto: Secretaria de Planeación, 2009.

**Velocidad de diseño:** Aquella que se utiliza para diseñar los elementos geométricos de la carretera y depende de la jerarquía de la vía según la tabla 11.

**Tabla 11. Velocidad de diseño en función del tipo de vía urbana**

VAP	capacidad 1600 ADES/hora	80 km/h
VAP	capacidad 1600 ADES/hora	60 km/h
VAS	VAS – 1 capacidad 1600 ADES/hora y VAS – 2 capacidad 1000 ADES/hora	60 km/h
VC	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VMP	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VL	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	30 - 50 km/h

Fuente: ALCALDÍA DE PASTO - NARIÑO. Plan de Ordenamiento Territorial, Sistema vial Urbano. San Juan de Pasto: Secretaria de Planeación, 2009.

**Velocidad específica:** Se puede definir como la velocidad que adopta *la mayoría* de los conductores al recorrer un elemento geométrico de la carretera en particular [cuando se encuentran en condiciones de flujo libre].

**Velocidad de operación:** velocidad que adoptan realmente los conductores al circular por la vía; se estipula según el artículo 106 que la velocidad en vías

urbanas y carreteras municipales en ningún caso podrá sobrepasar los 60 km/h y específicamente en zonas escolares y residenciales esta velocidad es de máximo 30 km/h<sup>14</sup>.

**Triangulo de visibilidad:** se llama triángulo de visibilidad a la zona libre de obstáculos que permite, a los conductores que acceden simultáneamente, verse unos a otros y observar la intersección a una distancia tal que sea posible evitar una eventual colisión.

**Triangulo de visibilidad mínimo:** el triángulo mínimo de visibilidad que se considera seguro, corresponde a dicha zona que tiene como lado, sobre cada camino, una longitud igual a la distancia de visibilidad de parada<sup>15</sup>.

**Radios de giro:** está directamente relacionado con la longitud del vehículo y su velocidad por lo que se definen diferentes radios de giro dependiendo de qué tan cerrada sea la maniobra de cambio de dirección ya sea para 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°; estos giros principales están definidos en el manual INVIAS y para el presente proyecto fueron graficados con todas las dimensiones en el **Anexo 17** con el fin de apreciar mejor el comportamiento de los diferentes tipos de vehículos al realizar dichas maniobras.

#### 1.11.2 Métodos de muestreo.

**Aforos Manuales:** Son necesarias varias personas para llevar a cabo el conteo hasta tal punto que la exactitud y confiabilidad de los resultados depende del tipo y la cantidad de personal usado además de instrucciones, supervisión y cantidad de información.

**Contadores Mecánicos:** Son contadores permanentes usados para aforar el tránsito continuamente. Es usado a menudo para estudios de tendencias, y pueden ser actuados por células fotoeléctricas, detectores magnéticos y detectores de lazo.

**Contadores Portátiles:** Frente a su funcionamiento pueden ser tubos neumáticos o bien otro tipo de detector portátil; dichas herramientas pueden ser manipuladas y mantenidas por una sola persona y provén aforos permanentes de todas las

---

<sup>14</sup> COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Decreto 015 de 2014: Por el cual se establecen los límites máximos de velocidad para garantizar la seguridad vial en el Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica. Disponible en internet, url: <<http://www.colombiahumanitaria.gov.co/Apoyo/Documents/decretos/dec01506012011.pdf>> (Consultado en octubre de 2014).

<sup>15</sup> PERU, MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Triangulo de visibilidad normas de diseño geométrico, 2001, 1p. Disponible en internet, url: <[http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/dg-2001/volumen1/cap5/seccion501.htm](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/dg-2001/volumen1/cap5/seccion501.htm)> (Consultado en octubre de 2014).

variaciones del tránsito durante el periodo de aforo; sin embargo este tipo de contadores no permiten clasificar volúmenes por tipo de vehículo y movimientos de giro además de que a veces son necesarios aforos manuales<sup>16</sup>.

## **1.12 INVENTARIO**

Consiste en una recopilación ordenada de datos; en el presente proyecto se usó formatos dependiendo de las necesidades que nos disponga la metodología de análisis adoptada “Disvial” estos inventarios son una gran herramienta de ayuda porque facilitan a sus gestores consultar las bases de datos, cada vez que necesitan conocer alguno de ellos como una ayuda para tomar una decisión, planificar una actuación o resolver un problema, en vez de tener que ir al campo a comprobarlo o a medirlo; por esta razón los inventarios son importantes en el procesamiento de información eficiente.

---

<sup>16</sup> MONTOYA, Guisselle. Ingeniería de tránsito, 2005, p.23. Disponible en internet, url: <<http://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/apuntes-ingenieria-de-transito.pdf>> (Consultado en abril de 2013).

## 2. DESARROLLO DEL TRABAJO

### 2.1 INTERSECCIONES CRÍTICAS DE UN TRAMO DE CALLE O CARRERA EN COMÚN

Se procede entonces a analizar estadísticas de accidentalidad por evento de tránsito las cuales fueron proporcionadas por la secretaria de tránsito y transporte de la ciudad de San Juan de Pasto (**Anexo 9**); estas estadísticas tuvieron que ser organizadas por dirección donde ocurrió el evento para que de esta manera sea más fácil contabilizar la cantidad de sucesos (**Anexo 10**); se tuvo la necesidad de generalizar los accidentes con heridos y los accidentes con muertos en sucesos ya que para cada dirección no hay gran cantidad de eventos como se observara a continuación.

Como resultado se obtiene la tabla 12. Resumen de sucesos por accidente de tránsito vs dirección del suceso 2012-2013” en la cual se descartaron ciertas zonas ya que pronto serian intervenidas, ya se intervinieron o se les realizo un estudio de seguridad a cargo de entidades privadas; esta información fue evaluada con ayuda del director de tesis basado en información interna de la secretaria de tránsito y transporte además de los planes locales de seguridad vial enfocados en infraestructura para la ciudad de San Juan de Pasto.

**Tabla 12. Resumen de sucesos por accidente de tránsito vs dirección del suceso 2012-2013**

Resumen de sucesos por accidente de tránsito vs dirección del suceso 2012-2013					
Dirección		Cantidad de sucesos	Dirección		Cantidad de sucesos
Calle	Carrera		Calle	Carrera	
12	22	2	18	4	3
12	1	4	18	40	11
12	14	5	18	41	6
12	16	11	18	42	7
12	19	7	18	56	3
12	22b	4	18	7	3
12	22f	3	18	21b	3
12	23	3	19	21b	4
12	4	8	19	22	4
12	7	8	19	23	3
12	3	3	19	32a	4
17	11	6	19	21	3
17	13	3	19	28	3
17	14	5	20	21b	4
17	22	4	20	24	4
17	24	3	20	26	6

Tabla 12. (Continuación)

Resumen de sucesos por accidente de tránsito vs dirección del suceso 2012-2013					
Dirección		Cantidad de sucesos	Dirección		Cantidad de sucesos
Calle	Carrera		Calle	Carrera	
17	25	4	20	32	3
17	27	3	20	35	4
17	29	3	20	42	5
17	21	3	20	44	7
16	13	3	20	45	3
16	23	7	21	14	6
16	25	4	21	24	12
16	30	4	21	27	5
16	32	9	21	6	3
16	36	5	21	7	6
16	7	7	21	9	6
16	9	9	21	6	3
16	23	3	22	1	9
18	11	3	22	13	3
18	14	4	22	14	7
18	16	9	22	15	5
18	19	6	22	19	7
18	20	4	22	22	4
18	30	4	22	23	8
18	31	4	22	24	3
18	34	6	22	25	8
18	34a	3	22	26	9
18	35	4	22	3	5
18	36	7	22	6	8
18	37	4	22	9	6

Las casillas sombreadas corresponden al presente proyecto; cabe anotar que la elección de estas intersecciones se vio influenciada por propósitos futuros de mejoramiento con respecto a la infraestructura del tramo de la calle 12 entre carreras 1 a 23.

En el recorrido preliminar descrito a continuación se observó que en el tramo comprendido en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto por el momento no se realizan obras de construcción u otros obstáculos que puedan comprometer el desarrollo del presente proyecto.

