

**Viabilidad técnica de utilizar la Pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda**

Una tesis presentada para obtener el título de  
Ingeniero de Civil  
Universidad Antonio Nariño, sede Pereira

Leonardo Ronderos Arias  
mayo 2021

Viabilidad técnica de utilizar la Pintura plástica en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda

Tesista:

Leonardo Ronderos Arias

Tutor Académico:

Magister. Álvaro Mauricio. Mejía Ramírez

Pereira, Risaralda.

mayo 2021

## Tabla de Contenidos

<i>Introducción</i>	9
<i>Abstract</i>	10
<i>Capítulo 1 Estado del arte</i>	11
1.1. Internacionales	11
1.1.1. Mejorar la visibilidad de marcas viales por fotoluminiscencia	11
1.1.2. Diseñar en hormigón fluorescente señalización vial	11
1.1.3. Emplear normas nacionales para el uso de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma americana TTP-115F, en un departamento de Ecuador	12
1.2. Nacionales	12
1.2.1. Alternativa luminiscente para señalización horizontal	12
1.2.2. Crear una empresa de pinturas	13
1.2.3. Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada	13
1.2.4. Rastrear el impacto que tiene la pintura utilizada en la demarcación vial, frente a la consistencia de pavimentos	14
1.3. Regional y local	15
1.3.1. Evaluación de la vulnerabilidad en vías con alto índice de accidentalidad debido al coeficiente de resistencia al deslizamiento.	15
1.3.2. Auditoría en seguridad vial realizadas en el Eje Cafetero	15
1.3.3. Desarrollar una guía, para el diseño e implementación de señalización via de acuerdo a las normas colombianas.	16
<i>Capítulo 2 Delimitación del problema</i>	18
<i>Capítulo 3 Formulación del problema</i>	23
<i>Capítulo 4 Marco teórico</i>	24
4.1. Seguridad vial	24
4.2. Señalización horizontal (demarcaciones)	26
4.2.1. Clasificación demarcación según su forma	28
4.2.2. Demarcaciones según materiales utilizados y resistencia al deslizamiento	28
4.3. Pinturas de tráfico	29
4.3.1. Composición de las pinturas de tráfico	31
4.3.2. Materiales, clasificación, aplicación y reflectividad de las pinturas	32
4.3.3. Tipos de pinturas	33
4.3.4. Pinturas de dos componentes utilizada para aplicación en la señalización vial	34
4.3.6. Ventajas de las pinturas de 2 componentes	35
4.3.7. Pinturas acrílicas para demarcación vial	36
4.3.8. Pinturas metil-metacrilato MMA (plástico en frío, termoplástico en frío o 2 componentes)	36
4.3.9. Pinturas termoplásticas	36
4.3.10. Fluorescencia	39
4.3.11. Datos técnicos Pintutráfico plástico en frío llana	39
4.4. Marco legal	39
<i>Capítulo 5 Objetivos</i>	41
5.1. Objetivo general	41

5.2. Objetivos específicos .....	41
<i>Capítulo 6 Justificación</i> .....	42
<i>Capítulo 7 Metodología</i> .....	44
7.1. Investigación de tipo cuantitativo y descriptivo. ....	44
7.2. Instrumentos requeridos en la recolección de datos .....	44
7.2.1. Fuentes Primarias .....	44
7.2.2. Secundarias .....	44
7.3. Fases del proyecto.....	45
7.4. Procedimiento metodológico .....	46
<i>Capítulo 8 Resultados obtenidos</i> .....	48
8.1. Describir las normas de la señalización horizontal en especial: Tipos de pinturas, especificaciones técnicas, métodos y equipos utilizados en otros países .....	53
8.1.1. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, general para el mundo.....	53
8.1.2. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, EEUU	54
8.1.3. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, CEE (España) .....	55
8.1.4. Identificar las empresas productoras de pintura vial plástico en frío en el mundo ....	56
8.1.5. Descripción de los tipos de aplicación de plástico en frío y usos en marcas viales dependiendo al tipo .....	59
8.1.6. Descripción de trabajos realizados sobre este tipo de pintura en diferentes países. ...	60
8.2. Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda. ....	62
8.2.1. Siniestralidad vial del departamento de Risaralda. ....	67
8.2.2. Siniestralidad vial algunas vías nacionales que pasan por el departamento de Risaralda .....	71
8.3. Análisis de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia y el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente en las vías del departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.....	72
8.3.1. Importancia pintura plástico en frío de 2 componentes .....	75
8.3.2. Ventajas (Propiedades) y desventajas, Pintura plástico en frío de 2 componentes , para señalización horizontal.....	78
<i>Capítulo 9 Análisis de resultados</i> .....	81
9.1. Identificar y describir la literatura científica que existe sobre la pintura vial plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional. ....	81
9.1.1. Identificar y describir la literatura científica que existe sobre las pinturas viales especiales y específicamente la de plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.....	81
9.1.2. Análisis por continente de la información encontrada respecto a Empresas productoras de pintura vial plástico .....	84
9.1.3. Trabajos sobre este tipo de pintura en el mundo.....	84
9.2. Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda. ....	85
9.2.1. Siniestralidad vial algunas vías nacionales que pasan por el departamento de Risaralda .....	87

9. 3. Analizar de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente en el departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país. 90

9.3.1. Importancia pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal ..... 92

9.3.2. Alternativa planteada ..... 92

*Anexos*      *108*

## Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de pinturas .....	33
Tabla 2. Normas Técnicas Colombianas NTC aplicadas en la demarcación horizontal de pavimentos .....	34
Tabla 3. Ventajas de las pinturas de 2 componentes .....	35
Tabla 4. Pinturas acrílicas .....	36
Tabla 5. Datos técnicos de la Pinturas metil-metacrilato MMA .....	36
Tabla 6. Datos técnicos Pintutráfico plástico en frio llana .....	39
Tabla 7. Leyes, resoluciones y Normas técnicas colombianas, (demarcación pavimentos) ..	39
Tabla 8. Procedimientos variables del Objetivo 1.....	47
Tabla 9. Procedimientos variables del Objetivo 2.....	47
Tabla 10. Procedimientos variables del Objetivo 3.....	47
Tabla 11. Descripción de trabajos realizados sobre este tipo de pintura en diferentes países	60
Tabla 12. Fallecidos Risaralda, según actor vial. 2017 - 2021*.....	63
Tabla 13. Siniestralidad por tipo de vehículos algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %).....	65
Tabla 14. Causas probables de los accidentes algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %).....	66
Tabla 15. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021* .....	69
Tabla 16. Siniestralidad por vía del departamento de Risaralda. Año 2018 - 2020.....	71
Tabla 17. Auditoría en seguridad vial, vías de Risaralda y hallazgos de señalización horizontal .....	73
Tabla 18. Importancia pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal..	75
Tabla 19. Normas y manuales utilizadas para la pintura en demarcación vial (otros países)	83
Tabla 20. Análisis por continente de la información encontrada respecto a empresas productoras de pintura vial plástico .....	84

## Lista de figuras

Figura 1. Estado de la siniestralidad vial en el mundo .....	18
Figura 2. Siniestralidad de Colombia. Boletines estadístico Nacional .....	19
Figura 3. Siniestralidad de Colombia. Boletines Estadísticos Mensuales (Risaralda) .....	20
Figura 4. Apariencia textura aprox. ....	21
Figura 5. Razones de los siniestros en las vías del país .....	21
Figura 6. Matriz de Haddon .....	26
Figura 7. Ejemplo Líneas Longitudinales .....	27
Figura 8. Clasificación demarcación según su forma .....	28
Figura 9. Demarcaciones según materiales utilizados.....	28
Figura 10. Resistencia al deslizamiento de las demarcaciones .....	29
Figura 11. Ejemplos de Señales horizontales o marcas viales .....	29
Figura 12. Composición de las pinturas de tráfico.....	31
Figura 13. Materiales, clasificación, aplicación y reflectividad de las pinturas.....	32
Figura 14. Pintura de tráfico. (Resina termoplástica de aplicación en caliente) .....	38
Figura 15. Fases del proyecto.....	45
Figura 16. Procedimiento metodológico .....	46
Figura 17. Normatividad y Metodología de la señalización horizontal (Colombia).....	49
Figura 18. Normas técnicas Colombianas NTCs .....	50
Figura 19. Métodos de aplicación pintura vial plástico en frio bicomponente, equipos y máquinas utilizados.....	52
Figura 20. Máquina demarcadora hidráulica, utilizada en Antioquia como muestra.....	52
Figura 21. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, general para el mundo.....	53
Figura 22. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal. Estados Unidos de América .....	54
Figura 23. Normatividad y especificaciones técnicas de la señalización horizontal. CEE ....	55
Figura 24. Empresas de pintura vial plástico en frio (Europa y Asia) .....	57
Figura 25. Empresas de pintura vial plástico en frio (Europa y Asia) .....	58
Figura 26. Aplicación muestra pintura en Antioquia (Pintuco) .....	59
Figura 27. Muestra aplicada en Dosquebradas (Playa Rica).....	59

Figura 28. Hormigones fluorescentes con diferente pigmento.....	61
Figura 29. Pruebas de laboratorio.....	62
Figura 30. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, por motos. 2017 - 2021*.....	67
Figura 31. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, 2017 - 2021*.....	68
Figura 32. . Acumulado Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021*.....	70
Figura 33. Fallecidos en siniestros viales en el departamento de Risaralda, según condición agrupada de la víctima. Por año (2017 - 2021* .....	70
Figura 34. Composición de las pinturas de tráfico.....	77
Figura 35. Normas y manuales utilizadas para la pintura en demarcación vial Colombia ....	83
Figura 36. Trabajos sobre este tipo de pintura por país.....	85
Figura 37. Resumen de Fallecidos en siniestros viales en Risaralda. 2017 - 2021* .....	86
Figura 38. Fallecidos según condición vial en las vías de Risaralda .....	87
Figura 39. Causas probables de los siniestros .....	88
Figura 40. Siniestralidad vial del departamento de Risaralda (Heridos - Muertos).....	89

## **Introducción**

En Colombia vivimos un flagelo a causa de la siniestralidad vial, cada año aumenta de manera alarmante los índices de mortalidad, a causa de diferentes situaciones presentados entre los usuarios de una vía. Es por esto que se debe avanzar en diferentes alternativas que aporten a la seguridad vial.

El objeto de esta investigación es generar una alternativa sobre la señalización vial, diferente a la comercialmente utilizada en Colombia y con composiciones y técnicas de aplicación diferentes. Por medio de la pintura vial plástico en frío bicomponente se pretende plantear una alternativa diferente, que permita mitigar los índices de siniestralidad por derrape e impudencias de los usuarios, preservando la vida e integridad de los usuarios de la vía.

Así pues, el trabajo que se presenta evaluará la viabilidad técnica de utilizar la pintura plástico en frío bicomponente convexa planteada en esta investigación, la cual permitiría una mayor estabilidad de los vehículos, generando mayor tracción y mitigando el derrape, generando a su vez por su forma gruesa sonidos de alerta o una leve vibración, si se está presentando por ejemplo un “zigzagueo” o invasión de carril, reconociendo que esta práctica (invasión) es una de las mayores causales de accidentalidad tanto de las motos como de los carros.

## Abstract

We are living a scourge in the world due to road accidents, each year the mortality rates increase alarmingly, due to different situations presented among road users. This is why progress must be made in different alternatives that contribute to road safety.

The purpose of this research is to generate an alternative on road marking, different from the one commercially used in Colombia and with different compositions and application techniques. By means of two-component cold plastic road painting, it is intended to propose a different alternative, which allows to mitigate the accident rates due to skidding and impudence of users, which affect the life and integrity of people.

Thus, the technical feasibility of using the convex bicomponent cold plastic paint proposed in this research will be evaluated, which would allow greater stability of the vehicles, generating greater traction and mitigating the skid, generating in turn, due to its lumpy shape, sounds of alert or a slight vibration, if for example a “zigzag” or invasion of the lane is occurring, recognizing that this practice (invasion) is one of the major causes of accidents for both motorcycles and cars.

## **Capítulo 1**

### **Estado del arte**

Se realizaron investigaciones enmarcadas en el objeto de estudio, en las cuales se encontraron los diferentes puntos de vista que sirvieron de apoyo y permitieron tomar o descartar los trabajos realizados por otros investigadores y tomar en cuenta los que tengan alguna similitud en el uso de pintura en señalización vial o frente al estudio de pintura vial plástico en frío bicomponente, de los cuales se eligieron algunos documentos sus resúmenes se presentan a continuación las mejores opciones.

#### **1.1.Internacionales**

##### **1.1.1. Mejorar la visibilidad de marcas viales por fotoluminiscencia**

El objetivo de este trabajo, es utilizar la tecnología de aditivos foto luminiscentes, en la señalización para zonas de desvíos provisionales durante el desarrollo de obras de mantenimiento, reforzando la visibilidad y mejorando la comprensión por parte de los conductores de las modificaciones del trazado, reduciendo así el tiempo de reacción y minimizando el riesgo de accidentes por salidas de calzada al no poder interpretar bien la señalización en horas de oscuridad (Casanova, 2019).

##### **1.1.2. Diseñar en hormigón fluorescente señalización vial**

El documento evaluado y editado por (Granja, 2014) coincide con la investigación específicamente en el planteamiento del problema, en cuanto a que tener bien definidas la señalización de las vías, brinda seguridad, permite mayor movilidad y flujos más continuos de tráfico, sin contar con la disminución de la siniestralidad en las vías.

### **1.1.3. Emplear normas nacionales para el uso de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma americana TTP-115F, en un departamento de Ecuador**

La investigación encontrada en Repositorio Universidad César Vallejo, tiene como objetivo el control de calidad de las pinturas de demarcación frente a las pinturas bicomponente. Es importante saber que la implementación de nuevas tecnologías en el campo con pinturas a base de agua, base solvente, termoplásticas, pintura de dos componentes, cintas reflectivas y entre otros productos para señalización vial, y en el cual mediante su estudio se pudo verificar que ellas aplicadas en el pavimento no ofrecen durabilidad y permanencia en obra debido a diferentes factores tales como: fallas en el pavimento, fisuras, desprendimiento, mal estado. (Arroyo, 2017)

## **1.2.Nacionales**

### **1.2.1. Alternativa luminiscente para señalización horizontal**

Coincide con esta investigación el planteamiento del problema propuesto por éste ambos tratan sobre la importancia de preservar la integridad del peatón frente a otros actores viales menos vulnerables de tener un siniestro en las vías, el trabajo se orienta también al análisis del comportamiento y reacción que tienen los conductores en las vías en el momento de presentarse un desperfecto mecánico u otros factores que interrumpa la movilidad vial. Difiere en el enfoque de la dicha investigación sobre la presente, en que es pintura luminiscente y aunque se preocupa también en la seguridad vial, es más de carácter visual que a la pintura de tráfico plástico en frío bicomponente convexa, que apoya al conductor en materia de derrape del vehículo. Se apoya esta investigación en el marco normativo, que coincide en su gran mayoría con parte del requerido como objeto de nuestro estudio, en cuanto que también cuentan con las normas (NTC)

que establecen la seguridad en las demarcaciones señalizaciones de tránsito, entre otras, ver tabla

1.

*Tabla 1. Normas Técnicas Colombianas*

<b>Normas Técnicas Colombianas</b>
<b>A).</b> NTC 1461
<b>B).</b> NTC 1910
<b>C).</b> NTC 1931
<b>D).</b> NTC 1700
<b>E).</b> Resolución 0445 de 1996, Capítulo IX
<b>F).</b> Resolución 1937 de 1994
<b>G).</b> Resolución 2400 de 1979 Título VNFPFA 101
<b>H).</b> Decreto 1072 de 2015.

Fuente. (Polania & Arroyave, 2016)

### **1.2.2. Crear una empresa de pinturas**

Con respecto al plan de negocios para una empresa de pinturas, se contempló el documento de (Gutiérrez & Becerra, 2010), es importante porque este trabajo en cierta forma quiere demostrar la viabilidad de crear una nueva unidad de negocios y por lo tanto tener otros trabajos con el mismo objetivo la forma en que se desarrolla cada uno los ítems correspondientes a la conformación y creación de una empresa de ese tipo, entre ellos realizar un análisis FODA, DAFO, entorno y el estudio desde la parte operativa hasta la financiera y contable . (Gutiérrez & Becerra, 2010)

### **1.2.3. Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada**

El documento de (Simpertegui, 2019) evaluado del repositorio de la Universidad Nacional del Perú, permite adherir a esta investigación la documentación teórica de la elaboración de hipótesis y definición de variables que les permitió:

- ❖ Evaluar los parámetros fisicoquímicos de la resina patrón a la cual se pretendía llegar.

- ❖ Determinar las diferentes concentraciones del viniltrimetoxisilano en la formulación de la resina vinil acrílica.
- ❖ Aplicar las diferentes formulaciones de la resina vinil acrílica mediante polimerización, (cada piloto fue de 4kg).
- ❖ Cada proceso de polimerización fue realizado en las mismas condiciones para evitar cambios en los resultados: usando materia prima del mismo lote, mismo reactor, similar temperatura e igual tiempo de proceso. En donde para cada uno se realizó un diagrama de polimerización, que brindó información de la temperatura de proceso y fue optima en todos los pilotos. (Simpertegui, 2019)

De igual forma el análisis de datos de dicho documento permitió tener en cuenta que, para la polimerización de resinas se debe tener en cuenta que es muy importante mantener estable la temperatura de proceso ya que en la fabricación de otro tipo de resinas se observó que los incrementos o bajas de temperatura durante el proceso hacen que se afecte la viscosidad y el %sólidos. Y a toda polimerización siempre se debe dar no menos de una hora de quema a fin de que el monómero se polimerice por completo. (Simpertegui, 2019)

#### **1.2.4. Rastrear el impacto que tiene la pintura utilizada en la demarcación vial, frente a la consistencia de pavimentos**

(Ramírez V. G., 2013), en su investigación busca Encontrar patrones de daño causados por los diferentes tipos de pinturas utilizados en la demarcación horizontal de vías, y realizar un diagnóstico generalizado de la presencia de pintura en las vías más importantes de un municipio de Cundinamarca, se puede resaltar entre sus hallazgos más importantes que hay grandes necesidades para mejorar la gestión que llevan a cabo las entidades públicas encargadas de demarcar las vías en la ciudad ya sea cuando realizan

actividades de mantenimiento y construcción de infraestructura (IDU) o cuando de contratar específicamente se trata, para que se lleve a cabo la señalización (Secretaría de Movilidad). Esta afirmación se deriva del hecho de que, desde el momento de seleccionar los tramos, se presentaron problemas teniendo en cuenta el bajo volumen de intervenciones que se desarrollan en la capital, además de la inapropiada información entregada por parte de la alcaldía y otros organismos encargados de la vía.