## 2.2 RECONOCIMIENTO DEL TRAMO VIAL DE LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA CARRERA 23 DE LA CIUDAD DE PASTO

Se puede observar que existen zonas que aun preservan la conformación vial tradicional de la ciudad de San Juan de Pasto evidenciada principalmente por calles y andenes angostos lo cual es un peligro para los usuarios más importantes que son los peatones porque la falta de espacios de movilidad segura para este actor lo obligan a realizar movimientos inseguros que ponen en riesgo su integridad. También fue fácil apreciar que en todas las intersecciones no había accesos para personas con movilidad reducida a excepción de la calle 12 con carrera 7.

En todas las intersecciones se observa que el radio de giro mínimo de 3 metros correspondiente a un automóvil no se cumple en todos o algunos de los tramos que inciden por lo que las maniobras que se realizan son inseguras.

Con respecto a la cultura ciudadana e inteligencia vial existe mal comportamiento de la mayoría de los conductores ya que no le dan al peatón la importancia que se merece, irrespetan las normas de tránsito y seguridad; para hacer más grande el problema usuarios inconscientes compiten por el espacio de tránsito generando colisiones entre los vehículos.

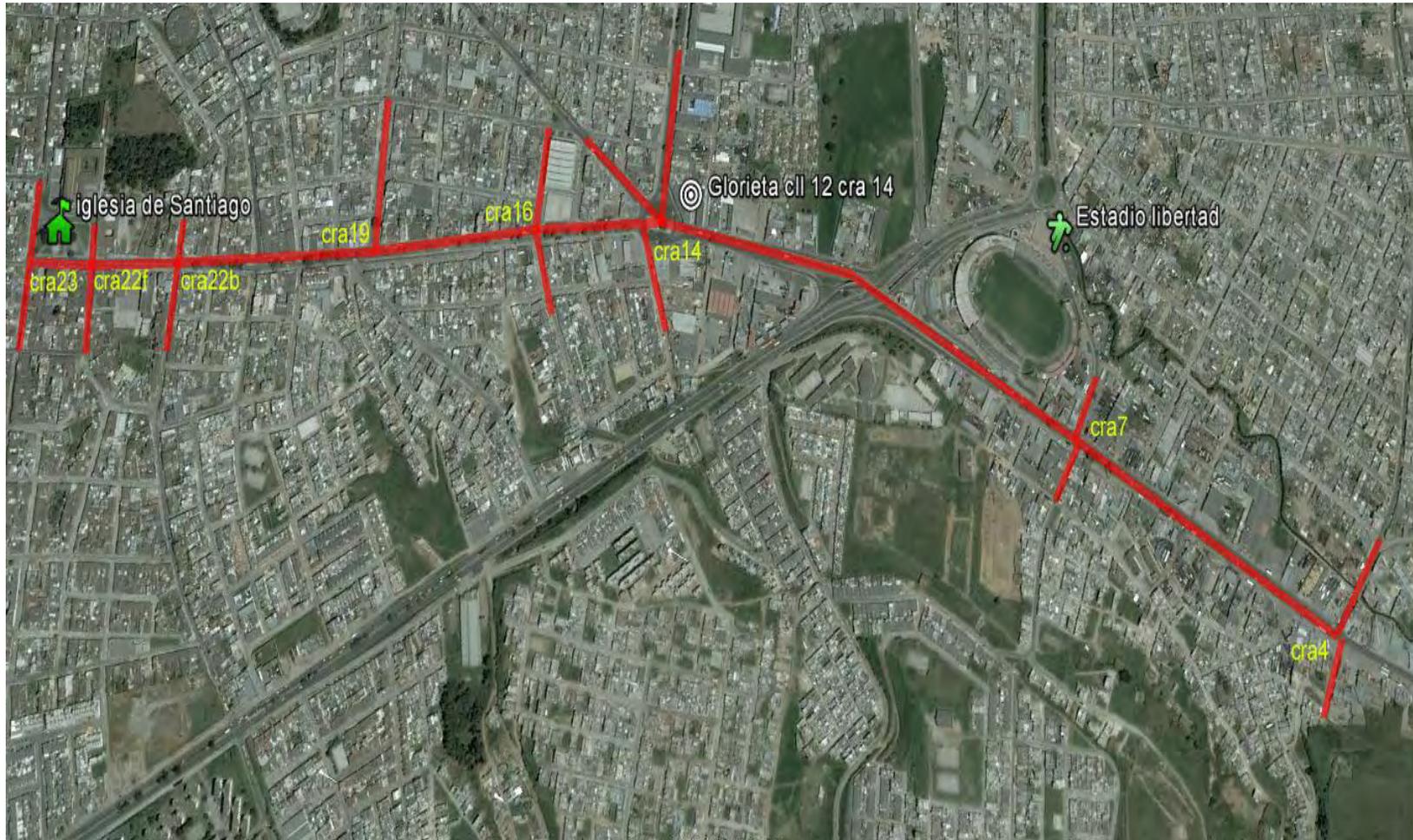
No existen zonas de parqueo suficientes, ni políticas relacionadas con planes de estacionamiento, lo cual obliga al conductor a estacionar su vehículo en tramos de vía destinados al tránsito generando obstrucciones y embotellamientos, además se utilizan también las áreas de espacio público peatonal para estos fines, reduciendo aún más los espacios destinados al uso por parte del peatón.

Estas y muchas otras falencias están diligenciadas en el **Anexo 13** por medio de fotografías, lo cual es muy útil a la hora de chequear algunos de los ítems que se desarrollan en el proceso de evaluación.

A continuación se presenta la imagen 7 con el recorrido realizado a pie en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto; se puede observar también las intersecciones críticas y sus tramos incidentes; más adelante se explica cómo fueron elegidas.

**Nota:** para apreciar mejor el recorrido y este primer vistazo del tramo comprendido entre la carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto, revisar el video 3D adjunto en el **Anexo 18**.

**Imagen 7. Reconocimiento del tramo vial de la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto**



Fuente: MAPA DE la ciudad de San Juan De Pasto. Disponible en internet, url: <<https://www.google.com/maps/place/Pasto,+Nari%C3%B1o/@1.207778,-77.277222,7z/data=!4m2!3m1!1s0x8e2ed485722503fd:0x298f1ef26abc8a75?sa=X&ei=VxFYVNeDLerdsATMolKQAw&ved=0CBwQ8gEwAA>>

## 2.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Se ejecutó el levantamiento topográfico en las intersecciones críticas y sus tramos incidentes para apreciar de manera más exacta la distribución espacial del entorno urbano en relación con su infraestructura superficial.

Siendo más específicos se tuvo en cuenta: paramento, andenes, anchos de vía, separadores, sumideros, postes, señales verticales y horizontales.

El desarrollo de esta actividad fue muy eficiente ya que se realizó con una estación total obteniendo una nube de puntos con su respectiva ubicación por coordenadas este, norte y cota además de su leyenda que fue programada previamente para saber a qué correspondía cada punto obtenido; esta información esta diligenciada en el **Anexo 8**.

**2.3.1 Placas geodésicas.** Para hacer más exacto el levantamiento topográfico en relación con el posicionamiento global se investigó las coordenadas de las siguientes placas geodésicas “BM (Bench Mark) -Punto de referencia: Es una marca de cota fija y permanente”<sup>17</sup>; pertenecientes a EMPOPASTO y que eran adyacentes a nuestra área de estudio, ver tabla 13.

**Tabla 13. Características placas geodésicas**

Nº placa EMPOPASTO BM	Ubicación	Norte	Este	Cota
063	CII16-Cra29	626368.9400	977222.4900	2531.0000
052	CII17-Cra29	626441.0300	977352.4000	2527.18

## 2.4 MATRIZ DE HALLAZGOS (Anexo 1)

La matriz de hallazgos está directamente relacionada con información perceptible visualmente en campo y dependiendo de la infraestructura analizada se diligencia la información ya sea geoméricamente por medio de medidas o por criterio visual en los diferentes formatos que la componen los cuales son: “general”, “iluminación”, “sumideros”, “señalización”, “pavimento flexible”, “pavimento rígido”. El procedimiento para registrar la información está claramente explicado por medio de un manual (**Anexo 14**); dicho manual ha sido adaptado recopilando información de evaluación visual del INVIAS, Disvial “auditorias”, Plan de ordenamiento territorial de San Juan de Pasto, informes técnicos desarrollados por diferentes municipios y el ministerio de transporte.

<sup>17</sup> PERU, MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Óp. Cit., p. 1.

La matriz de hallazgos está diseñada con el fin de registrar información desde una perspectiva general hasta una más puntualizada de los diferentes elementos que pudieran estar involucrados en la eventualidad de un accidente de tránsito.

**2.4.1 Formato General.** Incluye información básica con respecto a: ubicación “tiempo espacio”, uso del suelo, dimensiones de la vía, andenes separadores y cunetas, ver tabla 14.

**Tabla 14. Formato general**



UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
INVENTARIOS VIALES 2013

FECHA: \_\_\_\_\_

PAIS: Colombia

DEPARTAMENTO: Nariño

MUNICIPIO: San Juan de Pasto

TRAMO: Cl 12 entre Crr 1 - Crr 23

INTERSECCION: \_\_\_\_\_

DERECHA C IZQUIERDA  
"CARRERA"  
IZQUIERDA

IZQUIERDA A INICIO DEL RECORRIDO CLL B FINAL DEL RECORRIDO CLL  
DERECHA

DERECHA IMAGEN No.1 D "CARRERA"  
DERECHA IZQUIERDA

Direccionamiento	1	2	3								
		Unidireccional	Bidireccional								
	Calle										
	Carrera										
Uso del suelo	1	2	3	4	5	6	7		8	9	
	Institucional	Comercial	Industrial	Fines públicos	Escolar	Residencial	Observaciones		Exposición de riesgo	N° Imagen	
<b>DIMENSIONES DE LA VIA</b>											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
					Separador					OBSERVACIONES	N° Imagen
A	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N/A	Calzada sencilla	Ancho (m)			
ANCHO DE VIA											
B	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N/A	Calzada sencilla	Ancho (m)			
ANCHO DE VIA											
C	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N/A	Calzada sencilla	Ancho (m)			
ANCHO DE VIA											
D	Calzada doble	Izquierdo (m)	Derecho (m)	Ancho (m)	Alto (m)	N/A	Calzada sencilla	Ancho (m)			
ANCHO DE VIA											

Tabla 14. (Continuación)

ANDENES								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Dimensiones		Rampa de acceso		Estado		Observaciones	N° Imagen
Anden A	Ancho (m)	Alto (m)	Existe	No existe	Bueno	Malo		
Izquierdo								
Derecho								
Anden B	Ancho (m)	Alto (m)	Existe	No existe	Bueno	Malo		
Izquierdo								
Derecho								
Anden C	Ancho (m)	Alto (m)	Existe	No existe	Bueno	Malo		
Izquierdo								
Derecho								
Anden D	Ancho (m)	Alto (m)	Existe	No existe	Bueno	Malo		
Izquierdo								
Derecho								
CUNETAS								
1	2	3	4	5	6			7
Cunetas	Estado				OBSERVACIONES			N° Imagen
	Bueno	Regular	Malo	N E				
A	Derecha							
	Izquierda							
B	Derecha							
	Izquierda							
C	Derecha							
	Izquierda							
D	Derecha							
	Izquierda							

2.4.2 Formato iluminación.

Tabla 15. Formato iluminación

ILUMINACION									
1			2	3	4	5	6	7	8
COORDENADAS			CODIGO	ESTADO LUMINARIA		ESTADO SUMINISTRO		OBSERVACIONES	N° Imagen
E	N	COTA m		B	M	B	M		

### 2.4.3 Formato sumideros.

**Tabla 16. Formato sumideros**

SUMIDEROS								
1			2	3	4	5	6	7
COORDENADAS			TIPO DE SUMIDERO "CODIGO"	ESTADO			OBSERVACIONES	N° Imagen
E	N	COTA m		B	R	M		

### 2.4.4 Formato señalización.

**Tabla 17. Formato señalización**

SEÑALIZACION											
1			2	3	4	5				6	7
COORDENADAS			CODIGO	H	V	ESTADO				OBSERVACIONES	N° Imagen
E	N	COTA m				B	R	M	NE		

## 2.4.5 Formato pavimento flexible.

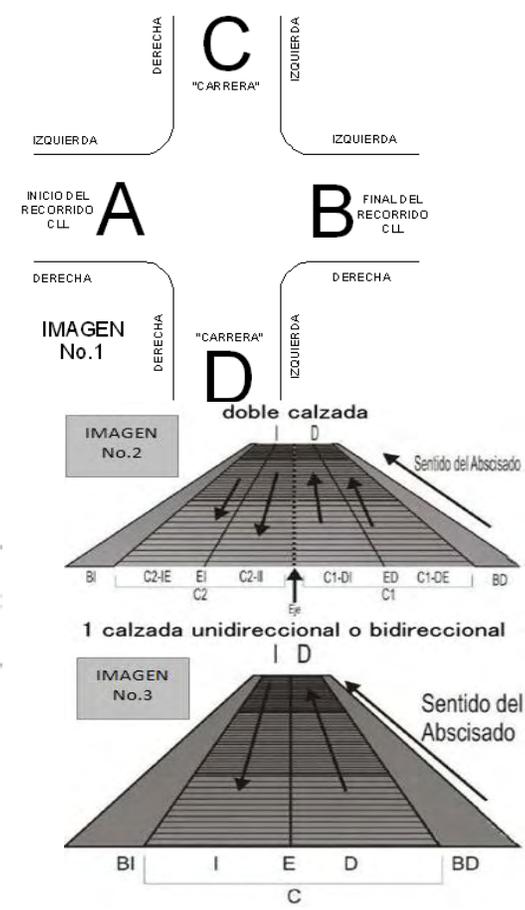
Tabla 18. Formato pavimento flexible



UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 INVENTARIOS VIALES 2013

FECHA: \_\_\_\_\_  
 PAIS: Colombia  
 DEPARTAMENTO: Nariño  
 MUNICIPIO: San Juan de Pasto  
 TRAMO: Cll 12 entre Crr 1 - Crr 23  
 INTERSECCION: \_\_\_\_\_

Codificación del tipo de daño en pavimentos flexibles																									
Deterioros de la superficie	Desprendimientos			Alisamientos			Exposición de agregados			Deterioros de la estructura	Deformaciones		Agrietamientos												
	PA	Perdida de agregado en tratamiento superficial "m2"	EX	Exudación de asfalto "m2"	CD	Cabeza dura "m2"	BP	Baches profundos "m2"	GL		Grieta longitudinal "m2"	DS	Descacaramiento "peladuras" "m2"	PU	Pulimento "agregado" "m2"	ON	Ondulaciones "m2"	IT	Grieta transversal "m2"	OP	Ojo de pescado "m2"	FBL	Falla en bloque "m2"	PC	Piel de cocodrilo "m2"
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11													
	Estado										observaciones		No. Imagen												
Ubicación espacial	Segmento	Tipo de daño "código"	dimensión 1 del daño "m"	dimensión 2 del daño "m"	dimensión 3 del daño "m"	B	R	M																	



## 2.4.6 Formato pavimento rígido.

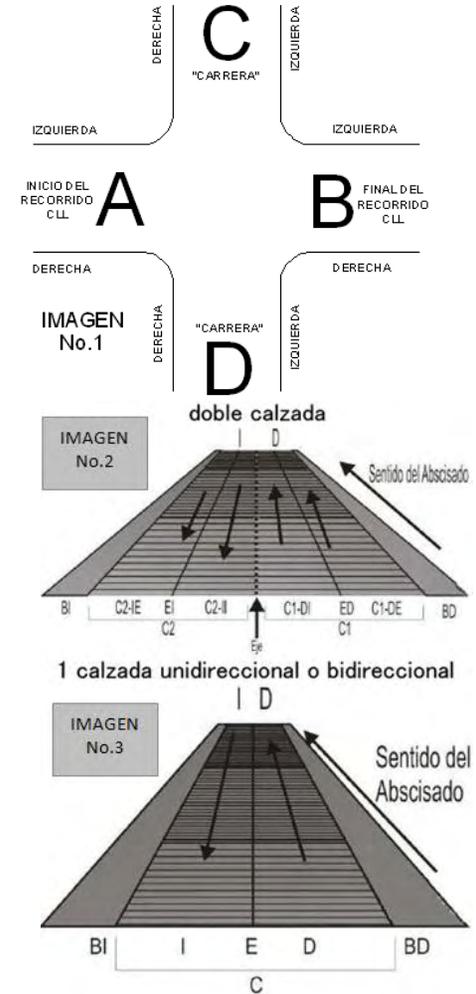
**Tabla 19. Formato pavimento rígido**



UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA - DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
 INVENTARIOS VIALES 2013