### **1.3.Regional y local**

#### **1.3.1. Evaluación de la vulnerabilidad en vías con alto índice de accidentalidad debido al coeficiente de resistencia al deslizamiento.**

El autor (Silvestre, 2019). De trabajo analiza la vulnerabilidad que se presenta en carreteras que muestran índices de siniestralidad recurrentes, ello debido al coeficiente de resistencia al deslizamiento, analiza la influencia que tienen algunas características superficiales en el pavimento como la pintura y el impacto que puede generar con respecto a la seguridad de los usuarios, de acuerdo a la normatividad del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), concluyó que la pintura que es utilizada para señalización horizontal en las vías de Pereira tiene en promedio valores por debajo de los estándares se evidencia que la pintura en cualquiera de sus colores (según su función), en conjunto con el agua, es el mayor influyente al acontecimiento de siniestros de tránsito.

#### **1.3.2. Auditoría en seguridad vial realizadas en el Eje Cafetero**

Como la razón del trabajo es presentar en un documento si es o no viable técnicamente la utilización de pintura vial plástico en frío bicomponente para señalización horizontal en el departamento de Risaralda, por medio de la técnica línea de puntos, que permita obtener tracción en las llantas de las motos y un sonido que alerte el paso de las llantas sobre la pintura,

permitiendo la disminución de los siniestros viales, se tomó como referente bibliográfico los diferentes investigaciones que para el caso de analizar algunas variables de las vías y los factores causantes de Siniestralidad en la región que se presentan y en los cuales se hace un completo análisis de la siniestralidad y señalización de cada vía y particularmente la señalización horizontal se analizaron los trabajos que existen el repositorio de la Universidad Antonia Nariño, sede Pereira y de la Universidad Nacional sede Manizales entre los cuales se encuentran los siguientes:

- 1) ASV Armenia - Pereira
- 2) La Paila - Calarcá
- 3) ASV Santa Rosa -Tarapacá
- 4) Chinchiná - Manizales
- 5) ASV Belmonte- La Romelia
- 6) ASV Avenida Ferrocarril - Dosquebradas
- 7) ASV La Virginia - Apia
- 8) ASV La Virginia - Asia
- 9) ASV Anserma Nuevo - La Virginia
- 10) ASV Manizales - Chinchiná

### **1.3.3. Desarrollar una guía, para el diseño e implementación de señalización via de acuerdo a las normas colombianas**

(Contreras & Niño, 2017) Tuvo como objetivo desarrollar un documento que sirva como guía práctica basada en Manual de señalización vial de 2015, para el diseño e implementación de señalización vial; desde el momento de diseñarlos e instalarnos y su de acuerdo a las normas. En el trabajo se realiza un comparativo de Manual de señalización vial (2004), vs Manual de

señalización vial (2015), destacando los principales cambios, respecto a la del 2004, presenta además en su trabajo un Plan de manejo de tránsito por obra al momento de ejecutar las obras dirigido constructores, ingenieros, consultores e interventores dedicados a al sector de la demarcación vial. de acuerdo a la normatividad colombiana (NTC), sobre Plásticos en frío de aplicación por Spray. (números 1360, 4744-1 y 5867).

## Capítulo 2

### Delimitación del problema

El problema de la siniestralidad vial en el mundo se ha enfocado en la búsqueda de posibles soluciones que permitan disminuir un hecho que va en ascenso de acuerdo a (Organización Mundial de la Salud. OMS, 2021) en el año 2021, 1.124.520 millones de personas fallecieron como consecuencia de siniestros viales. Las variaciones en las muertes por siniestros de tránsito también se reflejan por tipo de usuario. A nivel mundial, más de la mitad de las estas afectan a el usuario peatón, ciclista y motociclista, que representan el 34% de todas las muertes por siniestros es decir que fallecen los más vulnerables. La siguiente infografía muestra la información presentada en el último informe de la OMS (2021). Ver figura 1

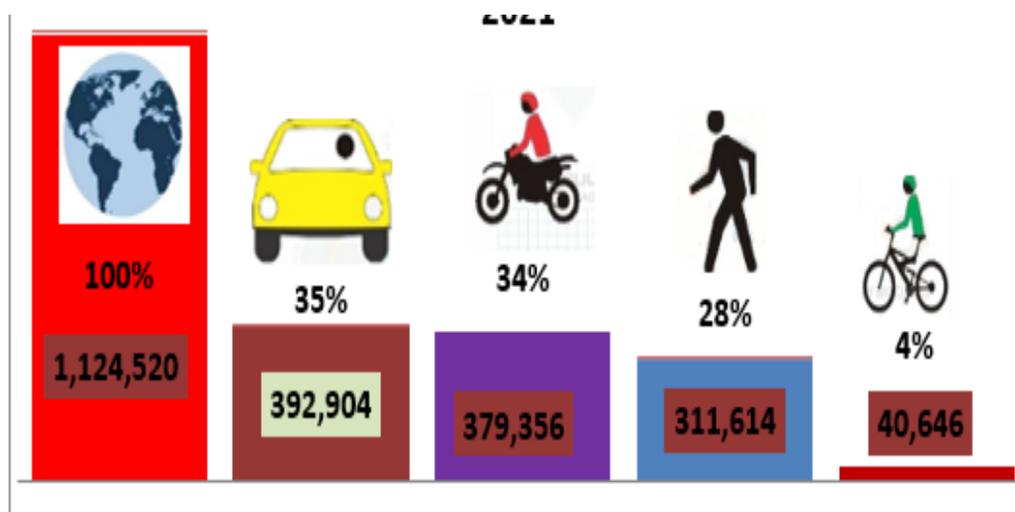


Figura 1. Estado de la siniestralidad vial en el mundo

**Fuente.** (Organización Mundial de la Salud. OMS, 2021)

La Figura 2, muestra el número de fallecidos en el mundo de acuerdo al actor vial afectado acumulado hasta abril 4 del año 2021(actual), los usuarios de auto con un 35% y 392.904 personas fallecidas, ocupa el primer lugar, seguido muy de cerca por los usuarios de las motocicletas con un 34% y 379.356, le sigue a continuación el usuarios peatón con un 28% y

311.614 fallecidos, en último lugar se encuentra el usuario de la bicicleta con un 4% correspondiente a 46.646 personas fallecidas.

En cuanto a Colombia de acuerdo a las cifras suministrada por el Observatorio Nacional de Seguridad, el número de fallecido fue de 4.741 en el año 2020 y guardando la misma tendencia que a nivel mundial los motociclistas ocupan en primer lugar con 2.908 un 53.28 % seguidas, del peatón con 20.7% y 1.128, usuario de bicicleta 433 con un 7.93 % con un 415. Ver figura 2.

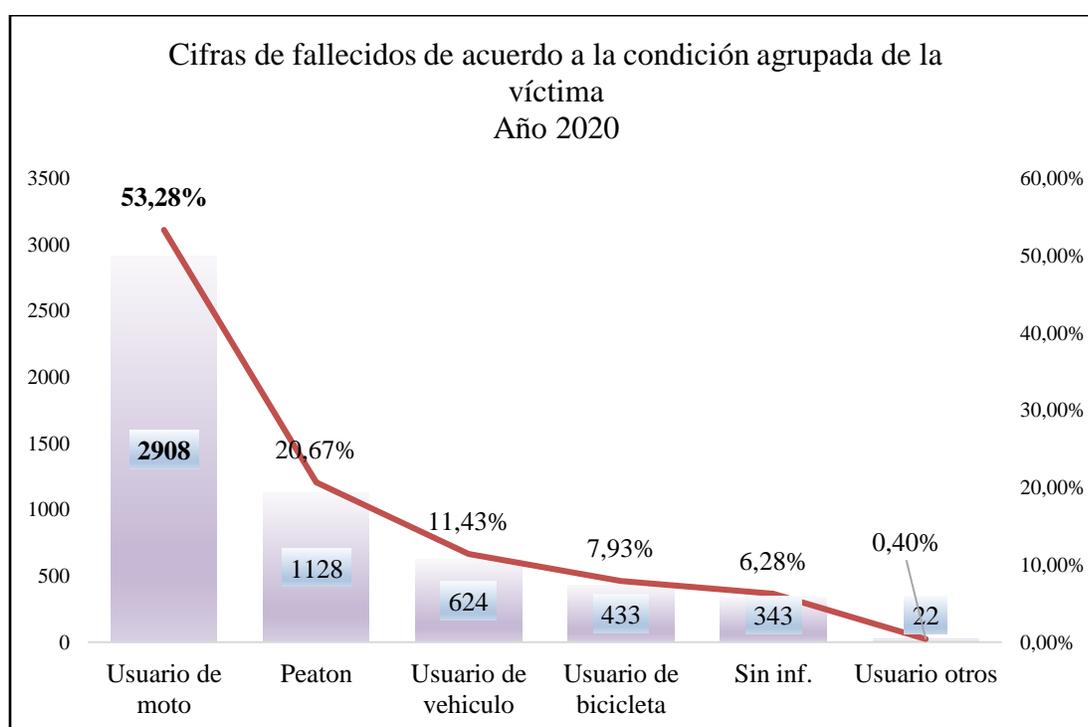


Figura 2. Siniestralidad de Colombia. Boletines estadístico Nacional

**Fuente:** (Agencia Nacional de Seguridad Vial ANSV- Observatorio Nacional de Seguridad Via ONSV, 2020)

Para Risaralda de acuerdo al mismo observatorio la tendencia es similar con usuarios de moto 47 y un 43.52%, de vehículo 26 con un 24.07%, peatón con 23 y 8 con un 21.3%, los usuarios de carga ocupan el último lugar con un fallecido que corresponde al 0.9%, ver figura 3

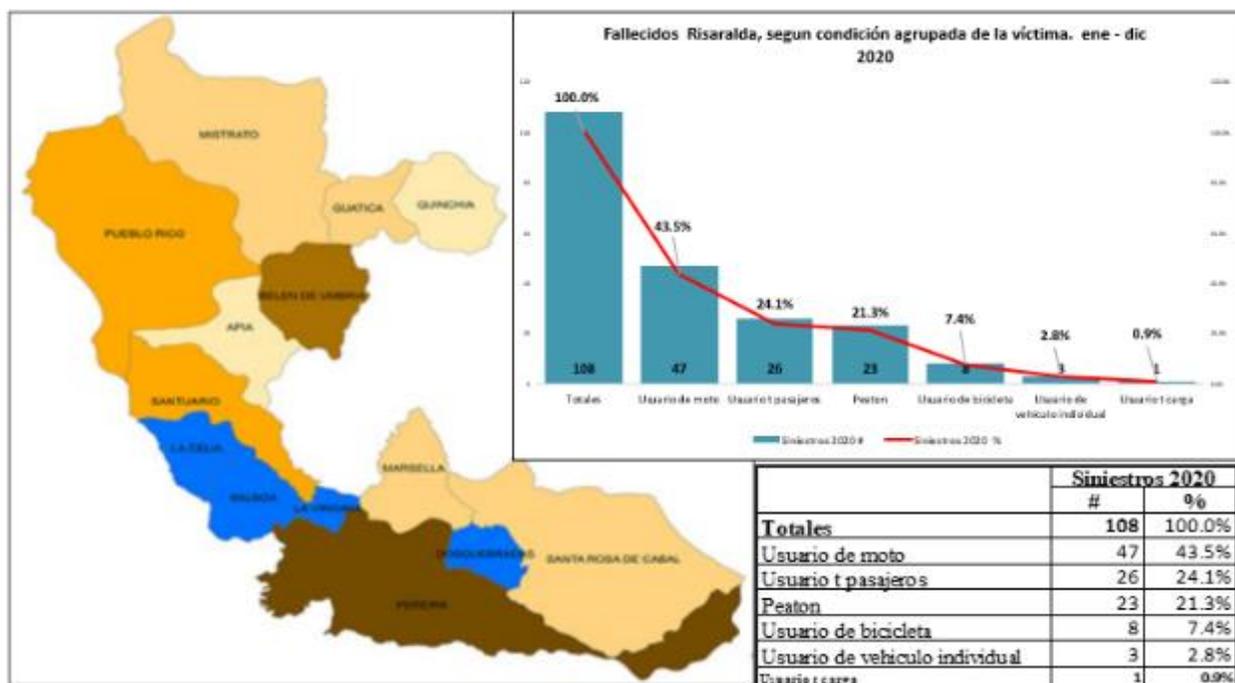


Figura 3. Siniestralidad de Colombia. Boletines Estadísticos Mensuales (Risaralda)

**Fuente** (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses INMLCF, 2021)

De acuerdo a las recomendaciones dadas por la OMS en su plan del decenio en cuanto a reducir la siniestralidad hasta en un 50% para el año 2020 y que los países adopten medidas que permitan dicha reducción, lo es también que la instalación de señales de tránsito debidamente reglamentadas contribuyen a ello también, así pues que evaluar la viabilidad técnica de utilizar la pintura plástico en frío bicomponente convexa planteada en esta investigación, permitiría una mayor estabilidad de los vehículos, generando mayor tracción y mitigando el derrape, generando a su vez por su forma gruesa sonidos de alerta o una leve vibración, si se está presentando por ejemplo un “zigzagueo” o invasión de carril, reconociendo que esta práctica (invasión) es una de las mayores causales de accidentalidad tanto de las motos como de los carros. Por ende, esta propuesta serviría, para que en una fase posterior se implementara a nivel nacional que en definitiva busca disminuir y mitigar los riesgos ya descritos. Ver figura 4

Apariencia textura:

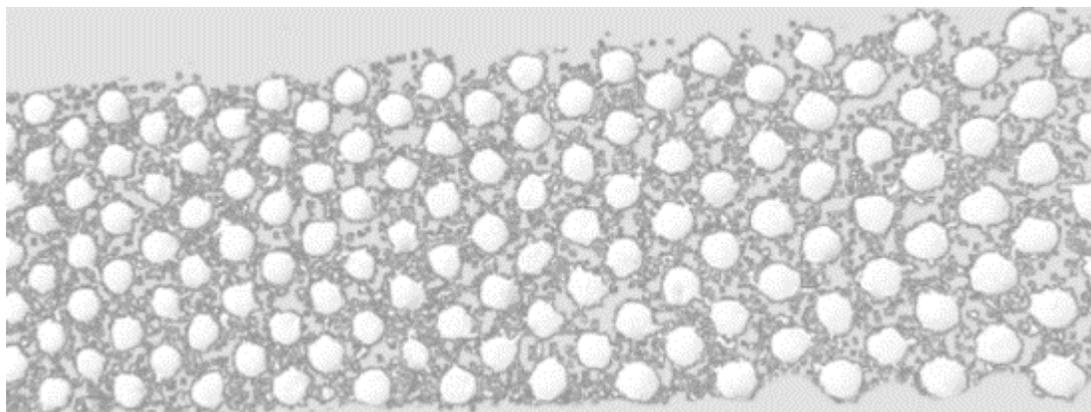


Figura 4. Apariencia textura aprox.

Fuente: (Pintuco, 2020)

Las cifras en siniestros de tránsito son alarmantes como se evidencia en la información anterior, muchos de ellos se producen por imprudencias de los conductores y en algunos casos por mal estado de las vías e infraestructuras carentes de mantenimiento o malos diseños.

Las cifras del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencia Forense, (INDSF). las principales razones de siniestros en las vías se presentan por el exceso de velocidad de los usuarios autos (45 %), no acatar las señales de tránsito (42 %), conducir bajo los efectos del alcohol (4 %) y conducir en contravía (3 %).

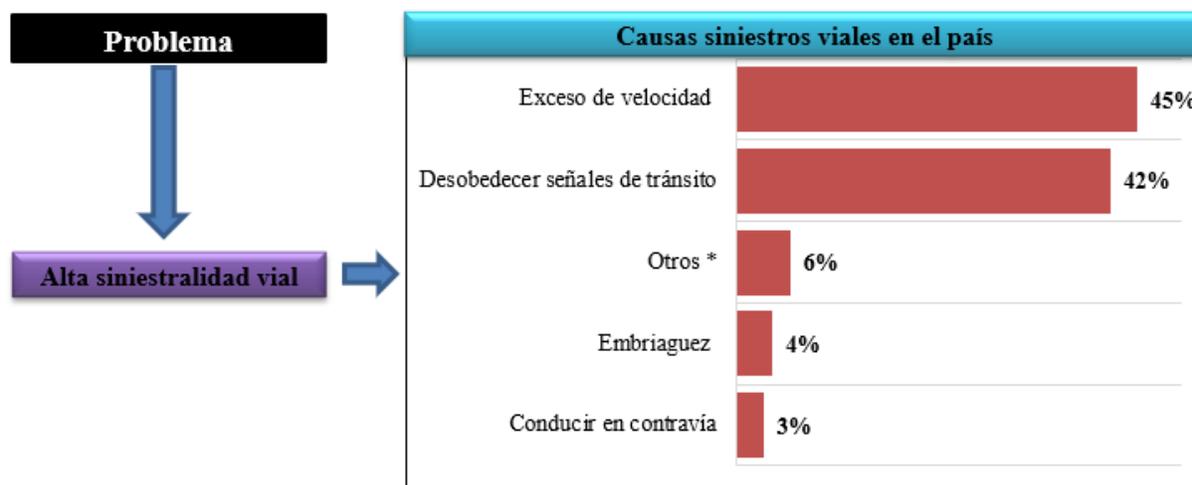


Figura 5. Razones de los siniestros en las vías del país

Fuente. Adaptación propia a partir de El Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencia Forense. (2020)

Nota: \*Otros corresponde a daños en la infraestructura vial, incidentes climáticos,

Las motos lideran este alto índice de mortalidad en las vías del mundo y particularmente en Colombia y específicamente en Risaralda como objeto de esta investigación. Por lo tanto, se pretende formular alternativas viables que permitan mitigar algunos de los riesgos que presentan las vías y en este caso sería el derrape sobre la pintura tráfico tradicional, especialmente en las motos y el cambio constante de carril (invasión de carril) o diferentes variables que motivan la siniestralidad.