FECHA: \_\_\_\_\_  
 PAIS: Colombia  
 DEPARTAMENTO: Nariño  
 MUNICIPIO: San Juan de Pasto  
 TRAMO: Cl 12 entre Crr 1 - Crr 23  
 INTERSECCION: \_\_\_\_\_

		Codificación del tipo de daño en pavimentos rígidos										
		Daños en juntas			Daño en losa			Agrietamientos			Otros	
Deterioros de la superficie	DS	Deficiencia del sellado "m"		DI	Desintegración "m2"		GE	Grieta de esquina "m2"		PE	Presencia o emanación de finos "m"	
	DP	Juntas desportilladas "m"		BCH	Baches "m2"		GLO	Grieta longitudinal "m"		FR	Fisuramiento por retracción "m2"	
	SJ	Separación de la junta longitudinal "m"		TI	Textura inadecuada "m2"		GTR	Grieta transversal "m"				
				LE	Levantamiento localizado "m2"		GD	Agrietamiento por durabilidad "m2"				
				PCH	Parches deteriorados "m2"							
							Estado					
Ubicación espacial	Segmento	Tipo de daño "código"	dimensión 1 del daño "m"	dimensión 2 del daño "m"	dimensión 3 del daño "m"	B	R	M	observaciones			No. Imagen





2.5.2 Formato sumatoria final del aforo vehicular. (Anexo 3).

Tabla 21. Formato sumatoria final del aforo vehicular

AFOROS VEHICULARES											
DIRECCION :											
HORA INICIO :											
HORA FINAL :											
CONDICION CLIMA :											
OBSERVACIONES :											
AUTOMOVIL 			MOTO 			BUSES 			C2 PEQUEÑO 		
C2 GRANDE 			C3 			C3 : C2 - S1 			C4 		
C4 : C3 - S1 			C4 : C2 - S2 			C5 : C3 - S2 			> C5 : C3 - S3 		
V.T.A 			BICICLETAS 								

### 3. PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Con la cartera topográfica y los formatos de inventario se procedió a graficar cada uno de los elementos uniendo los puntos con correspondencia geométrica dando como resultado planos muy exactos de cada intersección crítica y sus tramos incidentes (**Anexo 15**).

#### 3.2 ESTUDIO DE TRANSITO

**3.2.1 Análisis de la composición, volúmenes y flujos vehiculares.** Con la cartera de aforos obtenida se identificó y correlaciono cada vehículo con su cuantificación y maniobra correspondiente procediendo después a un análisis exhaustivo diligenciando esta información en el **Anexo 5** “Análisis de la composición, volúmenes y flujos vehiculares en intersecciones críticas y sus tramos incidentes” donde se incluye un procesamiento de datos en el que se concluye la hora pico y las sumatorias ADES correspondientes a cada flujo vehicular.

El formato utilizado para registrar la información necesaria correspondiente a procesamiento de información de aforo vehicular se encuentra en el **Anexo 4**, ver tabla 22.

**Tabla 22. Formato general "procesamiento de informacion de transito vehicular"**

AFOROS VEHICULARES																																
DIRECCION :		cll12 cra4																														
OBSERVACIONES :																																
1	2	3	4	5																												
		Sentido		06:45	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	11:45	12:00	12:15	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	
Automovil		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
Moto		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
Bus		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
C2 pequeño		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
C2 grande		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
C3		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
>C5:C3-S3		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
V.T.A		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
Bicicletas		origen	#Vehiculos																													
		destino	ADES																													
Σ ADES:																																
Σ ADES HORA PICO:																																

**3.2.2 Nivel de servicio.** Esta definida por un analisis visual dependiendo de la cantidad de vehiculos, congestion vehicular y la facilidad de ejecucion de maniobras por parte de los conductores; ademas depende de los tiempos de retencion maximo a los que estan influenciados los conductores cuando otros vehiculos interceptan su trayecto ya sea en una interseccion semaforizada o no semaforizada.

La determinacion del nivel de servicio para cada interseccion critica y sus tramos incidentes se encuentra registrada en el **Anexo 6**.

- **Nivel de servicio interseccion semaforizada.**

**Tabla 23. Nivel de servicio interseccion semaforizada<sup>18</sup>**

NIVEL DE SERVICIO	RETRASO DE CONTROL POR VEHICULO "SEG / VEH"
A	≤10
B	>10-20
C	>20-35
D	>35-55
E	>55-80
F	>80

- **Nivel de servicio interseccion no semaforizada.**

**Tabla 24. Nivel de servicio interseccion no semaforizada**

NIVEL DE SERVICIO	RETRASO POR INTERSEPCION VEHICULAR "SEG / VEH"
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-50
F	>50

### **3.2.3 Capacidad.** (Anexo 7).

**a) Calculo de capacidad en glorietas:** Se adopta un metodo empirico iterativo el cual a sido usado en paises desarrollados como francia y Gran Bretaña; hay que tener en cuenta que el numero de aforos vehiculares aumenta porque se toma cada extremo de la glorietta como un elemento individual el cual esta en contacto con el flujo vehicular circundante adyacente a este.

Se define la ecuacion:

<sup>18</sup> NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 'Op. cit., p. 9-1.

### Ecuacion 1. "Capacidad de entrada ADES/Hora"

$$C_E = 1.4 ( Q_{max} - K * \left[ \frac{5}{6} * TM \right] ) > Q_e$$

Donde:

$C_E$ :	Capacidad de entrada "ADES / hora"
$Q_{max}$ :	Capacidad maxima según jerarquia vial
$K$ :	Coeficiente de correccion por geometria de acceso 1: Para glorieta con calzada anular de un carril 0.9: Para glorietas de diametro entre 10 y 30 m con calzada de 8m; 2 carriles 0.7: Para glorietas de diametro > 30 m con calzada de 8m; 2 carriles
$TM$ :	Tráfico molesto 0.2 corresponde a los vehiculos que abandonan la interseccion por la salida del ramal estudiado $Q_s$ en la medida que su decisión de salir no es percibida con el tiempo suficiente por el conductor para iniciar la maniobra de acceso. Donde: $Q_c$ : Tráfico que circula por el anillo delante de la entrada "ADES / hora" $Q_s$ : Tráfico de salida en el ramal analizado "ADES / hora"
$Q_e$ :	Tráfico de entrada en el ramal analizado "ADES / hora"

Con el tiempo se a observado que en glorietas de gran diametro con calzada anular de dos carriles la capacidad aumenta en un 40% por lo tanto la capacidad se redefine asi:

### Ecuacion 2. "Capacidad de entrada ADES/Hora modificada"

$$C_E = 1.4 ( 1600 - 0.7 * \left[ \frac{5}{6} * TM \right] ) > Q_e$$

### Calculo de capacidad en intersecciones semaforizadas<sup>19</sup>

Pasos:

- Definir la jerarquia vial y velocidad de diseño

<sup>19</sup> BAÑON, Luis. Manual de Carreteras. Capítulo 8, Trafico en vías urbanas: Capacidad en intersecciones sin semaforizar. Vol 2. Alicante : Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A., 2000, p. 20.

**Tabla 25. Jerarquía vial**

<i>La velocidad de diseño está en función del tipo de vía urbana:</i>		
VAP	capacidad 1600 ADES/hora	80 km/h
VAP	capacidad 1600 ADES/hora	60 km/h
VAS	VAS – 1 capacidad 1600 ADES/hora y VAS – 2 capacidad 1000 ADES/hora	60 km/h
VC	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VMP	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	50 km/h
VL	capacidad 600 ADES/hora /DOS SENTIDO o capacidad 1450 ADES/hora/SENTIDO	30 - 50 km/h

Fuente: el presente estudio, año 2014.

VIA DE ANALISIS:	CLASIFICACION TIPO DE VÍA	V	
		Km/h	m/seg

- **Definir el tiempo de persepccion reaccion**

	t(seg)
TIEMPO DE PERCEPCION REACCION:	1

- **Definir la tasa de desaceleracion**

	a(m/seg <sup>2</sup> )
TASA DE DESACELERACION:	3.05

- **Definir la longitud del vehiculo tipo**

	L'(m)
LONGITUD VEHICULO TIPO	6.1

- **Definir ancho de calzadas**

	W1(m)	W2(m)
ANCHIO DE CALZADA		

- Determinación del tiempo “amarillo” y el tiempo de correspondencia entre semáforos “rojo y rojo” por medio de la siguiente expresión:

**Ecuación 3. “Definición de tiempo ”amarillo” y “rojo+rojo””**

$Y=(t + V/2a)+((W+L)/V)$	:EQUIVALENTE A:	$Y=(\text{AMARILLO})+(\text{AMBOS LADOS EN ROJO})$
--------------------------	-----------------	--

- Definir el número de semáforos a poner en funcionamiento; este valor es directamente proporcional al número de fases cada una de las cuales tendrá su propio ciclo que está directamente relacionado con los restantes.
- Registrar la información por ciclo según la ecuación 1. Definición de tiempo ”amarillo” y “rojo+rojo”

FASE 1				
Y(seg)=				
AMARILLO(seg)=		adoptamos		seg
ROJO=		adoptamos		seg

- Determinar la longitud del ciclo; consiste en sumar los tiempos “amarillos” y “rojo+rojo” de todas las fases.

	L(seg)
LONGITUD DEL CICLO	

- Se calcula el flujo de saturación para cada fase según la ecuación ¿? “flujo de saturación”

**Ecuación 4. “Flujo de saturación”**

$$S = 1900 N f_a f_{vp} f_i f_e f_b f_z f_{gd} f_{gi}$$

**Donde:**

1900 corresponde a un flujo de saturación medido en condiciones ideales (1900 veh/h de verde/carril según HCM “Highway Capacity Manual”); a este valor se le deben aplicar factores de ajuste los cuales tratan de representar las condiciones reales actuantes en la vía<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. ‘Op. cit., p. 16-39

		Fase 1 calzada 1	Fase 2 calzada 2
S :Intensidad de saturación (vehículos/hora)	=		
N :Número de carriles	=		
fa : Corrección por anchura del carril = $(5,4+A)/9$ , donde A : ancho promedio del carril (m)	=		
fvp : Corrección por vehículos pesados = $100/(100+P)$ ; donde P : Porcentaje de pesados (%)	=		
fi : Corrección por inclinación de la rasante = $1-l/100$ ; donde l : Inclinación de la rasante	=		
fe : Corrección por estacionamiento = $1-(0.1+M/20)/N$ ; donde M : Movimientos de estacionamiento en una hora	=		
fb : Corrección por paradas autobús = $1-B/(250N)$ ; donde B : Autobuses que paran por hora	=		
fz : Corrección por situación = rango (0,9-1) ; donde en centro urbano 0,9; en otras zonas 1	=		
fgd : Corrección por giros a la derecha = $1 - 0.15P$ ; donde P : Proporción de vehículos que giran a la derecha	=		
fgl : Corrección por giros a la izquierda = $1/(1+0.05P)$ ; donde P : Proporción de vehículos que giran a la izquierda	=		

- **Ahora se calcula la relacion del flujo actual vs flujo de saturacion; ecuacion 3. Flujo actual vs flujo de saturacion, para cada una de las fases**

#### Ecuacion 5. "Flujo actual vs flujo de saturacion"

$$Y_i = (Q_i \text{ max}) / S$$

- Determinar la longitud de ciclo optimo según ecuacion 4. "Longitud de ciclo optimo" el valor calculado debe ser  $\leq 120$  segundos para checar que la interseccion esta funcionando bien como controlada.

#### Ecuacion 6. "Longitud de ciclo optimo"

$$C_o = (1.5 L + 5) / (1 - \sum Y_i)$$

#### Ecuacion 7 "Tiempo verde efectivo total" "seg"

$$g_t = C_o - L$$

#### Ecuacion 8. "Tiempo efectivo total para cada fase"

$$g_i = Y_i / (\sum Y_i) * g_t$$

- **Calculo de capacidad para cada una de las fases según la ecuacion 7. “capacidad interseccion controlada por semaforo”**

**Ecuacion 9. “Capacidad interseccion controlada por semaforo”**

$Ci=Si *Vi/Co$	Donde:	Si: intensidad de saturacion en la fase i ; Vi: duracion de la fase verde i ; Co: longitud del ciclo optimo
----------------	--------	--

Los valores resultantes deben ser menores a los valores ADES adoptados por jerarquia vial

- **Se procede a identificar el orden de tiempos “amarillo”, “verde”, “rojo”, “rojo+rojo” para cada una de las fases.**
- **Calculo de la vida util**

Se procede a iterar los valores maximos de Qi con aumentos anuales guiandos en la tasa de crecimiento promedio de la ciudad de San Juan de Pasto correspondiente al 3%

Y se aplican dichos valores de cada año repitiendo el procedimiento desde la ecuacion 3. Flujo actual vs flujo de saturacion, para cada una de las fases; hasta que los valores de Co superen los 120 segundos; en este momento sabemos el limite operacional de la interseccion controlada por semaforo<sup>21</sup>.

**b) Calculo de capacidad en intersecciones no semaforizadas.**

**Pasos<sup>22</sup>:**

Clasificar la via según la **Tabla 26**, identidicando maniobras de giro a la derecha, giro a la izquierda y cruce; con el fin de determinar los tiempos estimados de maniobra en segundos “t”, la curva a utilizar y los volumenes vehiculares sobre la via primaria y la secundaria para con estos datos dirigirse a la **grafica 1** afectando el valor obtenido reduciendolo a su 85% para obtener la capacidad maxima de la via secundaria; de esta manera podimos relacionarlo con Q2 de la via secundaria obtenido por medio de los esquemas de maniobra de flujo y valores de espaciamiento verificando que sea mayor de lo contrario la capacidad de dicha interseccion ya supero su tiempo como operacional.

<sup>21</sup> GARCIA, Sergio. Estudio de la intersección de acceso al barrio La Enea de la ciudad de Manizales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2001, p. 9. Disponible en internet, url: < <http://www.bdigital.unal.edu.co/3316/1/hernandogranadagomez.2001.pdf>> (Consultado en octubre de 2014)