Para ello al utilizar pintura señalización vial perfilada de plástico frío en Risaralda, permitirá obtener más seguridad en el desplazamiento como se relató en párrafos anteriores. La propuesta nace de la inquietud que se presentó en un viaje que el autor realizó a Europa, y en el cuál observó que en las diferentes vías que encontraba en su recorrido por diferentes localidades, se utilizaba una pintura tráfico diferente a la comúnmente utilizada llamada pintura acrílico o alquídico, donde las características intrínsecas de ella permitían una mayor tracción ante el contacto con agua y un sonido que genera un impacto de alerta al usuario del vehículo. Como característica en cuanto a seguridad vial, se encuentra que Alemania, es uno de los países más seguros en materia vial y lo es también que en las vías primarias en el cual no existen límites de velocidad y, aun así, presenta baja siniestralidad.

## **Capítulo 3**

### **Formulación del problema**

¿Si se utiliza la pintura vial plástico en frío bicomponente para señalización horizontal en el departamento de Risaralda, por medio de la técnica línea de puntos, que permite obtener tracción en las llantas de los vehículos y un sonido que alerte el paso de las llantas sobre la pintura, se logrará disminuir los siniestros viales en el departamento?

## Capítulo 4

### Marco teórico

Es importante contextualizar los conceptos necesarios para el texto de la investigación. Se determina tener en cuenta teorías desarrolladas escritas por entes de control, autoridades y escritos de profesionales, al igual que análisis de proveedores, enfocadas a la investigación de la pintura tráfico, enfocada a la seguridad vial.

#### 4.1. Seguridad vial

Método que estudia, analiza y aplica políticas y acciones que garanticen el correcto funcionamiento de las vías, la seguridad los actores viales que por ellas transitan de tal forma que se puedan prevenir los siniestros viales. Dos elementos son básicos en su concepto, por un lado el comportamiento que los seres humanos (peatones, pasajeros o conductores), deben tener frente a las situaciones que se presentan en la vía, para ello es claro que las personas deben conocer y acatar las normas y leyes sobre tránsito y movilidad, por otro lado están las vías obras que deben contar con todos los elementos de seguridad y construidas bajo parámetros que permitan asegurar el menor riesgo para los actores viales y contar con unas excelentes políticas de mantenimiento, adicional a ello se encuentran los organismos encargados de vigilar y velar por la seguridad vial, ONG, veedurías y empresas relacionadas con el tránsito que deben estar continuamente alertas sobre la situación de siniestralidad en al vías y determinar cuál puede ser la posible causa para poder aplicar medidas correctivas. Sin contar con los aportes de teóricos entre ellos el de medico William Haddon.

La Organización Mundial de la Salud OMS ha hecho reiterados llamados para que los líderes de los países miembros, adopten políticas públicas con el fin de reducir la siniestralidad

ocasionada por el tránsito, 5ª de las causas de siniestros en el mundo, y para ellos desde el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020, se brinda herramientas conceptuales que permiten lograr este objetivo, igual recomienda tener en cuenta el modelo matricial de Haddon como una herramienta que permite evitar y actuar frente a un siniestro. (OMS, 2011)

William Haddon, médico de profesión, propuso un modelo en el cual, sitúa en los sistemas de transporte tres nuevos factores: el estado del entorno vial, el ser humano y el vehículo que se trasladan por ellos, y de su triangulación, dedujo que en caso de un siniestro vehicular, se debe tener en cuenta tres momentos del siniestro, el antes, el ahora y el después, para ello mediante una matriz relaciona la triada, hombre- vehículo y entorno vial con esas tres fases del siniestro, proponiendo acciones para cada una que permitan evitar o disminuir los siniestros, dicho modelo es conocido como la matriz de Haddon. La cual es utilizada por la mayoría de los países para la implementación de sus políticas públicas de seguridad vial, Haddon además de ello, en su investigación propone nuevos elementos, que permiten investigar, prevenir, los siniestros viales relacionados con el tránsito vehicular. (Polania & Arroyave, 2016), (Pico, González, & Noreña, 2011) ver matriz de Haddon, tabla 2

Matriz de Haddon					
Fase	Momento	Acción	Factores		
			Ser humano	Vehículos y equipos	Entorno (vía)
<b>Antes del siniestro.</b> Acciones para evitar que este se produzca. (medidas de prevención de los siniestros).		<b>Prevención de siniestros</b>	Información. Capacitación y educación Leyes y Normas Fiscalización y control. Control de salud preventivo permanente.	Estado técnico de las vías Luces. Frenos. Maniobrabilidad. Control de velocidad.	Diseño y trazado de la vías Límites de velocidad. Vías peatonales. Condiciones ambientales.
<b>En y durante el siniestro:</b> Aspectos que deben ser tenidos en cuenta con anterioridad para que en el caso de producirse el siniestro las consecuencias no sean tan severas. (medidas de protección aplicadas a la vía - vehículo - persona).		<b>Prevención de traumatismos durante el siniestro</b>	Utilización de dispositivos de retención Discapacidad. Primeros auxilios.	Dispositivos de retención de los ocupantes. Otros dispositivos de seguridad. Diseño protector contra siniestros	Objetos protectores contra choques y colisiones.
<b>Después del siniestro:</b> Acciones que buscan evitar que los efectos del siniestro sean mayores y la recuperación sea más efectiva; (medidas de asistencia aplicadas a la vía – vehículo -persona)		<b>Preservación de la vida y minimización de lesiones y costos</b>	Acceso a atención médica.	Facilidad de acceso. Riesgo de incendio	Servicios de primeros auxilios. Congestión. Diseño vial.

Figura 6. Matriz de Haddon

**Fuente.** Adaptación propia según OMS. Citado en: (Balián y Paulette, 2009)

En cuanto a Colombia, el Congreso de la república, mediante la Ley 1503 de 2011, se buscó acatar el compromiso dado ante la OMS y para ello desarrollo una guía con el objetivo de disminuir la siniestralidad vial utilizando todas las herramientas que se requieren para lograr dicho propósito, Que busca promover en los ciudadanos la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguras en las vías, siendo esta ley el punto de partida para la implementación del Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV), documento rector en cuanto a políticas viales y se y adopta como marco teórico del plan la matriz de Haddon y las teorías de Tabasso referentes a la Seguridad Vial

#### 4.2. Señalización horizontal (demarcaciones)

Es un dispositivo físico o marca sea con carácter reglamentaria, prevenir situaciones de las vías, o de dar información sobre puntos esenciales e indica el comportamiento ante la ley de los que transitan por las carreteras colombianas. (Mintransporte, 2020)

La Señalización horizontal o demarcaciones contiene diferentes símbolos para su aplicación, entre ellas Líneas, flechas, y letras que se aplican sobre las calzadas y en otros

lugares de la estructura vial o contiguos a ellas, con el fin de regular, advertir e informar a los usuarios y poder regularizar el tránsito. (Mintransporte, 2020)

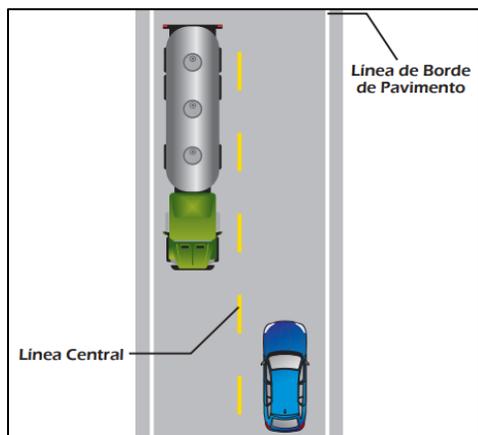


Figura 7. Ejemplo Líneas Longitudinales

**Fuente.** (Mintransporte, 2020)

Lo que, si se debe tener en cuenta como factor de riesgo natural, es que, situaciones climáticas adversas, contaminación, la oscuridad lógica que presenta la noche, puede hacer difícil el reconocimiento en las vías de otros vehículos, personas y objetos en las vías con las consiguientes causas de siniestros, por lo tanto, para ello es importante la utilización de pinturas especiales que tengan durabilidad, consistencia y lo más importante ser retrorreflectivas, como las pinturas en frío. La demarcación vial para su implementación tiene que cumplir las normas Técnicas Colombianas NTC, 4744-1, 2, 3, 4 – 2011, las cuales son las recomendadas en el Manual de Señalización Vial

**Función:** Su empleo es el servir como instrumento que regula circulación del tránsito, que advierta o sirva de guía a los usuarios de la vía, se utiliza, solas o complementadas a otros medios de señalización. En algunos casos obran son el único o eficaz medio para comunicar instrucciones a los usuarios de las vías.

**Ubicación:** Ella de acuerdo a su ubicación debe garantizar al usuario que viaja a una velocidad máxima permitida, ver y comprender los mensajes de ellas con suficiente anticipación,

que le permita reaccionar y establecer cuál es la maniobra apropiada. Las señales situadas en lugar específico de la vía indican el inicio o el fin de restricción, en otro caso advierten sobre acciones o maniobras que los conductores deben realizar a medida que se trasladen por a vía. (Mintransporte, 2020)

#### 4.2.1. Clasificación demarcación según su forma

De acuerdo a su forma y el uso se clasifican de acuerdo a lo presentado en la figura 8

Clasificación demarcación según su forma	Tipo demarcación	Descripción
	1.) Líneas longitudinales	Delimitan los carriles y calzadas, e indican zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y delimitan carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
	2.) Líneas transversales	Su uso es aplicado en las intersecciones e indica el lugar en que los vehículos deben detenerse y demarca senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas.
	3.) Demarcaciones para cruces	Su uso es aplicado en las en las intersecciones de vías o cruces que requieren de una señalización vertical y/o semaforización estableciendo prioridad entre ellos.
	4.) Demarcación de líneas de estacionamiento	Utilizadas en estacionamientos.
	5.) Demarcación de parqueaderos	Utilizadas en los parqueaderos.
	6.) Símbolos y leyendas	Sirven como guías que advierten a los usuario de las vías y además regulan la circulación de vehículos y peatones.
	7.) Otras demarcaciones	No contenida en el manual de señalización vial.

Figura 8. Clasificación demarcación según su forma

Fuente. (Mintransporte, 2020)

#### 4.2.2. Demarcaciones según materiales utilizados y resistencia al deslizamiento

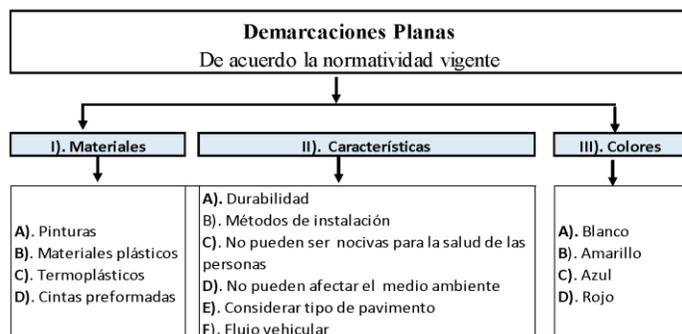


Figura 9. Demarcaciones según materiales utilizados

Fuente. (Mintransporte, 2020)

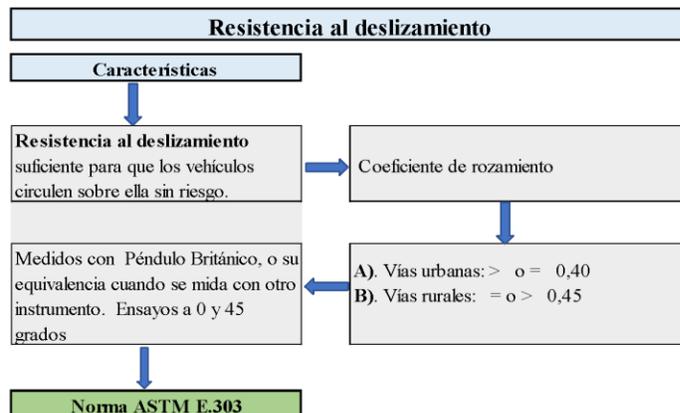


Figura 10. Resistencia al deslizamiento de las demarcaciones

Fuente. (Mintransporte, 2020)



Figura 11. Ejemplos de Señales horizontales o marcas viales

Fuente. (Mintransporte, 2020) Como se citó en (geotech, 2021)

### 4.3. Pinturas de tráfico

De acuerdo (Reynafarje, 2014) , La correcta demarcación de las vías, juega un papel importante no solo para el ordenamiento del tráfico sino también para salvaguardar la integridad física de los usuarios de la vía, para ello en su aplicación de debe contar con procesos de construcción acordes a la normatividad y el uso de materias primas especiales que resistan el rozamiento ocasionado por los vehículos que se desplacen por ellas , que sean duraderas, elegantes visibles a toda hora. Las pinturas de tráfico están formadas por pigmentos diversos (inorgánicos), difíciles de disolverse al mezclarse con la pintura. Su función es suministrar el

color contribuir a las propiedades anticorrosivas y brindar resistencia frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos.

### 4.3.1. Composición de las pinturas de tráfico

Composición de las pinturas de tráfico			
<b>1. Características</b>  1.1. Consistencia 1.2. Peso específico 1.3. Espesor de la película 1.4. Resistencia a la abrasión 1.5. Resistencia al deslizamiento 1.6. Grado de blancura 1.7. Granulometría 1.8. Diferente tamaño en función del uso	<b>2. Materiales origen natural:</b> Cuyo objetivo es el de extender el pigmento contribuyendo con el efecto de relleno.	<b>3. Material de origen sintético</b>	<b>4. Materiales de origen orgánico macromoleculares.</b> Que cumplen con la función de asegurar la adherencia al sustrato y darle la calidad a la pintura
	2.1. <u>Minerales.</u>	3.1. <u>Creta.</u>	4.1. <u>Resinas y plastificantes</u>
	2.2. <u>Baritas.</u>	3.2. <u>Caolines tratados.</u>	4.1.1. <u>Resinas alquídicas</u>
	2.3. <u>Izas.</u>	3.3. <u>Sulfato de Bario precipitado.</u>	4.1.2. <u>Acrílicas</u>
	2.3.1. <u>Caolines.</u>		4.1.3. <u>Fenólicas</u>
	2.4. <u>Sílice.</u>		4.1.4. <u>Vinílicas</u>
	2.5. <u>Micas.</u>		4.1.5. <u>Epóxicas</u>
	2.6. <u>Talcos, etc.</u>		4.1.6. <u>Caucho clorado</u>
			4.1.7. <u>Objetivos</u>
			4.1.8. <u>Secado</u>
			4.1.9. <u>Aplicabilidad</u>
			4.1.10. <u>Adherencia</u>
		4.1.11. <u>Resistencia al envejecimiento y a la acción de la luz.</u>	
		4.1.12. <u>Mejoran las condiciones de elasticidad de la pintura y la compatibilidad con la resina.</u>	
	<b>5. Elementos solventes o disolventes,</b> sustancias líquidas que dan a las pinturas el estado de fluidez o viscosidad necesario para su aplicación		
	<b>5.1.1. Aditivos.</b> Sustancias esenciales para el buen comportamiento de la pintura		
	<b>5.1.2. Secativos</b>		
	<b>5.1.2.1. Inhibidores de formación de piel</b>		
	<b>5.1.2.2. Humectantes y dispersantes</b>		
	<b>5.1.2.3. Coalescentes</b>		
	<b>5.1.2.4. Espesantes</b>		
	<b>5.1.2.5. Antisedimentantes</b>		
	<b>5.1.2.6. Antiespumantes</b>		
	<b>5.1.2.7. Fungicidas</b>		
	<b>5.1.2.8. Bactericidas.</b>		

Figura 12. Composición de las pinturas de tráfico

Fuente. Adaptación propia a partir de (Reynafarje, 2014). (Polania & Arroyave, 2016)

#### 4.3.2. Materiales, clasificación, aplicación y reflectividad de las pinturas

<b>Materiales, clasificación, aplicación y reflectividad de las pinturas</b>			
<b>1. Clasificación de las señales horizontales</b>	<b>2. Demarcación aplicación</b>	<b>3. Requerimientos técnico diseño y aplicación de las distintas pinturas</b>	<b>4. Rendimiento y calidad de su aplicación</b>
1.1. Marcas longitudinales	2.1. Pinturas frío	3.1. Cintas preformadas	4.1. Condiciones climáticas
1.2. Marcas transversales	2.2. Pinturas calientes	3.2. Termoplásticas	4.2. Tiempo de secado
1.3. Marcas de bordillos y sardineles	2.3. Otros tipos de materiales. Cumplir requisitos de:	3.3. Plásticas en frío	4.3. Aplicar en temperaturas de ambiente que estén entre los 5°C y 40°C para las pinturas en frío y superiores a los 12°C para los termoplásticos.
1.4. Marcas de objetos	2.3.1. Color	Norma Técnica Colombiana NTC-4744.	
	2.3.2. Visibilidad		
	2.3.3. Antideslizantes		
<b>5. Reflectividad</b>			
Norma Técnica Colombiana (NTC 4744, 1999) parámetros que las pinturas deben cumplir.			