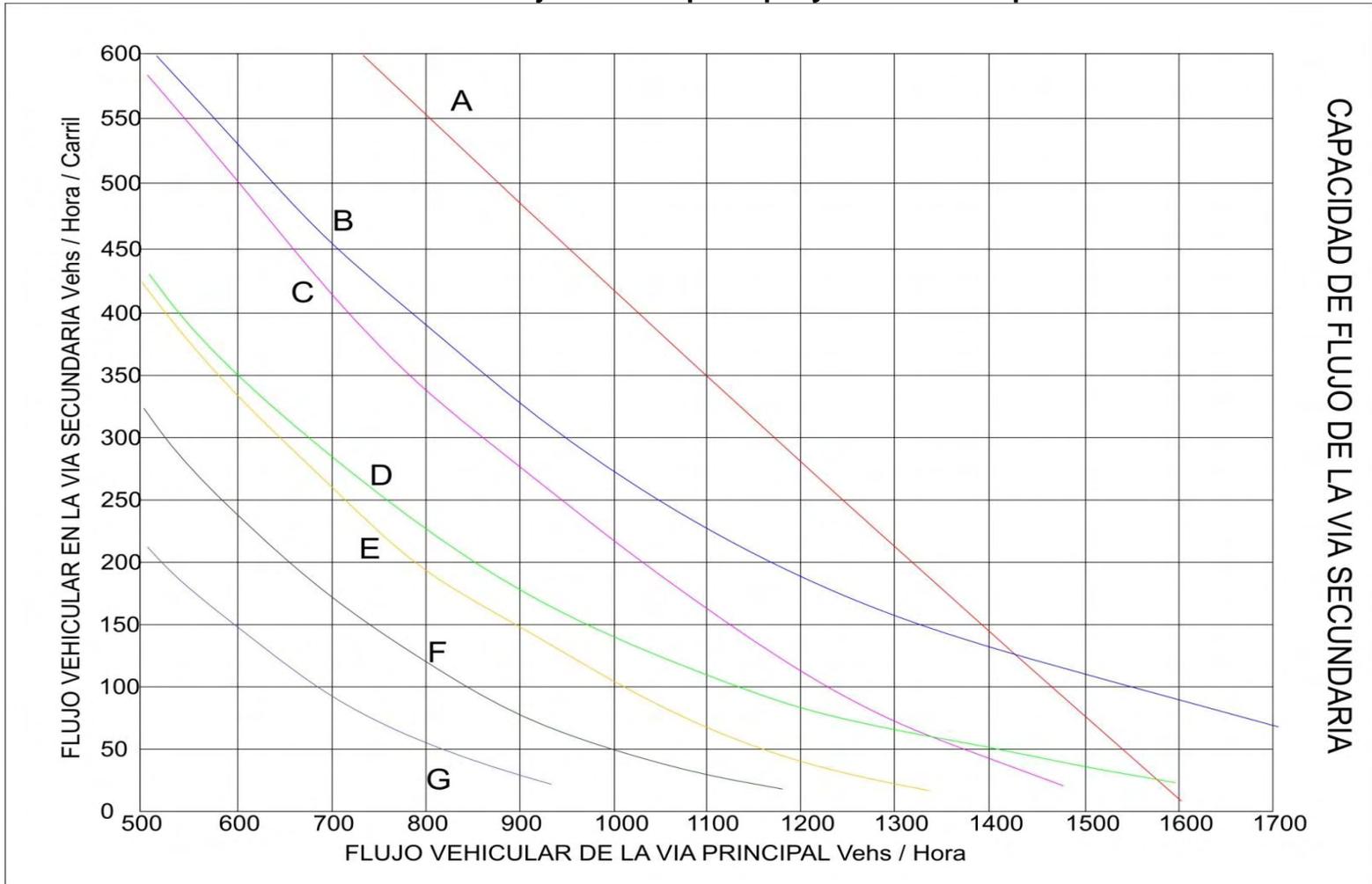
<sup>22</sup> *Ibíd.*, p. 10.

**Tabla 26. Maniobra de flujo en la vía principal y valores de espaciamento**

MANIOBRA DE FLUJO EN LA VÍA PRINCIPAL Y VALORES DEL ESPACIAMIENTO					
MANIOBRA	FLUJO EN LA VÍA PRINCIPAL		ESPACIO ASUMIDO PARA PROPÓSITOS DE DISEÑO Y CURVAS DE CAPACIDAD DE LA FIGURA II		REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS MANIOBRAS Y ESQUEMAS ESTÁNDAR EN DONDE ELLA SON EJECUTADAS
	VOLUMEN (VPH)	No. DE CARRILES	VELOCIDAD DE DISEÑO <65 KPH >45KPH		
ENTRADA	Q1 UNA CALZADA O 40% DOS CALZADAS	1	4 SEGS CURVA A	6 SEGS CURVA C	<p>Esquema 1,2,3,4,5,6, 7,8,9,10,12,13,14,15,18</p>
	Q2	1	-	6 SEGS CURVA C	<p>Esquema 6,15,16</p>
CRUCE	Q1	1	4 SEGS CURVA A	6 SEGS CURVA C	<p>Esquema 1,2,3,4,5, 6,8,9,10,12,13,14,16,18</p>
	Q1 + Q2 PARA 1 Q1 PARA 2 Y 4 Q2 PARA 3	2	6 SEGS CURVA B 8 SEGS CURVA D	8 SEGS CURVA D 10 SEGS CURVA F	<p>Esquema 8,9,10</p>
CRUCE Y ENTRADA	Q1 + Q2	2	8 SEGS CURVA D	10 SEGS CURVA F	<p>Esquema 1,2,3,4,5,8,9,10,12,13,14</p>
	ALTERNATIVA (I) Q2 ALTERNATIVA (II) 60% Q2	2	8 SEGS CURVA D 6 SEGS CURVA C	12 SEGS CURVA G 8 SEGS CURVA E	<p>Esquema 7,11,17,18</p>

**DONDE EL GIRO IZQUIERDO DESDE LA VÍA PRINCIPAL ENTRE EN CONFLICTO CON EL MOVIMIENTO DE LA VÍA SECUNDARIA: 2/3 \* FLUJO VEHICULAR QUE GIRE A LA IZQUIERDA DESDE LA VÍA PRINCIPAL SE DEBE SUMAR AL FLUJO DE LA VÍA PRINCIPAL.**

**Grafica 1. Maniobra de flujo en la via principal y valores de espaciamento**



- Adopción del modelo Poisson con el fin último de identificar la vida útil de la intersección no controlada por semáforos.
- Se realiza una sumatoria de ADES para Q1 "sentido principal" y Q2 "sentido secundario" tomando como guía principal los sentidos influyentes según la **Tabla 26** "Esquemas de maniobra de flujo y valores de espaciamiento"; de los resultados obtenidos se adoptará el que de mayor como "q" de análisis.

**Ecuación 10. "Valor esperado de vehículos agrupados"**

$$\lambda = q * t$$

**Ecuación 11. "Probabilidad de acumulación vehicular"**

$$P(X \rightarrow i) = e^{-\lambda x}$$

**Donde:**

X: número de vehículos

Iterar multiplicando los resultados de esta ecuación por el mismo q de análisis hasta que los valores obtenidos sean cercanos a cero

- Realizar una sumatoria de las anteriores capacidades obtenidas de la iteración y adoptar este resultado como la capacidad real.

**Ecuación 12. "Teoría de filas"**

$P(x) = (\lambda/\mu)^x$	donde:	$\lambda$ :	valor esperado
		$\mu$ :	capacidad
		x:	número vehículos en fila

- Determinación del tiempo que se demora 1, 2 y 3 vehículos en realizar una maniobra; esta maniobra no puede superar un tiempo de 120 segundos.

**Ecuación 13. "Tiempo de maniobra para Xi vehículos"**

**Tiempo de maniobra = (no. de vehículos i / capacidad real asumida) \* 3600**

- Proceder a calcular el número de vehículos para tiempos de maniobra de 120 segundos, 60 segundos y 30 segundos.
- Calcular la probabilidad de un tiempo de espera de 60 segundos como escenario pesimista.

**Ecuacion 14. "Transito actual"**

$P(x) = (\lambda/\mu)^x$	despejamos $\lambda$ : "transito actual"
--------------------------	--

**Ecuacion 15. "Transito futuro"**

$\text{Transito futuro} = \text{Transito actual} * (1+i)^n$	donde n: numero de años de vida util como interseccion no controlada
---	--

**Ecuacion 16. "vida util en años"**

$n = \frac{\log[(\text{transito futuro})/(\text{transito actual})]}{\log[(1+i)]}$
---

**3.2.4 Triangulo de visibilidad.** La AASHTO asume que para un sistema controlado por semaforos, la distancia de visibilidad no es critica ya que los movimientos del flujo son definidos en el tiempo.

Con respecto a intersecciones urbanas no controladas por semaforo el manual norteamericano nos indica que el triangulo de visibilidad debe tener 55 metros en el lado de carril de confluencia "principal" y 35 metros en el lado del carril desde donde viene el vehiculo "secundaria"<sup>23</sup>.

Para el presente proyecto se puede apreciar los triángulos de visibilidad para cada intersección en el **Anexo 15**.

**3.2.5 Radios de giro.** Se evalua los radios de giro unicamente para el vehiculo tipo automovil ya que lo que se pretende es verificar los casos mas extremos con respecto a este tipo de maniobras de cambio de direccion.

### **3.3 MATRIZ DE RIESGOS**

Ver **Anexo 20**, El fin ultimo de esta matriz es cuantificar el riesgo en las intersecciones criticas y sus tramos incidentes para posterior mente analizarlo. Para apreciar de una manera mas especifica el analisis de riesgos en las intersecciones criticas y sus tramos incidentes examinar el **Anexo 6**.

La matriz de riesgos esta conformada principalmente por tablas de chequeo las cuales fueron diligenciadas a partir del analisis previo realizado en este proyecto de grado correspondiente a analisis de transito y la matriz de hallazgos.

<sup>23</sup> OCHOA, Emilio. Estudio de los criterios de diseño geométrico de las intersecciones a nivel según la AASHTO. Medellín: Universidad de Colombia, 2009. Disponible en internet, url: <[http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009_1.pdf)> (consultado en octubre de 2014)

A continuación se presenta las tablas principales que conforman la matriz de riesgos **Anexo 20**.

### 3.3.1 Amenaza por exposición en centros generadores de tránsito Aex máximo.

**Tabla 27. Amenaza por exposición en centros generadores de tránsito = Aex**

ACTIVIDAD URBANA.	CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO	CHEQUEO A	CHEQUEO B	CHEQUEO C	CHEQUEO D
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción.	3				
Rapitiendas, minimercados, panaderías, misceláneas	4				
Venta de granos y abarrotos, artículos primera necesidad alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarias, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: Plazas de Mercado o Galerías.	3				
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2				
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2				
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3				
Restaurantes, pizzerías, cevicherías, hamburgueserías, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3				
Fuente de soda, taberna, bar, sifonerías, discoteca, billares, rans y tejo con consumo de licor.	5				
Hoteles, apartahoteles, Residencias, amoblados, Moteles.	2				
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4				
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1				
Establecimientos monetarios y financieros.	2				
Oficinas de servicio y de profesionales, notarias.	2				
Administración pública y defensa.	3				
Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5				
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4				
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4				
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4				

Tabla 27. (Continuación)

ACTIVIDAD URBANA.	CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO	CHEQUEO A	CHEQUEO B	CHEQUEO C	CHEQUEO D
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4				
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3				
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, servitecas, vulcanizadoras, lubritecas).	1				
<b>Aex máximo</b>					

### 3.3.2 Amenaza por consecuencia - situación de amenaza (Ac maximo).

Tabla 28. Amenaza por consecuencia - situación de amenaza (Ac)

Tipo de Factor de Riesgo	Situación de Amenaza	Consecuencia	Chequeo A	Chequeo B	Chequeo C	Chequeo D
Diseño operacional	Manejo problemático de velocidades específicas "causado por embotellamiento o mal estado del pavimento"	4				
Diseño operacional	Impactos al tránsito "capacidad"	2				
	"Nivel de servicio"					
Diseño operacional	Impactos al tránsito para todos los usuarios "iluminación"	2				
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte público "deficiencia o inexistencia de infraestructura"	4				
Diseño operacional	Se observan gran cantidad de parqueaderos o ingresos y salidas de vehículos a predios.	3				
Diseño operacional	Andenes con obstrucción de postes de energía.	4				
Diseño operacional	No se evidencia el desarrollo de estructuras de drenaje en la vía "sumideros", presentándose empozamientos sobre la vía	4				
Diseño operacional	Ascenso y descenso de pasajeros desordenado	4				
Diseño operacional	Carencia de homogeneidad en andenes en ancho, altura y materiales.	2				
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados de diseño operacional "	5				
Diseño Planimétrico	Ancho insuficiente de calzadas "Anexo 16" Características geométricas POT"	5				

Tabla 28. (Continuación)

Tipo de Factor de Riesgo	Situación de Amenaza	Consecuencia	Chequeo A	Chequeo B	Chequeo C	Chequeo D
Diseño Planimétrico	Ancho insuficiente de separador "Anexo 16" Características geométricas POT"	4				
Diseño Planimétrico	Incoherencia del diseño frente a las trayectoria vehiculares	5				
Diseño Planimétrico	Anchos de secciones transversales peatonales y vehiculares variables.	4				
Diseño Planimétrico	Radios de giro menores a 3m	4				
Diseño Planimétrico	Canalizaciones no evidencian las prioridades en los movimientos presentes en la intersección	4				
Diseño Planimétrico	Conflictos de prioridad derivados de diseño planimétrico	5				
Diseño Vertical	Limitantes de visibilidad; obstáculos y triangulo de visibilidad inconsistente según ASSHTO.	5				
Diseño Vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal "pendiente longitudinal < 1%"	3				
Diseño Vertical	Manejo problemático del drenaje transversal "bombeo"	3				
Infraestructura peatonal	Deficiencia geométrica y estructural del andén "Anexo 16" "Características geométricas POT"	4				
Infraestructura peatonal	Inexistencia de andenes	5				
Infraestructura peatonal	Inexistencia de vados en separador	5				
Infraestructura peatonal	Inexistencia de vados en andenes	5				
Infraestructura peatonal	Deficiencia geométrica y estructural de vados en andenes "ANEXO 16" "Características geométricas POT"	4				
Infraestructura peatonal	Deficiencia geométrica y estructural de vados en separador "ANEXO 16" "Características geométricas POT"	4				
Infraestructura peatonal	Conflictos de prioridad derivados del diseño de la infraestructura peatonal	5				
Señalización	Inexistencia de señalización	3				
Señalización	Exceso de señalización	1				
Señalización	Señalización deficiente, en algunos sectores se encuentra borrosa.	2				
Señalización	Incoherencia entre la señalización y el diseño en planta	3				
Pavimento	Deficiencias intolerables en la capa de rodadura	4				
<b>Ac máximo</b>						

### 3.3.3 Porcentaje de peligrosidad.

**Tabla 29. Porcentaje de peligrosidad**

		A	B	C	D
$Peligrosidad \% = (A_{ex} + A_c) * 10$	=				

### 3.3.4 Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial.

**Tabla 30. Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial**

Tipo	FMJ A	FMJ B	FMJ C	FMJ D
Troncal o pretroncal	1	1	1	1
Arterial	1	1	1	1
Colectora	0.75	0.75	0.75	0.75
Local	0.5	0.5	0.5	0.5

### 3.3.5 Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia.

**Tabla 31. Factores de modificación de la peligrosidad por jerarquía vial y nivel de tolerancia.**

Tipo	Tolerancia	FMD A	FMD B	FMD C	FMD D
Troncal o pretroncal	Intolerable	1	1	1	1
Arterial					
Colectora	Medio	0.75	0.75	0.75	0.75
Local	tolerable	0.5	0.5	0.5	0.5

### 3.3.6 Calculo de la amenaza.

**Tabla 32. Calculo de la amenaza**

		A	B	C	D
$Amenaza = (A_{ex} + A_c) * FMJ * FMD$	=				

### 3.3.7 Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito VCGT.

**Tabla 33. Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito VCGT**

Distancia promedio a la zona de análisis "m"	VCGT A	VCGT B	VCGT C	VCGT D
1200-1600	1	1	1	1
600-1200	3	3	3	3
0-600	5	5	5	5

### 3.3.8 Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX.

**Tabla 34. Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX**

Condición	VEX A	VEX B	VEX C	VEX D
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5 % y no hay cicloruta	5	5	5	5
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5 %	4	4	4	4
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10 %	4	4	4	4
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1	1	1	1

### 3.3.9 Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas Vv.

**Tabla 35. Vulnerabilidad por exposición de los usuarios VEX**

Condición	Vv A	Vv B	Vv C	Vv D
Si la velocidad de operación esperada oscila entre 70 km / hora y 90 km / hora	4	4	4	4
Si la velocidad de operación esperada es de máximo 60 km / hora	2	2	2	2
Si la velocidad de operación esperada puede superar los 100 km / hora	5	5	5	5

### 3.3.10 Vulnerabilidad.

**Tabla 36. Vulnerabilidad**

		A	B	C	D
Vulnerabilidad = VCGT + VEX + Vv	=				

### 3.3.11 Porcentaje de riesgo.

**Tabla 37. Porcentaje de riesgo**

		A	B	C	D	Riesgo ponderado
$Riesgo \% = (A*V) * \frac{100}{150}$	=					

#### 4. ANALISIS DE RESULTADOS

El valor numerico obtenido a partir de la matriz de riesgos (**Anexo 20 y 6**) se inter relaciona directamente con el siguiente analisis de resultados que igualmente esta contemplado en dicho anexo.