Figura 13. Materiales, clasificación, aplicación y reflectividad de las pinturas

Fuente. Adaptación propia (Ramírez V. G., 2013), p.10)

### 4.3.3. Tipos de pinturas

Tabla 1. Tipos de pinturas

Tipos de pinturas	
Tipo	Descripción
<b>Pinturas a base de agua</b>	Conocidas también como pinturas acrílicas en base de agua, tienen como principal ventaja que son diluibles en ésta. Adicionalmente las pinturas son fáciles de aplicar y no necesitan de equipo o herramientas especializadas para su manejo. Es importante tener en cuenta que, su vida útil no es muy extensa (aproximadamente un año) por lo que tiende a durar poco en relación a otro tipo de pinturas.
<b>Termoplásticos</b>	Es una pintura seca que se funde a altas temperaturas para permitir una adecuada adherencia al pavimento. Su ventaja radica en la durabilidad, que está estimada entre 5 y 8 años dependiendo de los factores externos. Una dificultad es que requiere de maquinaria especializada, conocida como “fusor”, para calentar los termoplásticos y proceder con su aplicación.
<b>Pinturas Base Solvente</b>	Las pinturas Base Solvente tienen como parte de su formulación derivados del petróleo, son dañinos a la capa de ozono por su volatilidad que presentan. Entre estos solventes están metanol, etanol, acetona, cloroformo, tolueno o el xileno, etc. Una ventaja de estas pinturas es el secado rápido que tiene debido a la rápida evaporación de los solventes que contiene.
<b>Plástico en frío</b>	Pinturas que utilizan polímeros acrílicos y monómeros acrílicos reticulables (Solano, 2012). Estos componentes al momento de reaccionar entre ellos, brindan ciertas características especiales a la pintura que funciona muy bien en contra de la abrasión. Por ejemplo, haciéndola ideal para carreteras, porque adicionalmente, resiste el calor y la luz ultravioleta de manera efectiva. El material termoplástico puede llegar a durar 10 a 12 veces más en el pavimento que la pintura convencional, garantizando su visibilidad y reflectividad

**Fuente.** Adaptación propia a partir de. Ramírez, (2013, p.12), (Signovial, 2021)

El Manual de señalización vial, contiene, toda la información sobre pinturas,) características de la demarcación horizontal, (Capítulo 3, Demarcaciones 3.6. Demarcaciones Planas, 3.6.1. Materiales de las demarcaciones planas. p, 362), pero sin mencionar en concreto los tipos de pintura que se utilizan generalmente, lo que presenta ambigüedades en el uso y calidad de las pinturas y los componentes utilizados para ellos, recomendando referenciarse en la NTC 4744. Mintransporte, (2020). Por lo tanto, las empresas que realizan la función de demarcación de vías a cualquier nivel deben tener en cuenta la NTC 4744 en cada una de sus ramificaciones sobre normatividad de pinturas usadas en Colombia para demarcación, (Ver tabla 2)

Tabla 2. Normas Técnicas Colombianas NTC aplicadas en la demarcación horizontal de pavimentos

Titulo	Normas Técnicas Colombianas NTC de Señalización Objeto	NTC
<b>Materiales de demarcación.</b>	Presenta los requisitos que deben cumplir los materiales para la demarcación horizontal de pavimentos y criterios de su selección.	4744-1 - 2011
<b>Equipos</b>	Define los requisitos mínimos que deben cumplir las máquinas demarcadoras que se emplean en la aplicación de materiales para demarcación horizontal de pavimentos en los trabajos de señalización.	4744-2- 2011
<b>Retroreflectividad en la demarcación horizontal en pavimentos.</b>	Establece los requisitos mínimos, métodos de medición, controles antes y después de la aplicación, para la retroreflectividad.	4744-3-2011
<b>Control de la aplicación</b>	Establece los requisitos para la preparación de superficies, condiciones ambientales y de seguridad, dosificación, personal y el control antes, durante y después de la aplicación de materiales.	4744-4-2011
<b>Especificaciones</b>	Requisitos y métodos de ensayo en laboratorio, que debe cumplir la pintura empleada.	1360-2011
	Establece los requisitos que debe cumplir la pintura, empleada para la demarcación sobre pavimentos	1360-1: 1999, (cuarta actualización)
<b>Materiales para demarcación de pavimentos</b>	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las microesferas de vidrio, los granulados antideslizantes, y las mezclas de ambos, para incorporar en materiales de demarcación en premezclado o en postmezclado.	NTC 2072 (Primera actualización) - 2011

**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (Mintransporte, 2020) en Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y Ciclorrutas de Colombia

Por último y según (Solano, 2012), citado en (Ramírez V. G., 2013), en el país se tiende a usar pinturas termoplásticas en las vías más transitadas, ya que, al realizar una proyección de los costos a un par de años, es la pintura más viable por qué se debe pintar menos veces al año en comparación con otro tipo de pinturas. No obstante, los solventes que la componen tienden a dañar el pavimento, y esto ocasionaría sobrecostos a la hora de usarla. Por otro lado, en las vías terciarias generalmente se hace uso de las pinturas acrílicas o en base de agua, debido a que el bajo tráfico proporciona mayor durabilidad, y su costo es menor en comparación con los termoplásticos a corto plazo. Como se citó en Ramírez, (2013, p.12)

#### 4.3.4. Pinturas de dos componentes utilizada para aplicación en la señalización vial

La pintura de dos componentes o 2k es un material que necesita de mezclar dos componentes para su uso: la pintura y el catalizador. Este tipo de pintura por sus características químicas, al ser envasadas la pintura y el catalizador junto puede acarrear un riesgo de explosión. Además, se trata de un producto cuya reacción química tras su mezcla produce una

polimerización. Ésta la lleva a solidificarse a una velocidad mucho mayor que las pinturas de un componente. Unos de los tipos que más se utiliza es la pintura de poliuretano.

**En qué casos se aplica la pintura de dos componentes.** La pintura de dos componentes se puede aplicar en varias superficies: madera, hierro y acero y materiales no férricos. Algunos de los usos de la pintura 2k son:

- 1) Pintura vial
- 2) Piscinas
- 3) Pintar azulejos
- 4) Coches
- 5) Pintura para barcos
- 6) Sobre galvanizado, PVC, hierro, aluminio, fibra
- 7) Interiores
- 8) Fachadas etc.

**Tipos de pintura de dos componentes.** Los tipos de pintura bicomponente más utilizados son las pinturas y esmaltes de poliuretano y las pinturas epoxi. . (Airless, 2021)

#### 4.3.6. Ventajas de las pinturas de 2 componentes

Tabla 3. Ventajas de las pinturas de 2 componentes

Ventajas	Descripción
Mayor brillo	Son más brillantes y además retienen el brillo durante un periodo de tiempo más prolongado.
No amarillea	No cambia de color a este tipo difuso.
Mayor dureza	La catalización de los 2 componentes da como resultado un producto con una elevada resistencia química. Como resultado, se obtiene una pintura con mayor resistencia a la abrasión y otros agentes externos como productos químicos o gasolina.
Gran elasticidad y lavabilidad	Gran elasticidad que hace que no se cuartee ni presente grietas ante los cambios de temperatura, incluso aunque sean brusco y al estar en contacto con productos como aceite, gasolina, alcohol y otros.
Multiadherente	Elevada adherencia sobre las superficies para las que están destinadas.

Elevada resistencia mecánica	Al tráfico al que estará sometida.
Elevada resistencia a la intemperie	Como comentábamos antes, la mayor dureza de este tipo de pintura da lugar a un producto con <u>gran</u> resistencia a la intemperie

**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (Airless, 2021)

#### 4.3.7. Pinturas acrílicas para demarcación vial

se fabrican en base a polímeros acrílicos pigmentados, estos solubles en agua, por lo cual se puede fabricar en base acuosa o solvente, entre ellas se encuentran las siguientes (ver tabla 5)

*Tabla 4. Pinturas acrílicas*

Pinturas acrílicas	
Tipo	Definición
<b>Pintura acrílica base acuosa</b>	Mínimo impacto ambiental con bajos niveles de contenido de solventes y material volátil. Se utilizan equipos hidráulicos para su aplicación.
<b>Pintura acrílica base solvente</b>	Mínimo tiempo de secado. Se utilizan equipos hidráulicos para su aplicación

**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (APV. Equipos para revestimientos, 2021)

#### 4.3.8. Pinturas metil-metacrilato MMA (plástico en frío, termoplástico en frío o 2 componentes)

Corresponde a una nueva tecnología en pinturas que cumpla con la normatividad para señalización vial. Su aplicación debe realizarse mediante equipos especializados capaces de aplicar la mezcla del material. Esta pintura tiene como componente principal resinas metil-meta - acrílicas reactivas curadas con peróxido, entre sus ventajas están, que requiere menor tiempo de aplicación y presenta alta resistencia pintura. (APV. Equipos para revestimientos, 2021)

*Tabla 5. Datos técnicos de la Pinturas metil-metacrilato MMA*

Datos técnicos de la Pinturas metil-metacrilato MMA	
Dato	Descripción
<b>Relaciones de mezcla 1: 1</b>	Relación de mezcla 1:1: utiliza 50% de pintura y 46% de resina y 4% de reactivo
<b>Relaciones de mezcla 98: 2</b>	98:2: % de resinas y 2% de peróxido para su reacción, (se tiene en cuantas condiciones climáticas Las ventajas de este tipo de relación de mezcla es que solo se activan los materiales que se van a utilizar minimizando pérdidas de material y mínimo riesgo de daño por mala manipulación.

**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (APV. Equipos para revestimientos, 2021)

#### 4.3.9. Pinturas termoplásticas

Pertenece a las pinturas en polvo las cuales deben aplicárseles calor que permita su transformación a estado líquido, al ser homogenizada podrá aplicarse, enfriándose en la capa

asfáltica permitiendo la movilidad de vehículos. Una de las grandes ventajas de este tipo de pinturas es que permite ser aplicada con un espesor mayor a otras pinturas como las acrílicas, ello alarga la durabilidad de ella, hay tres sistemas de aplicación por extrusión y extrusión formada y forma de spray. (APV. Equipos para revestimientos, 2021)

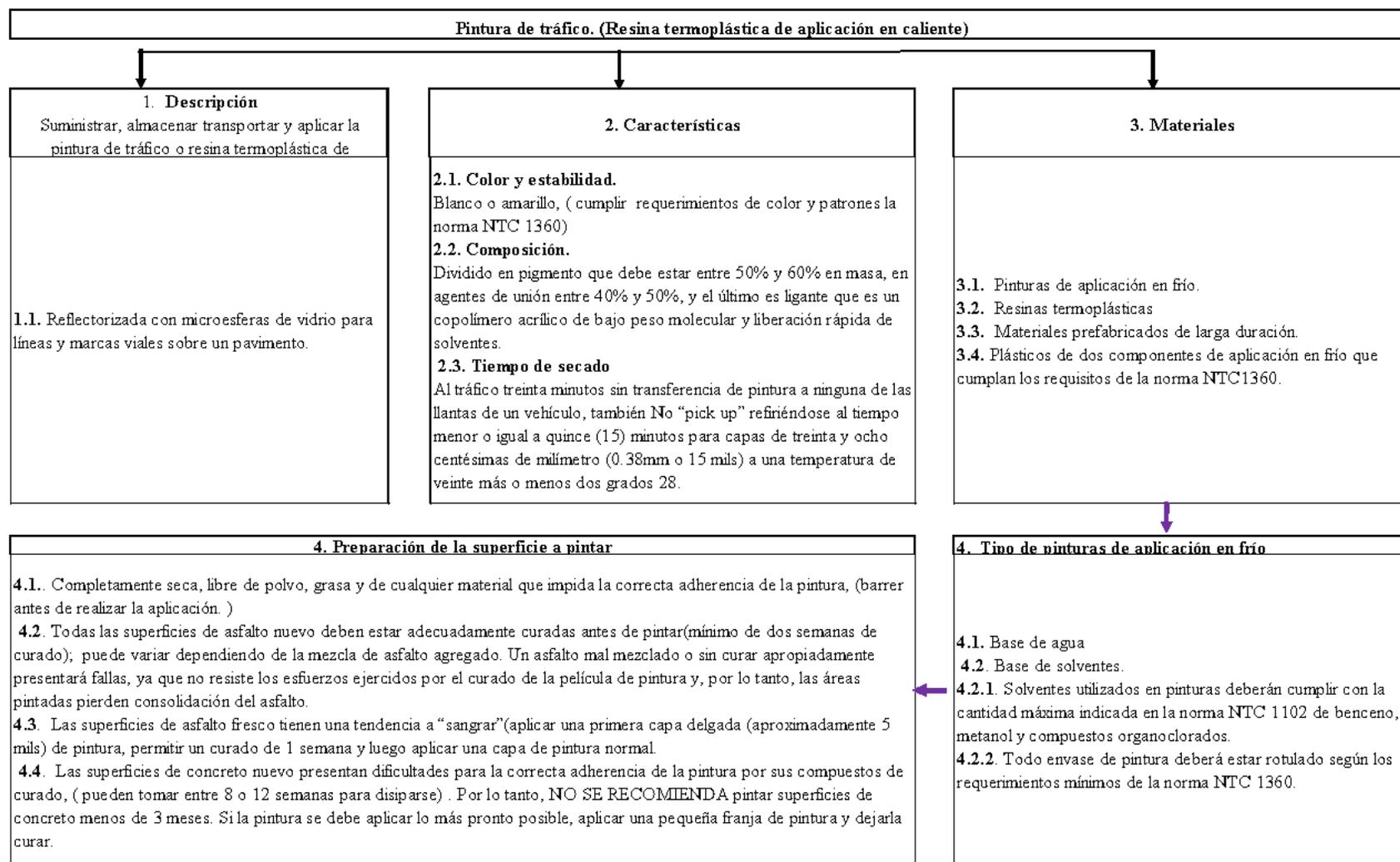


Figura 14. Pintura de tráfico. (Resina termoplástica de aplicación en caliente)

Fuente. Adaptación propia a partir de: **Fuente.** (Mintransporte, 2020) en Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y Ciclorrutas de Colombia

#### 4.3.10. Fluorescencia

“La fluorescencia es un fenómeno por el cual algunas sustancias tienen la capacidad de absorber luz a una determinada longitud de onda, por lo general en el rango ultravioleta, y luego emiten luz en una longitud más larga. (...) Este proceso es casi inmediato, la luz es recibida y vuelta a emitir en millonésimas de segundo, por lo tanto, podemos decir que la fluorescencia dura tanto como el estímulo, ya que cuando este cesa, también cesa el fenómeno de fluorescencia”.

(Pintuco, 2020) Como se citó en (Polanía, Arroyave, 2016)

#### 4.3.11. Datos técnicos Pintutráfico plástico en frío llana

Tabla 6. Datos técnicos Pintutráfico plástico en frío llana

Dato técnico	Característica
Aglutinante	resina acrílica activa
Gravedad específica	1.99kg / L
Sólidos volumétricos	98%
Sólidos en peso	98%
Compuesto orgánico volátil	No
Tasa de difusión teórica	-3.5 kg / (el área de puntos representó el 60%, espesor de la película húmeda de 1 mm)
	Velocidad de secado < 20 minutos (25)
Endurecedor	polvo / líquido
Color	blanco amarillo
Almacenamiento	Seco, fresco, aglutinante y endurecedor deben almacenarse por separado

Fuente. (Pintuco, 2020) Como se citó en (Polanía, Arroyave, 2016)

#### 4.4. Marco legal

La tabla 7 presenta, las leyes, decretos y normas que se deben utilizar en cuanto a señalización vial en Colombia de acuerdo al Manual de tránsito, Leyes, resoluciones y Normas técnicas colombianas de señalización,

Tabla 7. Leyes, resoluciones y Normas técnicas colombianas, (demarcación pavimentos)

Título	Objeto	Número Ley, Resolución o Norma
Manual de señalización vial	regular el tránsito en las vs del territorio colombiano.	Resolución 0001885-2015
Pinturas para	Especificaciones, requisitos y métodos de ensayo en laboratorio,	NTC 1360-2011

demarcación de pavimentos.	que debe cumplir la pintura empleada para la para la señalización en las vías	
Pinturas en frío para demarcación de pavimentos	Requisitos que deben cumplir las pinturas, empleadas para la señalización en las vías	NTC 1360-1: 1999, (cuarta actualización)
Pinturas. Pinturas para demarcación de pavimentos.	Establecer el criterio de selección de una pintura para la para la señalización en las vías y posterior verificación.	NTC 1360-2:1994. (Tercera actualización)
Láminas retrorreflectiva para control de tránsito	Requisito para lámina flexible, retrorreflectiva, microprismática, con microesferas de vidrio reflectora, no expuestas, diseñadas para uso en señales de control de tráfico, delineadores, barricadas y otros dispositivos	NTC 4739-2011
Marcadores retrorreflectantes elevados para pavimento, no removibles de tipo duración extendida (tachas)	Dispersiones y recomendaciones para la utilización de Marcador retrorreflectante elevado para pavimento, no removibles de tipo duración extendida (tacha)	NTC 4745 (Segunda actualización) -2011
Materiales para demarcación de pavimentos. Termoplástico retrorreflectivo blanco y amarillo (forma sólida)	Establece los requisitos mínimos para el termoplástico con material retrorreflectivo que se aplica sobre la superficie de la vía en estado fundido por medios mecánicos y con aplicación superficial de microesferas de vidrio, el cual después del enfriamiento a la temperatura normal del pavimento produce una película adherente retrorreflectiva con espesor y ancho específicos, capaz de resistir la deformación debida al tráfico.	NTC 5867-2011
Materiales para demarcación de pavimentos. Laminado elastoplástico (cintas preformadas) para señalización. Requisitos y métodos de ensayo	Define los requisitos mínimos para suministro y aplicación de laminado elastoplástico (cintas preformadas) para señalización vial horizontal longitudinal y transversal, incluyendo demarcaciones de palabras, símbolos, flechas, números y pictogramas	NTC 5868-2011
Materiales para demarcación de pavimentos. Microesferas de vidrio, granulados antideslizantes y mezclas de ambos	Establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales deben someterse las microesferas de vidrio, los granulados antideslizantes, y las mezclas de ambos, para incorporar en materiales de demarcación en premezclado o en postmezclado, empleadas para la demarcación de las vías	NTC 2072 (Primera actualización) - 2011

**Fuente.** (Mintransporte, 2020)

## **Capítulo 5**

### **Objetivos**

#### **5.1. Objetivo general**

Evaluar la viabilidad técnica de utilizar la pintura vial plástico en frío bicomponente para señalización horizontal, permitiendo la disminución de los siniestros viales en el departamento de Risaralda.