- Cuantificacion del riesgo

**Tabla 38. Cuantificación del riesgo**

Riesgo	% Riesgo	Color
Bajo	< 30	TOLERABLE
Medio	≥ 30 a ≤ 70	MEDIO
Alto	>70	INTOLERABLE

- Prioridad del tratamiento para proyectos en prediseño y diseño definitivos

**Tabla 39. Prioridad del tratamiento para Proyectos en Prediseño y Diseño Definitivos**

Nivel de atención			Acción	Gestión
Clasificación	Calificación	Atención		
Alto		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Medio		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Bajo		Tolerable	Mediano Plazo 6 a 12 meses	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

- Prioridad del tratamiento para proyectos en construcción y operación

**Tabla 40. Prioridad del tratamiento para Proyectos en Construcción y Operación**

Nivel de atención			Acción	Gestión
Clasificación	Calificación	Atención		
Alto		Intolerable	Corto Plazo 0 a 6 meses	Aplicación de tratamiento inmediato así se requieran intervenciones de costo alto
Medio		Medio	Mediano Plazo 6 a 12 meses	Debe aplicarse un tratamiento sin que los costo sean necesariamente altos
Bajo		Tolerable	Largo Plazo 12 a 36 meses	Aplicación de un tratamiento en el largo plazo con costos altos o bajos

- Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables

**Tabla 41. Asociación del nivel de riesgo obtenido con los accidentes más probables**

		<b>Nivel de riesgo asociado</b>
Colisiones leves	No generan muertos ni heridos de gravedad	Medio
Colisiones graves	Pueden generar muertos o heridos graves	Alto
Deficiencias operacionales o sucesos sin pérdidas físicas ni materiales	Afecta el funcionamiento del proyecto en términos de tránsito "niveles de servicio"	Bajo
Atropellamiento o lesiones a usuarios, peatones o ciclousuarios	A peatones, ciclistas, operadores, usuarios, animales, etc.	Alto
Lesiones al operador	Por maniobras en patios y portales	Alto
Caída del bus en el foso de mantenimiento	En cárcamos	Medio
incendio de la flota	Por ausencia de cortafuegos	Alto

#### **4.1 RESUMEN DE ANÁLISIS DE RIESGO EN INTERSECCIONES CRÍTICAS Y SUS TRAMOS INCIDENTES EN LA CALLE 12 ENTRE CARRERA 1 HASTA LA CARRERA 23 DE LA CIUDAD DE SAN JUAN DE PASTO.**

El resumen del análisis de riesgo en intersecciones críticas y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de san juan de pasto se encuentra diligenciado en el **Anexo 19**.

## **5. CONCLUSIONES**

### **5.1 ACCIDENTALIDAD**

- Los problemas de seguridad vial en las vías públicas de la ciudad de San Juan de Pasto son el producto de varios factores que competen tanto a los usuarios por su falta de interés y conocimiento con respecto a la seguridad vial y comportamiento urbano como a la misma administración encargada, específicamente la secretaria de tránsito y transporte y el concejo municipal de seguridad vial quienes se encargan de coordinar actividades para formular y aplicar programas que aplaquen la eventualidad de un siniestro de tránsito. Correspondiente a la administración los problemas radican principalmente en la falta de recursos, capital, orden y compromiso político.
- La ciudad de San Juan de Pasto tiene una infraestructura vial urbana tradicional desde su fundación, evidenciada en calles angostas, espacio público para peatones limitado, radios de giro deficientes, falta de una buena visibilidad lo cual no es conveniente para una urbe donde la economía está basada en el comercio.
- Con respecto a la jerarquía vial no existe una buena distribución por lo que las vías locales están directamente influenciadas con vías de mayor jerarquía sin tener una transición con vías colectoras, esto es muy peligroso porque las velocidades de tránsito en una vía local son mucho menores que en una vía principal o secundaria y para aumentar el problema no hay un buen desarrollo de los triángulos de visibilidad y algunos usuarios no son suficientemente precavidos a la hora de desarrollar las maniobras necesarias.
- En general cada intersección crítica y sus tramos incidentes en la calle 12 entre carrera 1 hasta la carrera 23 de la ciudad de San Juan de Pasto presentan problemas de diseño operacional, diseño planimétrico, diseño vertical, infraestructura peatonal, señalización y pavimento.

Estos defectos son progresivos por lo que la vida útil operacional se ve afectada.

### **5.2 MODELO DE EVALUACION**

En Colombia las muertes causadas por accidentes de transporte ocupan el segundo puesto por lo que la adopción de este modelo de evaluación es una herramienta muy útil y más que todo eficiente para facilitar la toma de decisiones rápidas en proyectos que adopten acciones y medidas que ya están definidas en el plan nacional de seguridad vial relacionadas específicamente con: aspectos

institucionales, estrategias sobre el comportamiento, estrategias sobre los vehículos, estrategias sobre la infraestructura y estrategias de atención a víctimas con lo que se asegurara la optimidad del sistema de transporte y seguridad de los usuarios a futuro.

## **6. RECOMENDACIONES.**

Adoptar la presente metodología para evaluar y cuantificar los riesgos en otros tramos de vía proponiendo complementos con el fin de ofrecer los estudios como herramientas que faciliten la toma de decisiones en pro de mejorar nuestro entorno urbano.

Tomar medidas que adopten las acciones definidas en el plan nacional de seguridad vial correspondientes a aspectos institucionales, estrategias sobre el comportamiento, estrategias sobre los vehículos, estrategias sobre la infraestructura y estrategias de atención a víctimas; dichas medidas tienen una prioridad de tratamiento ya establecida en el punto 4 “análisis de resultados” todo esto con el fin último de elevar la seguridad vial como una actividad permanente y prioritaria, que contribuya a la generación de una cultura de la prevención y del auto cuidado de todos los actores del tránsito, sean estos peatones, ciclistas, motociclistas, conductores o pasajeros.

## BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA DE PASTO – NARIÑO. Muertes por accidentes de tránsito. Pasto: Secretaria de gobierno, 2013. [en línea]. Disponible en internet, url: <[http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs\\_delito/comite\\_tematico\\_lesiones\\_por\\_accidentes\\_de\\_transito.pdf](http://www.pasto.gov.co/phocadownload/documentos2013/obs_delito/comite_tematico_lesiones_por_accidentes_de_transito.pdf)> (Consultado en abril de 2013)

ALCALDÍA DE PASTO – NARIÑO. POT, Plan de ordenamiento territorial de San Juan de Pasto, 2009. Disponible en internet, url: <[www.pot.pasto.gov.co/](http://www.pot.pasto.gov.co/)> (consultado en abril de 2013)

ALCALDIA DE PASTO – NARIÑO. Plan Local de seguridad vial. San Juan de Pasto: Secretaria de Transporte, 2013.

BAÑON, Luis. Manual de Carreteras. Capítulo 8, Trafico en vías urbanas: Capacidad en intersecciones sin semaforizar. Vol 2. Alicante: Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A., 2000, p. 20.

COLOMBIA. INSTITUTO NACIONAL DE MEDICINA LEGAL Y CIENCIAS FORENCES. Forensis 2013: datos para la vida. Bogotá: Imprenta Nacional, 2014, p.171. Disponible en internet, url: <<http://www.medicinalegal.gov.co/documents/10180/188820/FORENSIS+2013+4-+accidentes+de+transporte.pdf/51867e30-9ab5-4a15-8363-f2232d2c86ae>> (Consultado en octubre de 2014)

COLOMBIA, MINISTERIO DE TRANSPORTE. Plan Nacional De Seguridad Vial Colombia 2011 -2016, principales ciudades mortalidad en accidentes de tránsito, 2011. Disponible en internet, url: <[www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817](http://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5817)> (Consultado en abril de 2013)

GARCIA, Sergio. Estudio de la intersección de acceso al barrio La Enea de la ciudad de Manizales. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2001, p. 9. Disponible en internet, url: <[http://www.bdigital.unal.edu.co/3316/1/hernando\\_granadagomez.2001.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/3316/1/hernando_granadagomez.2001.pdf)> (Consultado en octubre de 2014)

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Highway Capacital Manual. USA: Lybrary of Congress, 2000, p..5-10. Disponible en internet, url: <[https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)> (Consultado en octubre de 2014))

OCHOA, Emilio. Estudio de los criterios de diseño geométrico de las intersecciones a nivel según la AASHTO. Medellín: Universidad de Colombia, 2009. Disponible en internet, url: <[http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009_1.pdf)> (consultado en octubre de 2014)