#### **5.2. Objetivos específicos**

- 1) Identificar y describir la literatura científica que existe sobre las pinturas viales especiales y específicamente la de plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.
- 2) Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda.
- 3) Analizar de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia el impacto que puede tener la aplicación de pintura vial plástico en frío bicomponente en las vías del departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.

## Capítulo 6

### Justificación

Como parte de la gestión social y cívica, se genera una preocupación por los altos índices de siniestralidad, identificando una alarmante situación vial, sobre la estadística de mortalidad por los acaecidos en las vías del mundo, donde en un gran porcentaje participan las motocicletas, como se evidencian en las estadísticas presentadas tanto por la ONU como por el observatorio de seguridad vial para Colombia específicamente para Risaralda. Por lo cual cualquier medida que permita disminuir la siniestralidad es válida, más aún, viendo que cada día crece el parque de motocicletas de manera significativa.

Ante este crecimiento desmesurado de vehículos transitando por las vías, se deben generar políticas de seguridad vial de tal forma que la aplicación de ellas preserve la vida de los. Una de las causas más comunes, en las que se presentan los siniestros corresponde al derrape o deslizamiento provocando la pérdida de control del vehículo, mucho más si la vía se encuentra húmeda o afectada por otro tipo de material líquido como los aceites, es por ello que la aplicación de pintura en las vías juega un papel importante en evitar dichos.

De acuerdo a lo anterior se justifica, la utilización de la pintura bicomponente convexa planteada en esta investigación, para señalización vial en Risaralda pues permite obtener tracción en las llantas de los vehículos y un sonido que alerte el paso de las llantas sobre la pintura, por lo cual brindar una mayor estabilidad de los automotores, permitiendo generar tracción y mitigar el derrape, generando a su vez por su forma grumosa sonidos de alerta por si se está presentando lo que llamamos un “zigzagueo” o invasión de carril, reconociendo que esta práctica es una de las mayores causales de siniestralidad en la vías. Luego, esta nueva alternativa buscará bajar y mitigar los riesgos, sin contar con los beneficios que para el para el Ministerio de Transporte y

sector de la construcción, contar con una solución que permitirá la disminución de la siniestralidad vial en Colombia.

Los beneficios son la mejoría de la función de marcado, como la reflectividad, la advertencia de choque, la hidrofobicidad, la resistencia a la abrasión, la protección del medio ambiente y la estética, y ahorre la cantidad de pintura, reduzca efectivamente el costo de construcción del marcado.

## Capítulo 7

### Metodología

#### 7.1. Investigación de tipo cuantitativo y descriptivo.

Según, (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), La metodología cuantitativa tiene como objetivo el de examinar información de manera probada para lo cual se apoya de herramientas de tipo estadístico o matemático caso el de este trabajo que requiere de herramientas como las que ofrece Excel para el desarrollo de algunos de sus componentes.

“Sus características más relevantes son que: mide fenómenos, utiliza estadística, prueba hipótesis, hace análisis de causa-efecto y su proceso es secuencial deductivo, probatorio y analiza la realidad objetiva”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pp, 38 – 73)

Su componente es también a la vez descriptivo al identificar peculiaridades de investigación, señalando elementos y particularidades de este, estableciendo causas concretas y comprobando la asociación entre variables de investigación, pero como aparecen realmente sin que estas sean alteradas. (p, 76) Por lo descrito en estos autores, la investigación acá planteada se enmarca en dicha metodología

#### 7.2. Instrumentos requeridos en la recolección de datos

##### 7.2.1. Fuentes Primarias

- Entrevistas
- Análisis bibliográfico
- Registros fotográficos

##### 7.2.2. Secundarias

- Libros
- Revistas científicas
- Tesis de grado
- Manuales, leyes, decretos y Normas

### 7.3. Fases del proyecto

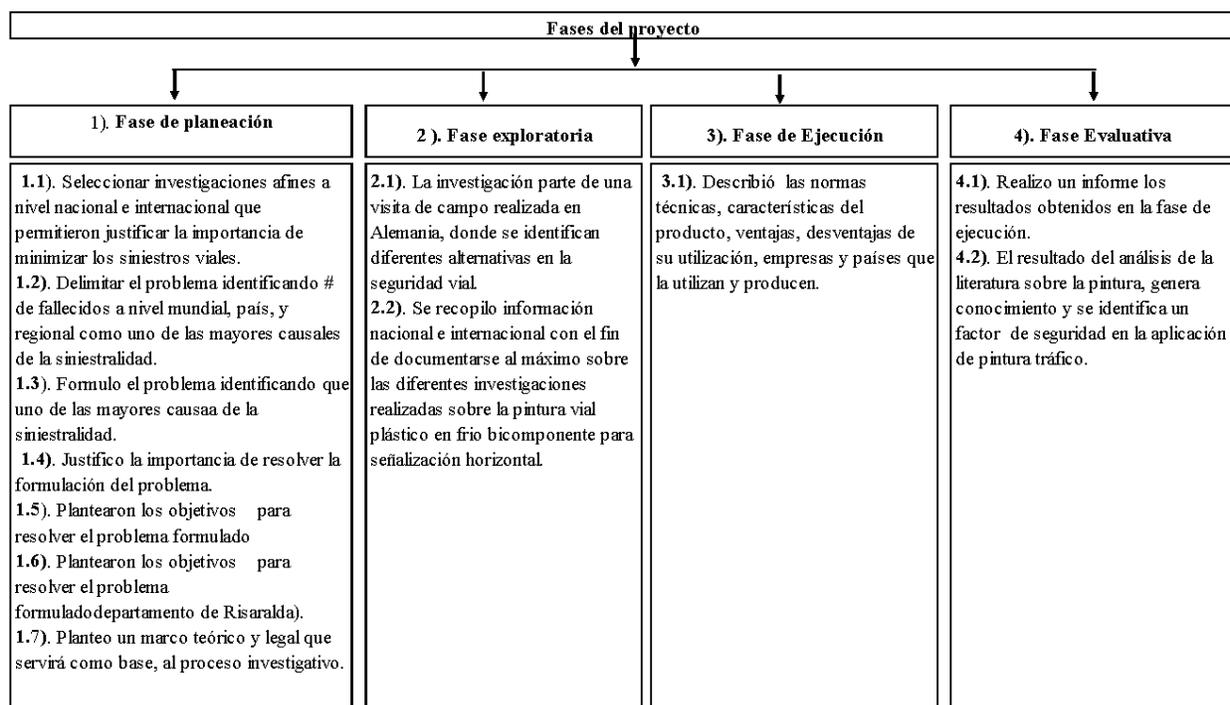


Figura 15. Fases del proyecto

Fuente. Elaboración propia

## 7.4. Procedimiento metodológico

Los procedimientos para logra resolver los objetivos específicos, se presentan en la figura

16.

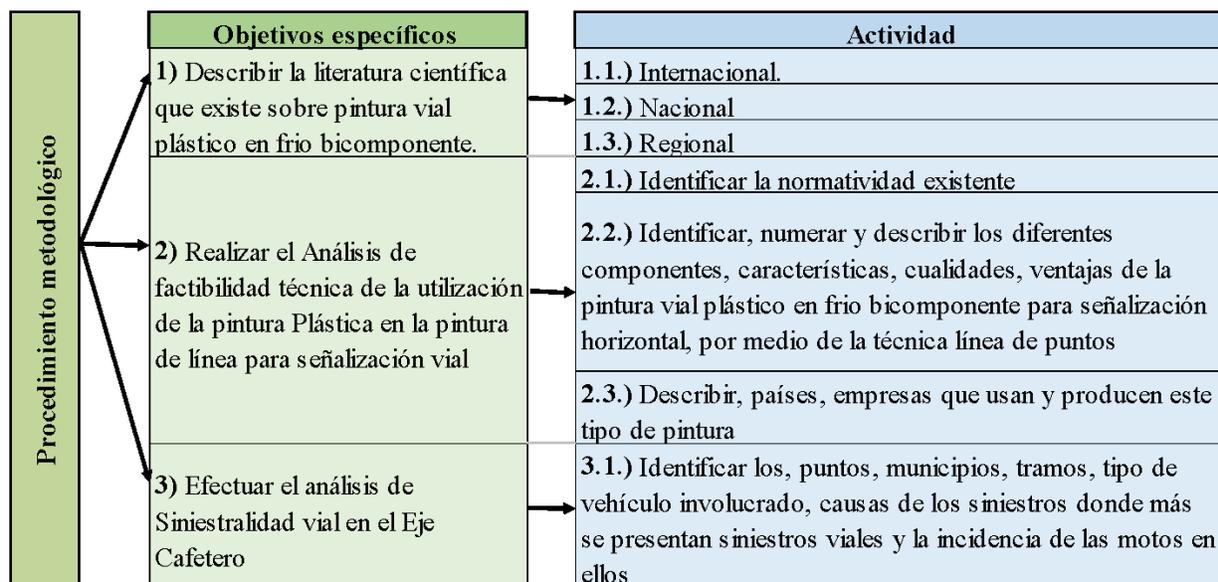


Figura 16. Procedimiento metodológico

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8. Procedimientos variables del Objetivo 1

1) Identificar y describir la literatura científica que existe sobre las pinturas viales especiales y específicamente la de plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
<b>Literatura científica</b>	Pintura vial plástico en frío bicomponente para señalización horizontal, por medio de la técnica línea de puntos	# Trabajos relacionados / # de trabajos investigados reales vía	Web, Repositorio	<b>Primarias:</b> Observación <b>Secundarias</b> Empresas productoras
<b>Factibilidad técnica</b>	Características, datos técnicos, utilidades, Pintura vial plástico en frío bicomponente	Datos obtenidos	Normas, Manuales, y documentos técnicos	<b>Primarias:</b> Observación <b>Secundarias</b> Empresas productoras

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. Procedimientos variables del Objetivo 2

2) Analizar la siniestralidad vial de acuerdo al tipo de actor vial en el departamento de Risaralda.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
<b>Análisis de siniestralidad vial</b>	Descripción en el Eje cafetero por departamento y vías más importantes	# de siniestros por departamento / # siniestros totales Eje Cafetero # de siniestros por tipo de auto / # siniestros totales Eje Cafetero por auto # de siniestros por causa probable / # siniestros totales Eje Cafetero por causa probable	Excel	<b>Primarias:</b> Observación <b>Secundarias</b> <b>Superintendencia de Transporte,</b> A.N.S.V., O.N.S.V, A.N.I.

Tabla 10. Procedimientos variables del Objetivo 3

3) Análisis de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia y el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente en el departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
<b>Análisis de viabilidad</b>	Técnica	# de procesos necesarios, necesaria para la utilización Pintura vial plástico en frío bicomponente	Flujograma	<b>Primarias:</b> Observación <b>Secundarias</b> Empresas productoras
		Características y Ventajas	Mapa conceptual	

Fuente. Elaboración propia

## Capítulo 8

### Resultados obtenidos

#### **8.1. Identificar y describir la literatura científica que existe sobre la pintura vial plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.**

A nivel científico es poca casi nula la literatura presentada por investigadores sobre la pintura vial plástico en frío, solamente se evidenciaron algunos trabajos en Colombia, España, Perú y Ecuador que tiene que ver con la propuesta acá planteada. Para ello, se describieron las características especiales de la pintura vial plástico en frío bicomponente, características, ventajas y método más utilizados, para ello se elaboró una tabla con base a la información obtenida de los fabricantes de dichas pinturas. El objetivo tiene tres componentes: Normas utilizadas a nivel mundial, Identificar las empresas productoras de pintura vial plástico en frío en el mundo y describir los trabajos más importantes que sobre este tipo de pintura se han realizado en diferentes países.

##### **8.1.1. Describir las normas de la señalización horizontal en especial: Tipos de pinturas, especificaciones técnicas, métodos y equipos utilizados en su aplicación. Colombia**

<b>Manual de señalización Vial. 2015 de marcas planas Especificaciones técnicas de la señalización horizontal</b>
<b>1). Materiales de las demarcaciones planas</b>
a) Utilizar, con distintas características, durabilidad y métodos de instalación
b) Considerar características nocivas para la salud de las personas y el medio ambiente, que presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento.
c) Aplicarlos en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas.
<b>2). Color de las demarcaciones planas</b> Señalización plana debe ser blanca amarilla, azul o rojas.
<b>Retroreflexión de las demarcaciones planas</b>
a) Señalización debe ser visible en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, por ello se elaboran con materiales apropiados, incluyendo retroreflectivos como microesferas de vidrio, lentes prismáticos, o similar y se someten a procedimientos que aseguran su retroreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.
b) Deben cumplir la NTC 4744-3 sobre retroreflexión inicial y tiempo, o la actualización adoptada por el Ministerio de Transporte.
c) Se exceptúan del requisito anterior las líneas que delimitan estacionamiento (ver sección 3.17), y líneas de eje central y de borde en ciclovías. Para pictogramas y textos se pueden permitir valores de retroreflexión inferiores a los aquí establecidos.
<b>3). Contraste</b>
a) Para la adecuada visibilidad diurna de una demarcación plana se requiere que ésta se destaque de la superficie de la vía, por ello se define una relación de contraste mínima entre la demarcación y el pavimento.
b) Tener en cuenta el cambio de color con el tiempo de las pinturas ocasionadas, por desgaste de la superficie en pavimento de asfalto, por el envejecimiento del ligante. (cambian de color negro a gris)
<b>4). Resistencia al deslizamiento</b>
La señalización plana debe presentar una resistencia al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre ella sin riesgo. Esta condición está directamente relacionada con su coeficiente de rozamiento, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la demarcación. Por lo anterior, el coeficiente de rozamiento de las señales planas cumplir con la norma ASTM E.303 con ensayos a 0° y 45°.

Figura 17. Normatividad y Metodología de la señalización horizontal (Colombia)

Fuente. (Manual de señalización vial. 2015)

<b>Norma técnica Colombiana NTC</b>
<b>1). P1360-1. Pinturas en frío para demarcación de pavimentos.</b> Requisitos que debe cumplir la pintura, empleada para la señalización vial.
<b>2). 1360:2011. Pinturas para demarcación de pavimentos.</b> Requisitos y métodos de ensayo en laboratorios, maquinas que se debe utilizar en la aplicación de las demarcaciones que debe cumplir la pintura empleada para la señalización vial.
<b>3). 5867:2011. Materiales para demarcación de pavimentos. Termoplástico retrorreflectivo blanco y amarillo (forma sólida).</b> Requisitos mínimos que se aplica sobre la superficie de la vía en estado fundido por medios mecánicos y con aplicación superficial de microesferas de vidrio.
<b>4). 4744 - 1. Aplicación de materiales para la demarcación horizontal de pavimentos.</b>
a) Establece requisitos mínimos que deben cumplir y los criterios de selección.
b) Retrorreflectividad en la señalización horizontal de pavimentos
c) Requisitos mínimos que deben cumplir las máquinas utilizadas empleadas en la aplicación de materiales
<b>5). 4744 - 2. Especificaciones técnicas de la señalización horizontal</b>
a) Requisitos mínimos que deben cumplir los materiales usados en la señalización vial y los criterios de selección.
b) Establece metodologías del suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, reflectorizada con microesferas de vidrio para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y colores que indiquen los planos del proyecto o establezca el Interventor.
c) Utilizar resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de <b>dos componentes de aplicación en frío</b> , en la demarcación de carreteras con superficie de calzada en buen estado y TPD superior a 5000 veh.
d) Igualmente se deberá utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con TPD superior a (2500 veh.). Las demás demarcaciones se harán con pinturas de aplicación en frío. En calles o vías urbanas, la entidad encargada de la construcción o del mantenimiento podrá aplicar cualquiera de los materiales especificados.
<b>e) Materiales</b>
i) Utilizar resinas termoplásticas o materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos componentes de aplicación en frío, en señalización de carreteras (superficie de calzada en buen estado), tránsito promedio diario superior a (5000 veh.).
ii) Utilizar estos materiales en las líneas centrales, en carreteras de tipo montañoso en buen estado, con TPD superior a (2500 veh.).
iii) Las demás señalizaciones se harán con pinturas de aplicación en frío.
iv) Constructores o administradores de la vía pueden aplicar cualquiera de los materiales especificados.
v) <i>Pintura de aplicación en frío</i> Las pinturas de aplicación en frío debe cumplir con la norma técnica colombiana NTC 1360-1.
vi) Las entidades contratantes deberán exigir a los contratistas la certificación de cumplimiento de dicha norma, expedida por el proveedor de la pintura

Figura 18. Normas técnicas Colombianas NTCs

Fuente. (ICONTEC. 4744 NTC -3, 2009)

Las figuras 17 y 18 describe las normas, regulaciones, prohibiciones, limitantes y componte técnicos de la señalización vial y uso de pinturas especiales en frio especificaciones técnicas de la señalización horizontal para Colombia

<b>4744 -3. Aplicación de materiales para la Demarcación de pavimentos.</b>
Establece los requisitos mínimos, métodos de medición, controles antes y después de la aplicación, para la retroreflectividad en seco de las demarcaciones horizontales de pavimentos
<b>NTC 1360:2011 Métodos pinturas para demarcación de pavimentos. Especificaciones</b>
NTC 1360:2011 Métodos pinturas para demarcación de pavimentos. Especificaciones. Pinturas para demarcación de pavimentos. Establece requisitos y métodos de ensayo en laboratorios, que debe cumplir la pintura empleada para la demarcación de pavimentos.
<b>a) Máquina de marcadora.</b> Conjunto de elementos que permiten aplicar uno o varios materiales para demarcación vial simultáneamente sobre una vía o zona, controlando su dosificación
<b>b) Máquina de marcadora manual.</b> La tracción la ejerce una persona quien la ópera, permitiendo la ejecución de pequeñas obras como demarcación en intersecciones, reparaciones cortas, parqueaderos, espacios cerrados y para aplicación de marcas viales como símbolos, letreros, pasos peatonales, pictogramas, entre otros
<b>c) Máquina demarcadora autopropulsada.</b> Compacta que cuenta con chasis y motor propio y una serie de elementos interconectados que permiten aplicar materiales, con el fin de constituir una demarcación vial
<b>d) Máquina de marcadora montada.</b> Serie de componentes ensamblados sobre un vehículo de carga, diseñados para autonomías altas que permiten aplicar materiales, con el fin de constituir una demarcación vial.
<b>e) Máquina de marcadora hidráulica.</b> Máquina que emplea para su funcionamiento las propiedades de un fluido incompresible o que se comporta como tal, debido a que su densidad en el interior del sistema no sufre variaciones importantes, emplea para su funcionamiento el aire comprimido

Continuación Figura 18. Normas técnicas Colombianas NTCs

### Métodos de aplicación pintura vial plástico en frio bicomponente, equipos y máquinas utilizados



Máquina demarcadora vial.



Máquina demarcadora manual



Máquina demarcadora autopropulsada



Máquina demarcadora montada

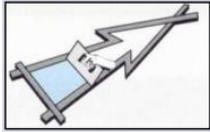


Máquina demarcadora hidráulica



Máquina demarcadora manual Hidráulica

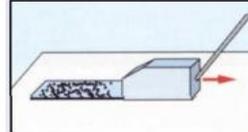
### Otros métodos utilizados de aplicación pintura vial plástico en frio bicomponente



Llana o espátula



Spray (Bicomix)



Caja de arrastre



Plástico de dos componentes

Figura 19. Métodos de aplicación pintura vial plástico en frio bicomponente, equipos y máquinas utilizados

**Fuente.** (EyS, 2021), (KEBCO S.A.S. 2021), (Demarca Ca. 2021), (Equipmen Trade USA Corp. 2021), (TECMAPRO. 2015), (Golectures. 2021), (Garbar Pinturas, 2021), (HOFMANN. 2021)



Figura 20. Máquina demarcadora hidráulica, utilizada en Antioquia como muestra

**Fuente.** (Pintuco, 2020)

Figura 20, Muestra la aplicación de pintura bicomponente con maquina hidráulica utilizada para la aplicación de pintura por la empresa colombiana Pintuco y su aliado V&S comercial S.A.S., en un tramo del municipio de Santa Fe de Antioquia.

## 8.1. Describir las normas de la señalización horizontal en especial: Tipos de pinturas, especificaciones técnicas, métodos y equipos utilizados en otros países

### 8.1.1. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, general para el mundo

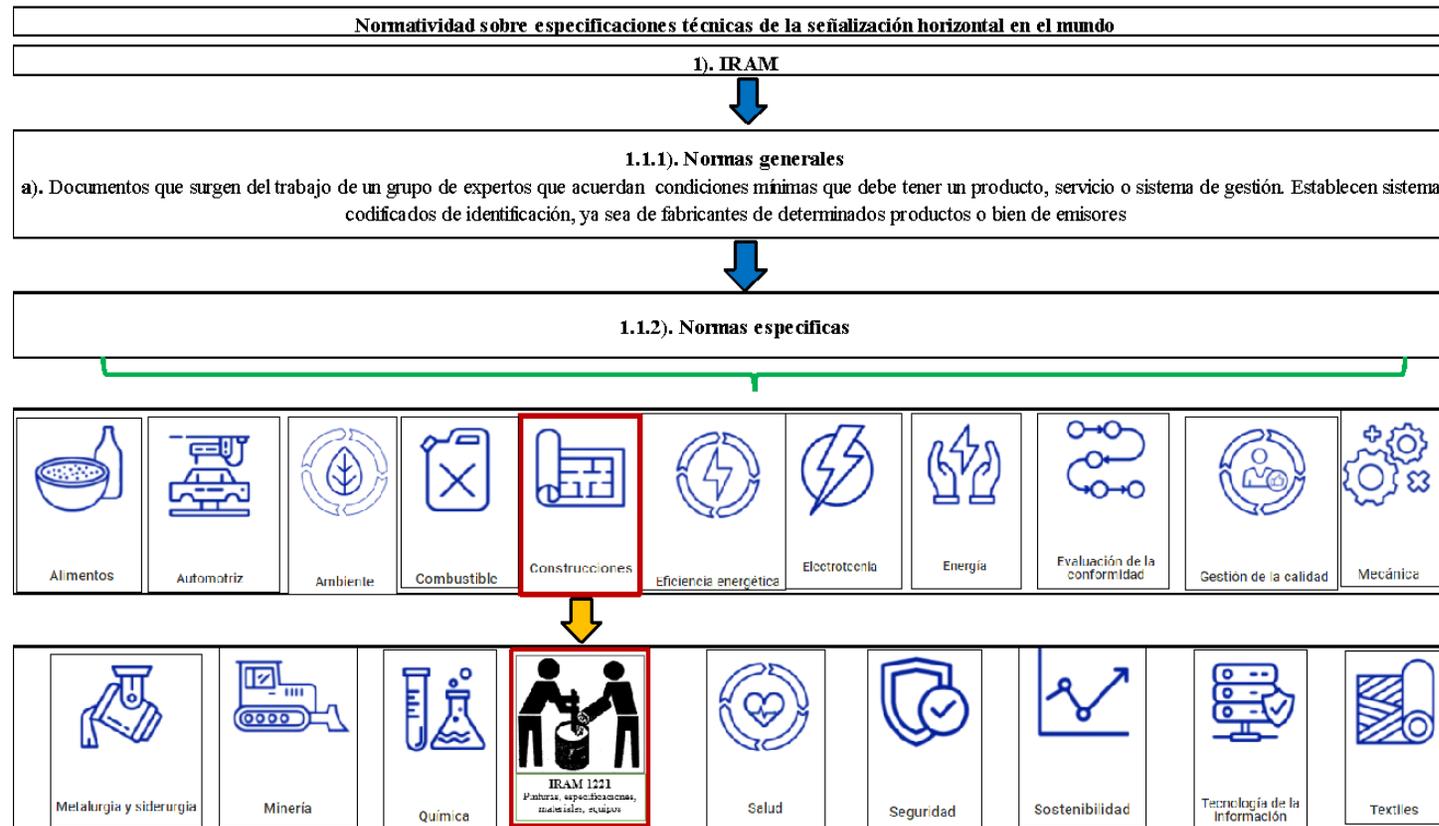


Figura 21. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, general para el mundo

**Fuente.** (Boletín Oficial del Estado. BOE, 2015), (Normalización Española. UNE-EN 1436, 2018), (Carreteros, 2021), (AENOR. DIN EN 1436:2007-10, 2007), (Standards.Iteh, 2008), (IRAM, 2021). (UNE. UNE-EN 1871:2021, 2021)

### 8.1.2. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, EEUU

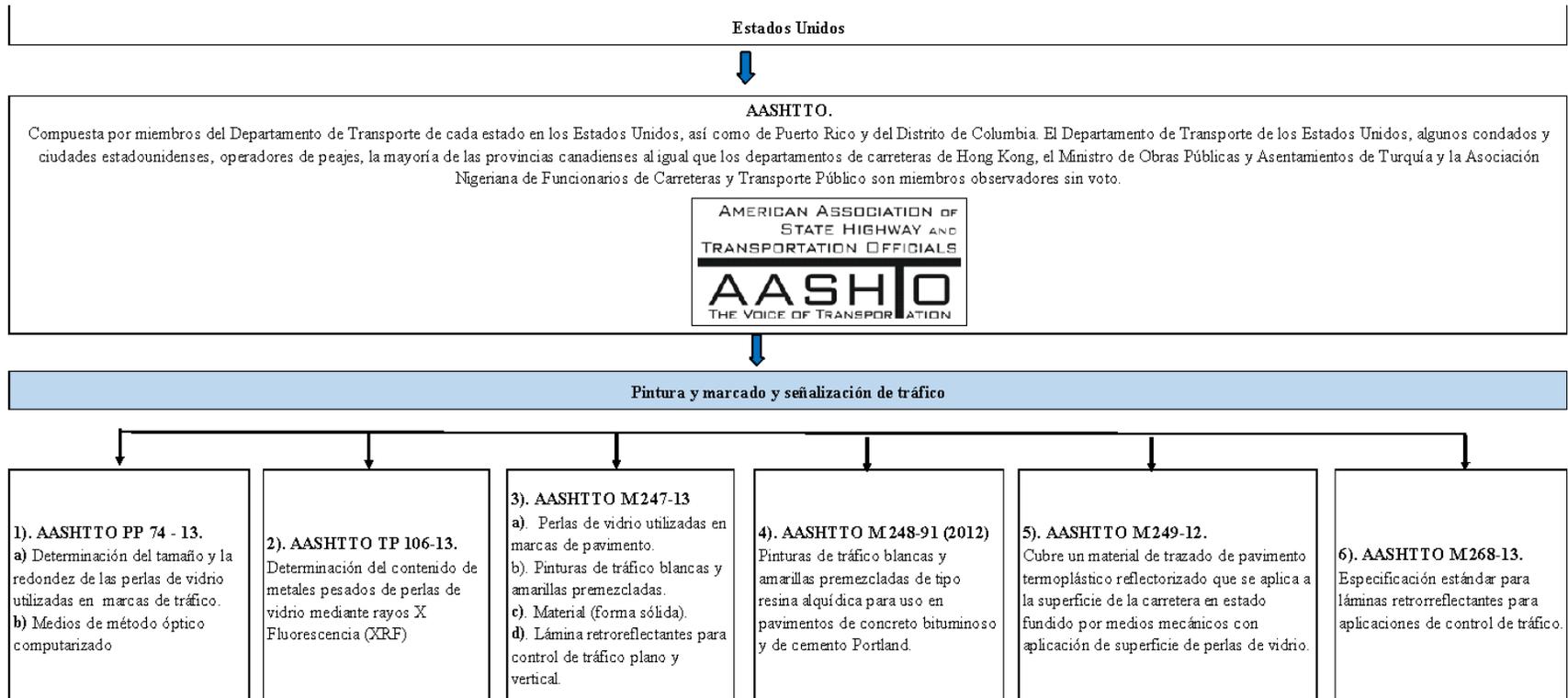


Figura 22. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal. Estados Unidos de América

Fuente. (American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTTO, 2013)

### 8.1.3. Normatividad sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal, CEE (España)

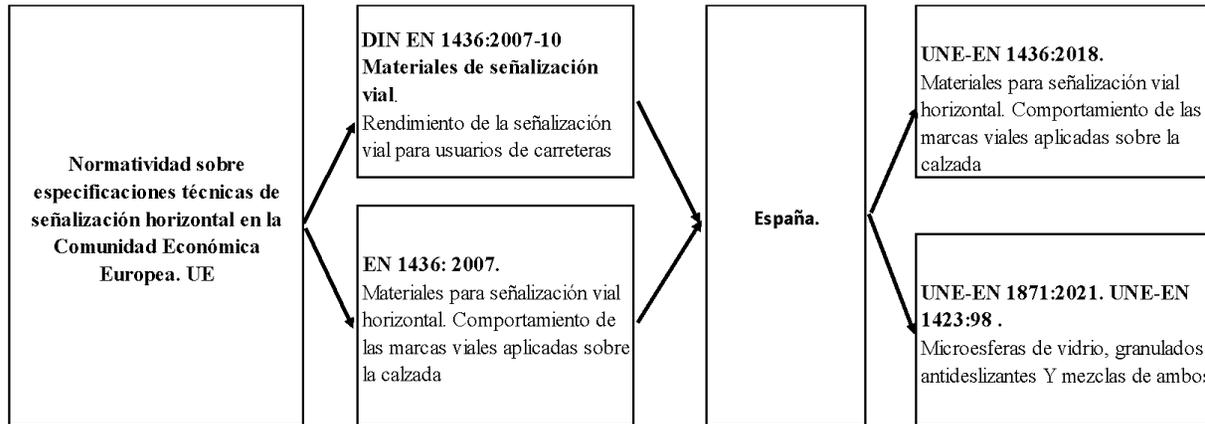


Figura 23. Normatividad y especificaciones técnicas de la señalización horizontal. CEE

**Fuente.** (Boletín Oficial del Estado. BOE, 2015), (Normalización Española. UNE-EN 1436, 2018), (Carreteros, 2021), (AENOR. DIN EN 1436:2007-10, 2007), (Standards.Iteh, 2008), (IRAM, 2021). (UNE. UNE-EN 1871:2021, 2021)

Las figuras 21, 22 y 23, describe la Normatividad y especificaciones técnicas de la señalización horizontal en otros países

#### **8.1.4. Identificar las empresas productoras de pintura vial plástico en frío en el mundo**

En cuanto a productores de pintura de este tipo en el mundo existen muchas a nivel de Europa especialmente en España, Alemania y Dinamarca, a nivel de América, se encuentran solamente en algunos países como USA, Argentina, Colombia, México y Chile otros prefieren realizar importaciones directas por parte de los constructores, en la tabla 18 se describe dichos productores.

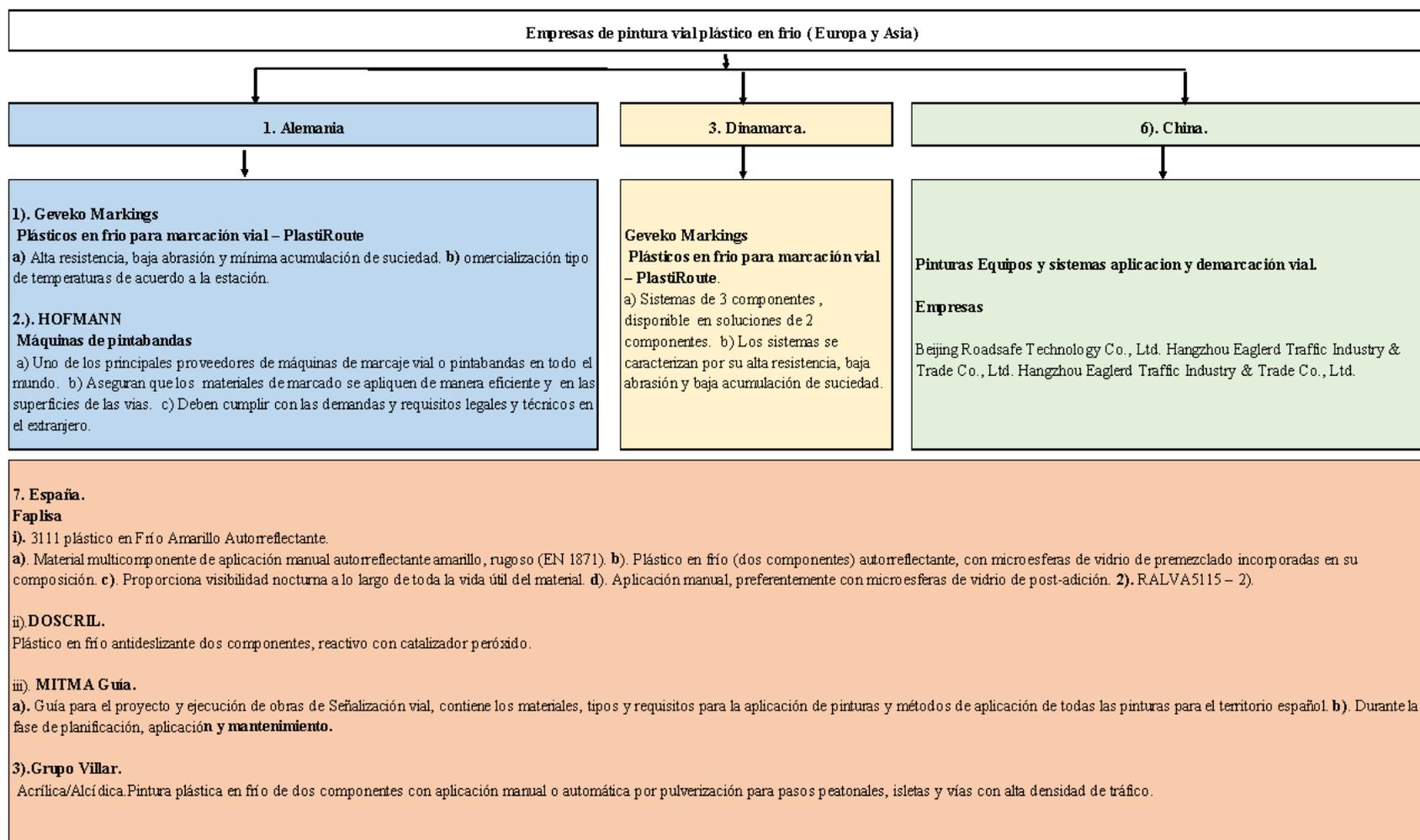


Figura 24. Empresas de pintura vial plástico en frío (Europa y Asia)

**Fuente.** (Garbar Pinturas, 2021), (Hofmann Marking, 2021), (FapLisa, 2021), (E&S Ltda, 2021), (Geveko Markings, 2021), (Pintuco, 2021), (Pintuco, 2021) (RALVA, 2020), (MITMA, 2012), (Global Petroquímica S.A.S, 2021), (Global Petroquímica, 2021) (Geveko Markings, s.f.), (Beijing Roadsafe Technology Co., Ltd., 2021).

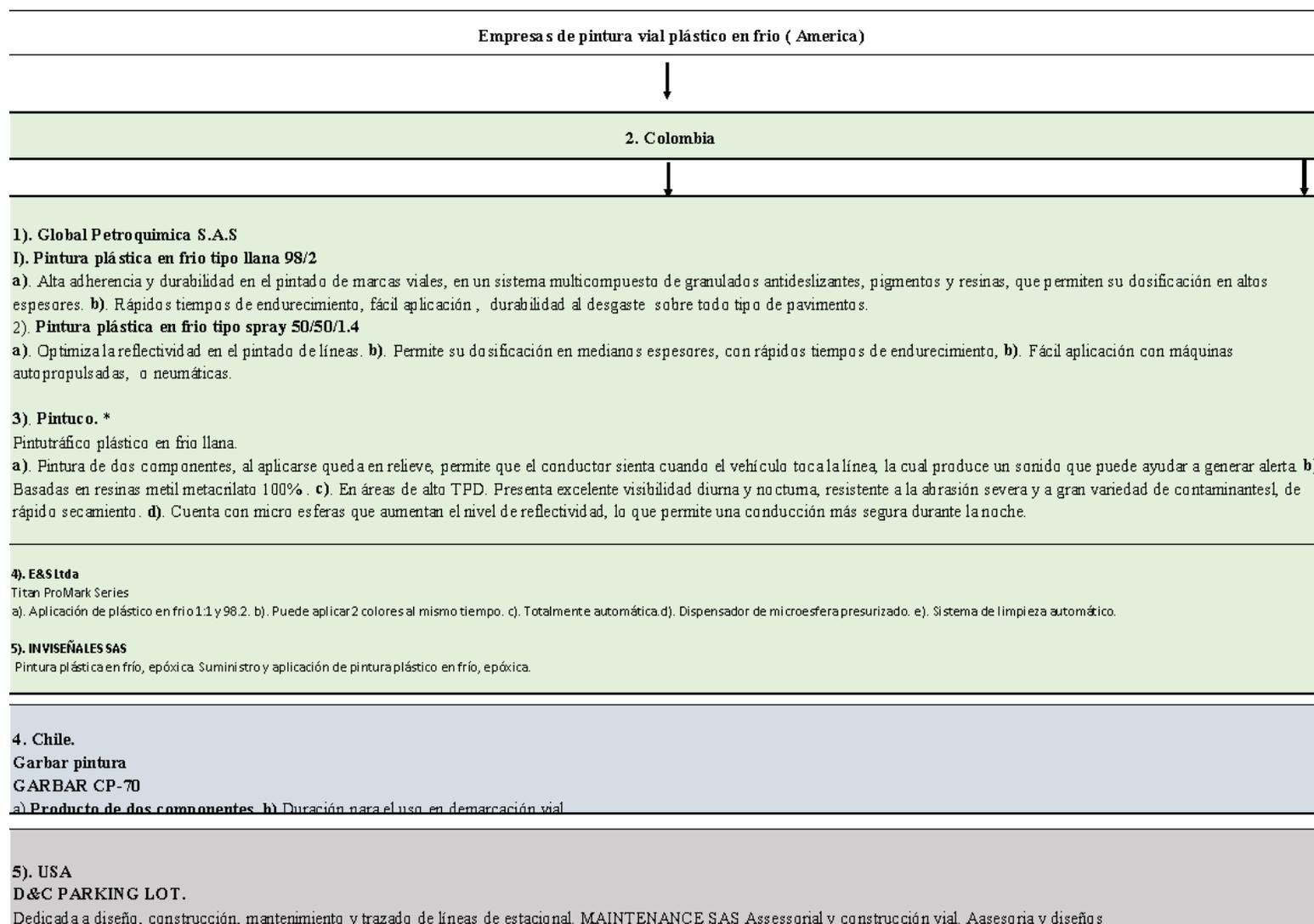


Figura 25. Empresas de pintura vial plástico en frío (Europa y Asia)

**Fuente.** (Garbar Pinturas, 2021), (Hofmann Marking, 2021), (Faplisa, 2021), (E&S Ltda, 2021), (Geveko Markings, 2021), (Pintuco, 2021), (Pintuco, 2021) (RALVA, 2020), (MITMA, 2012), (Global Petroquímica S.A.S, 2021), (Global Petroquímica, 2021) (Geveko Markings, s.f.), (Beijing Roadsafe Technology Co., Ltd., 2021).

La figura 25. Muestra las empresas de pintura vial plástica en frío por países y sus más importantes propiedades y características.

### 8.1.5. Descripción de los tipos de aplicación de plástico en frío y usos en marcas viales dependiendo al tipo



Figura 26. Aplicación con maquina extrusión muestra pintura en Antioquia (Pintuco)

Fuente. (Pintuco, 2021)



Figura 27. Muestra aplicada con llana en Dosquebradas (Playa Rica)

Fuente. Elaboración propia

### 8.1.6. Descripción de trabajos realizados sobre este tipo de pintura en diferentes países.

Tabla 11. Descripción de trabajos realizados sobre este tipo de pintura en diferentes países

Nombre	País	Objetivos y características del trabajo
1) Guía para el diseño e implementación de señalización de Acuerdo al manual de señalización vial,	Colombia	<p><b>b)</b> Realiza un comparativo del Manual de señalización vial (2004), vs Manual de señalización vial (2015), énfasis en cambios presentados, diferencias.</p> <p><b>c)</b> Propone un documento guía para que las empresas, ingenieros y entes de control diseñen e implementen un Plan de Manejo de Tránsito por obra en la ejecución de demarcación vial</p> <p><b>d)</b> Describe las señales y materiales de acuerdo a las Normas NTC 1360, 4744-1 y 5867. Plásticos en frío de aplicación por Spray.</p>
2) Alternativa luminiscente para señalización horizontal		<p><b>a)</b> Plantea un modelo de pintura fotoluminiscente para demarcación.</p> <p><b>b)</b> Presenta los componentes que se requieren que la pintura fotoluminiscente produzca el efecto de fluorescencia</p> <p><b>c)</b> Identifica el grado de deslizamiento, desgaste y la capacidad de carga lumínica de la pintura fotoluminiscente en contrada en ensayo de laboratorio.</p>
3) Evaluar el impacto que tiene la pintura usada en la señalización vial en la durabilidad de los pavimentos		<p><b>a)</b> Describe estándares de daños causados por las tipas pinturas utilizados en señalización vial, en una vía de un municipio de Cundinamarca.</p> <p><b>b)</b> Determinar la extensión real del tipo de daño en las vías de un sector definido del municipio.</p> <p><b>c)</b> Identificar si existe una relación entre el tiempo de implementación de la pintura vs los daños causados.</p>
4) Creación de empresa de señalización y demarcación vial en el departamento del Huila		<p>Propone la Factibilidad del traslado al departamento del Huila, de la empresa D&amp;C Parking Lot Maintenance SAS situada en EEUU, dedicada a la señalización vial.</p>
5) Mejora de la visibilidad de marcas viales por fotoluminiscencia	España	<p><b>b)</b> Utilizando la tecnología de aditivos fotoluminiscentes, en la demarcación para zonas de desvíos provisionales durante obras de mantenimiento.</p> <p><b>c)</b> Reforzando la visibilidad, disminuyendo el tiempo de reacción que minimice el riesgo de siniestros por salidas de calzada al no poder interpretar bien la señalización en la noche.</p> <p><b>d)</b> aplica la norma UN 23035-4:2003 de Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4</p> <p><b>e) Resultados.</b> Para buscar la duración del efecto se debe aportar un espesor suficiente para que actúe a modo de acumulador. Para ganar el volumen requerido se utilizó un árido con efecto fotoluminiscente a (aditivo).</p>
6) Desarrollar una Guía para ejecución de obras de demarcación vial		<p><b>a)</b> Contiene los materiales, tipos y requisitos para la aplicación de pinturas y métodos de aplicación de todas las pinturas para el territorio español en cada una de las fases del proyecto.</p> <p><b>Durante las fases de: planificación, aplicación y mantenimiento.</b></p>
7) Diseño de un hormigón fluorescente para señalización vial	Ecuador	<p>El documento evaluado y editado por (Granja, 2014) coincide con la investigación específicamente en el planteamiento del problema, en cuanto a que tener bien definidas la señalización de las vías, brinda seguridad, permite mayor movilidad y flujos más continuos de tráfico, sin contar con la disminución de la siniestralidad en las vías.</p>

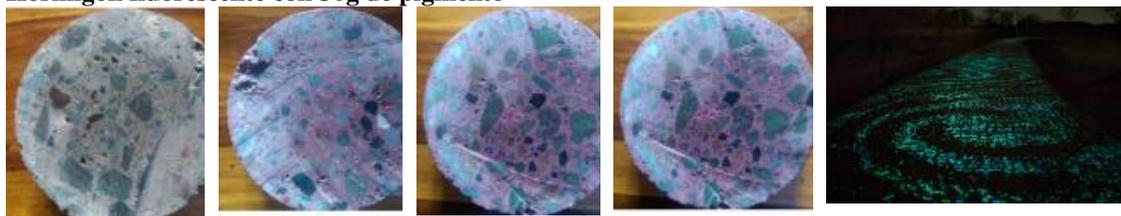
<p><b>8) Emplear normas nacionales para el uso de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma americana TTP-115F, en un departamento de Ecuador</b></p>	<p><b>Perú</b></p>	<p>La investigación, tiene como objetivo el control de calidad de las pinturas de demarcación frente a las pinturas bicomponente. Es importante saber que la implementación de nuevas tecnologías en el campo con pinturas a base de agua, base solvente, termoplásticas, pintura de dos componentes, cintas reflectivas y entre otros productos para señalización vial, y en el cual mediante su estudio se pudo verificar que ellas aplicadas en el pavimento no ofrecen durabilidad y permanencia en obra debido a diferentes factores tales como: fallas en el pavimento, fisuras, desprendimiento, mal estado. (Arroyo, 2017)</p>
<p><b>9) Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada</b></p>		<p>a) Determinar la influencia de la concentración del viniltrimetoxisilano por polimerización como promotor de adherencia y esta resina polimerizada al ser aplicada en pintura satinada la cual da como resultado alta resistencia al frote húmedo.  b) Este método se basa en la norma ASTM D2486-17, Métodos de prueba estándar para la resistencia al frote de pinturas para paredes  c) Al finalizar las pruebas realizadas se concluye que, si influye la concentración del VTMO en la formulación de la resina como promotor de adherencia en la pintura, siendo 0.35% la concentración óptima, ya que a mayores concentraciones tiende a afectar la estabilidad de ésta y no mejora los ciclos en la resistencia al frote.</p>

**Fuente.** (Contreras & Niño, 2017), (Casanova, 2019), (MITMA, 2012), (Granja, 2014), (Arroyo, 2017), (Polania & Arroyave, 2016), (Polania & Arroyave, 2016), (Simpertegui, 2019), (Ramírez V. G., 2013), (Barrientos & León, 2019)

La Tabla 11. Describe algunas características de trabajos realizados sobre este tipo de pintura en diferentes países, y la figura

28 muestra ejemplos de ampliación de este material en superficies asfálticas.

#### Hormigón fluorescente con 30g de pigmento



Hormigón fluorescente con 30g de pigmento

Hormigón fluorescente con 60g de pigmento

Hormigón fluorescente con 90g de pigmento

Hormigón fluorescente con 500g de pigmento

Ejemplo de aditivo luminescente empleado en decoración de jardines

*Figura 28. Hormigones fluorescentes con diferente pigmento*

**Fuente.** Adaptación a partir de (Granja, 2014), (Casanova, 2019)

#### Pruebas de laboratorio

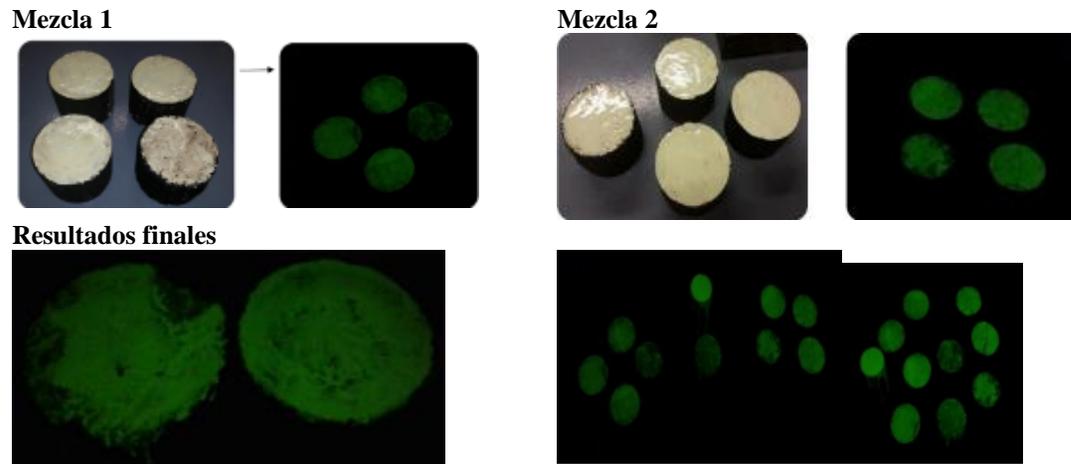


Figura 29. Pruebas de laboratorio

Fuente. Adaptación a partir de (Polania & Arroyave, 2016)

## 8.2. Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda.

Para iniciar el proceso de resolución de este objetivo se investigó en diferentes fuentes la siniestralidad vial presentada en el departamento de Risaralda, para ello se apoyó en los informes emitidos por las empresas encargadas para ello de acuerdo al Ministerio de Transporte de Colombia:

- 1) Agencia Nacional de la Seguridad Vial. ANSV
- 2) Observatorio Nacional de la Seguridad Vial. ONSV

La información recolectada se tabulo en Excel (Ver tabla # 17), y posteriormente se realizaron gráficos que fueron descritos en el capítulo de análisis de resultados

Tabla 12. Fallecidos Risaralda, según actor vial. 2017 - 2021\*

Fallecidos Risaralda, según actor vial. 2017 - 2021*										
	2019		2018		2017		2020		* 2021	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
<b>Conductor motociclista</b>	62	47%	49	37%	50	40%	41	45%	3	38%
<b>Peatón</b>	48	36%	54	41%	45	36%	35	38%	3	38%
<b>Usuario de bicicleta</b>	9	7%	14	11%	8	6%	7	8%	2	25%
<b>Conductor vehículo</b>	11	8%	6	5%	10	8%	5	5%		
<b>Sin información.</b>	0	0%	4	3%	7	6%	2	2%		
<b>Conductor transporte de carga</b>	0	0%	3	2%	3	2%	0	0%		
<b>Pasajero de vehículo</b>	1	1%	2	2%	2	2%	0	0%		
<b>Otros usuarios</b>	1	1%	0	0%	0	0%	1	1%		
<b>Total</b>	<b>133</b>	<b>100%</b>	<b>132</b>	<b>100%</b>	<b>125</b>	<b>100%</b>	<b>92</b>	<b>100%</b>	<b>8</b>	

Fuentes. ANI, SUPERTRANSPORTE (2021)

Nota: \*Año 2021. Solo la siniestralidad de enero

La Tabla 12. Presenta la tabulación de la información recogida sobre los siniestros presentados en el departamento de Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021\*

Para describir los siniestros de acuerdo a cada una de las vías más importantes a nivel nacional que atraviesan el departamento, se apoyó la investigación en la información de algunas empresas encargadas del transporte en Colombia, otra suministrada por las concesionarias o administradores entre ellas están:

- 1) Agencia Nacional de la Infraestructura.ANI
- 2) Superintendencia de Transporte
- 3) Instituto Nacional de Vías. INVIAS.

La información recolectada fue tabulada y graficada en Excel del cual posteriormente se realizó su análisis, información que se puede ver en la tabla 19 y 20. En cuanto a la situación real de la infraestructura de las vías más importantes que atraviesa el departamento, se apoyó esta investigación, en los trabajos sobre auditoría en seguridad vial que estudiantes de universidades de la región han realizado sobre la situación de dichas vías. como las realizadas por las universidades: Antonio Nariño. (UAN), sede Pereira y la Universidad Nacional. UN, sede Manizales

Tabla 13. Siniestralidad por tipo de vehículos algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %)

Siniestralidad por vía del departamento de Risaralda	Total, Siniestros	Heridos		Muertos		Siniestralidad por tipo de vehículos algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020											
						Moto (1)	Automóvil (2)	Camión (3)	Bicicleta (4)	Bus (5)	Otro (6)						
		#	%	#	%	#	%	#	%	%	#	%	#	%			
Cerritos La Virginia (1)	2,182	2,114	28%	68	26%	31	32%	16	27%	16%	8	24%	6	5	25%	2	12%
Armenia Pereira (2)	1,803	1,746	23%	57	22%	21	22%	14	23%	22%	6	18%	8	7	35%	1	6%
Pereira Santa Rosa (3)	1,274	1,231	16%	43	16%	15	16%	12	20%	11%	8	24%	4	2	10%	2	12%
La Virginia Asia (4)	1,156	1,126	15%	30	11%	7	7%	5	8%	19%	4	12%	7	3	15%	4	24%
La Paila Condina (5)	1,005	982	13%	23	9%	10	10%	6	10%	3%	3	9%	1	1	5%	2	12%
La Virginia - Ansermanuevo (6)	58	33	0%	25	9%	7	7%	2	3%	16%	4	12%	6	1	5%	5	29%
La Virginia a Apia (7)	24	6	0%	18	7%	5	5%	5	8%	14%	1	3%	5	1	5%	1	6%
<b>Total</b>	<b>7,502</b>	<b>7,238</b>	<b>96%</b>	<b>264</b>	<b>4%</b>	<b>96</b>	<b>36%</b>	<b>60</b>	<b>23%</b>	<b>14%</b>	<b>34</b>	<b>13%</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>8%</b>	<b>17</b>	<b>6%</b>

Fuente. Adaptación propia a partir de Agencia Nacional de la Infraestructura.ANI, Superintendencia de Transporte, Instituto Nacional de Vías. INVIAS. (2021)

La Tabla 13. Muestra la Siniestralidad por tipo de vehículos en algunas vías nacionales que cruzan por el departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %)

Tabla 14. Causas probables de los accidentes algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %)

Siniestralidad por vía del departamento de Risaralda	Causas probables de los accidentes algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %)																			
	Velocidad		Desconocida		Imprudencia conductora.		Imprudencia peatón		Impericia		Falla Mecánica		Clima		Invasión de Carril		Animal en la vía		Otros	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Cerritos La Virginia (1)	27	26%	3	33%	8	18%	13	52%	4	14%	0	0%	5	31%	5	36%	1	33%	2	50%
Armenia Pereira (2)	20	19%	1	11%	10	22%	2	8%	8	29%	2	15%	8	50%	4	29%	1	33%	1	25%
Pereira Santa Rosa (3)	17	16%	3	33%	7	16%	5	20%	6	21%	3	23%	1	6%	1	7%	0	0%	0	0%
La Virginia Asia (4)	14	13%	0	0%	7	16%	2	8%	5	18%	1	8%	0	0%	1	7%	0	0%	0	0%
La Paila Condina (5)	10	10%	0	0%	5	11%	0	0%	3	11%	1	8%	1	6%	2	14%	0	0%	1	25%
La Virginia - Ansermanuevo (6)	8	8%	2	22%	4	9%	2	8%	2	7%	3	23%	1	6%	0	0%	1	33%	0	0%
La Virginia a Apia (7)	9	9%	0	0%	4	9%	1	4%	0	0%	3	23%	0	0%	1	7%	0	0%	0	0%
<b>Total</b>	<b>105</b>		<b>9</b>		<b>45</b>		<b>25</b>		<b>28</b>		<b>13</b>		<b>16</b>		<b>14</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	

Fuente. Adaptación propia a partir de Agencia Nacional de la Infraestructura.ANI, Superintendencia de Transporte, Instituto Nacional de Vías. INVIAS. (2021)

La Tabla 14. Muestra las causas probables de los siniestros en algunas vías nacionales que cruzan por el departamento de Risaralda 2018 - 2020 (No - %)

La tabla 13y la 14 muestran las fatalidades ocurridas en siniestros viales en el departamento de Risaralda según actor vial implicado y en la cual se puede apreciar que el año 2019 fue el de mayor siniestralidad y en el cual la motos son los primeros actores con 62 fallecidos y un 47%, , seguido de peatón con 48 y un 36% , sigue el año 2018 con 54 peatones fallecidos y un 41%, , seguido de motos con 49 y un 37%, en el año 2017 las motos son los primeros actores con 50 fallecidos y un 38%, , seguido de peatón con 45

y un 34% , el año 2020 las motos son los primeros actores con 41 fallecidos y un 31% , , seguido de peatón con 36 y un 26%, para el año 2021 , continúa la tendencia con 12 fallecidos en motos correspondientes al 9%1 seguido de peatones con 9% , los datos anteriores presagia que el año 2021 será igual o superior en siniestros a los años anteriores mostrando que las motos serán las de mayor siniestralidad seguida de los peatones.

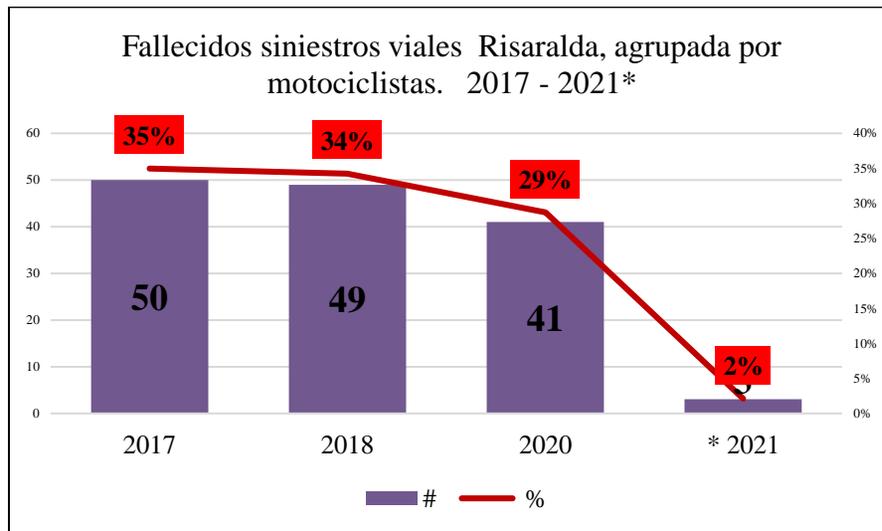


Figura 30. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, por motos. 2017 - 2021\*

**Nota:** \*Año 2021. Solo la siniestralidad de enero

### 8.2.1. Siniestralidad vial del departamento de Risaralda.

La figura 30, presenta la siniestralidad que se presentó en el departamento de Risaralda, datos recopilados hasta el año curso (enero 202).

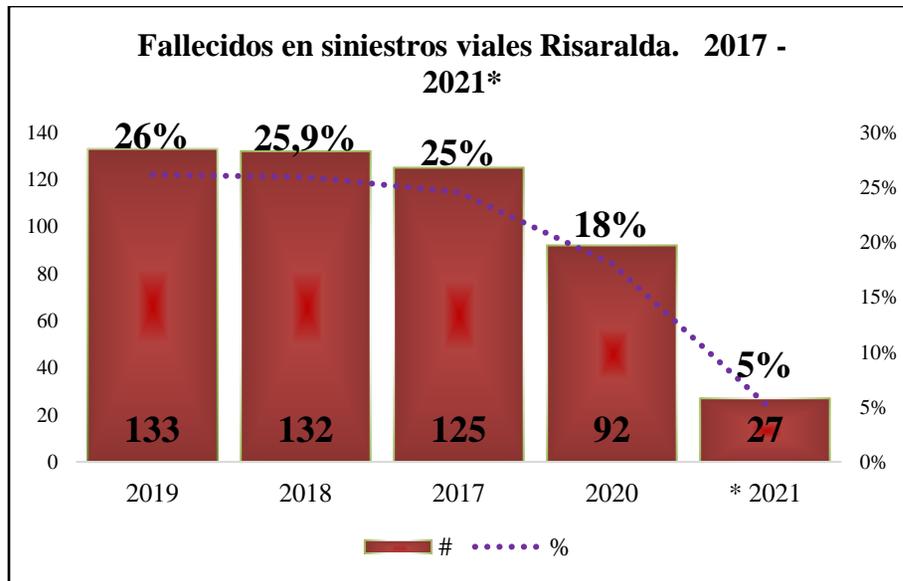


Figura 31. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, 2017 - 2021\*

**Fuente.** (Observatorio Nacional de Seguridad Vial. ONSV, 2021)

**Nota:** \*Año 2021. Solo la siniestralidad hasta febrero

En la figura 31, se puede apreciar que el año 2019 fue en el que más siniestros se presentaron con 133 personas fallecidas que representan un 26%, el año 2018 le sigue con un fallecido menos y el equivalente porcentual de 25,9%, el año 2017 presento 125 fallecidos el 25%, en el año 2020 se presentaron 92 correspondiente al 18%, para el año 2021 se presentaron 27 fallecidos con un 5% hasta el mes de febrero lo cual muestra una tendencia igual o superior a los años anteriores.

Tabla 15. Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021\*

Acumulado Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021*												
Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021*												
	2019		2018		2017		2020		* 2021		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Usuario de moto	62	47%	49	37%	50	40%	41	45%	12	44%	<b>214</b>	42%
Peaton	48	36%	54	41%	45	36%	35	38%	9	33%	<b>191</b>	38%
Usuario de bicicleta	9	7%	14	11%	8	6%	7	8%	3	11%	<b>41</b>	8%
Usuario de vehículo individual	11	8%	6	5%	10	8%	5	5%	3		<b>35</b>	7%
Sin inf.	0	0%	4	3%	7	6%	2	2%			<b>13</b>	3%
Usuario t carga	0	0%	3	2%	3	2%	0	0%			<b>6</b>	1%
Usuario t pasajeros	1	1%	2	2%	2	2%	0	0%			<b>5</b>	1%
Usuario otros	1	1%	0	0%	0	0%	1	1%			<b>2</b>	0.4%
<b>Total</b>	<b>132</b>	100%	<b>132</b>	100%	<b>125</b>	100%	<b>91</b>	100%	<b>27</b>		<b>507</b>	100%

Fuente. (Observatorio Nacional de Seguridad Vial. ONSV, 2021)

Nota: \*Año 2021. Solo la siniestralidad hasta febrero

La tabla 15, muestra que el usuario de moto con 214 personas fallecidas y un 42% ocupa el primer lugar acumulando los datos de los años 2017 al año 2021, le sigue el Peatón con 191 fallecidos y un 38%, el usuario de bicicleta ocupa el tercer lugar con 41 fallecidos y un 8%, el usuario de vehículo individual ocupa el 4 puesto con 35 fallecidos y un 7%, Sin información 13 fallecidos con un 3%, Usuario t carga 6 fallecidos y un 1%, Usuario t pasajeros 5 fallecido y 1% y por ultimo usuarios otros con 2 fallecidos y un 0.4% ( Corresponden a vehículos especiales como gruesa s, remolcadores, y los llamados carros amarillos)

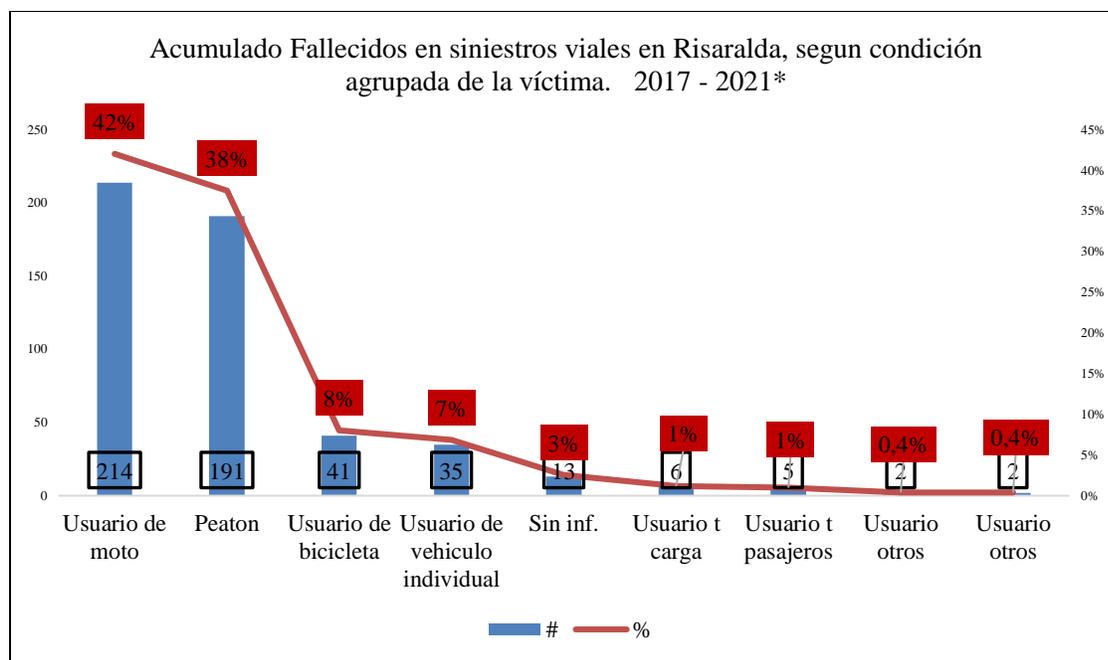


Figura 32. . Acumulado Fallecidos en siniestros viales en Risaralda, según condición agrupada de la víctima. 2017 - 2021\*

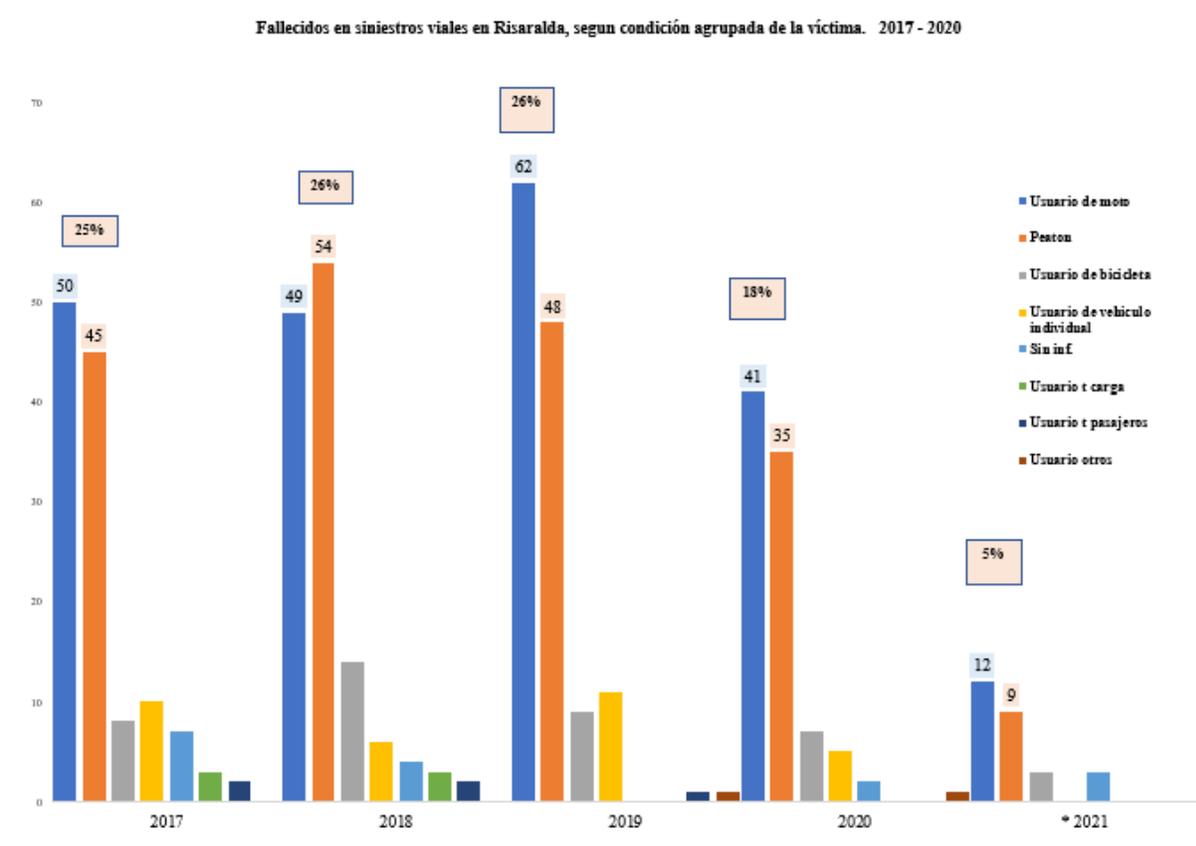


Figura 33. Fallecidos en siniestros viales en el departamento de Risaralda, según condición agrupada de la víctima. Por año (2017 - 2021)\*

**Fuente.** (Observatorio Nacional de Seguridad Vial. ONSV, 2021)

**Nota:** \*Año 2021. Solo la siniestralidad hasta febrero

## 8.2.2. Siniestralidad vial algunas vías nacionales que pasan por el departamento de Risaralda

Tabla 16. Siniestralidad por vía del departamento de Risaralda. Año 2018 - 2020

Siniestralidad por vía del departamento de Risaralda. Año 2018 - 2020	Total Siniestros		Heridos		Muertos		Siniestralidad por tipo de vehículos algunas vías nacionales del departamento de Risaralda 2018 - 2020											
							Moto (1)	Automóvil (2)		Camión (3)		Ciclista (4)		Bus (5)		Otro (6)		
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Cerritos La Virginia (1)	2,182	28%	2,114	26%	68	32%	31	16%	16	27%	16%	8	24%	6	5	25%	2	12%
Armenia Pereira (2)	1,803	23%	1,746	22%	57	22%	21	14	23%	22%	6	18%	8	7	35%	1	6%	
Pereira Santa Rosa (3)	1,274	16%	1,231	16%	43	16%	15	12	20%	11%	8	24%	4	2	10%	2	12%	
La Virginia Asia (4)	1,156	15%	1,126	11%	30	7%	7	5	8%	19%	4	12%	7	3	15%	4	24%	
La Paila Condina (5)	1,005	13%	982	9%	23	10%	10	6	10%	3%	3	9%	1	1	5%	2	12%	
La Virginia - Ansermanuevo (6)	58	0.4%	33	9%	25	7%	7	2	3%	16%	4	12%	6	1	5%	5	29%	
La Virginia a Apia (7)	24	0.1%	6	7%	18	5%	5	5	8%	14%	1	3%	5	1	5%	1	6%	
<b>Total</b>	<b>7,502</b>	<b>96%</b>	<b>7,238</b>	<b>4%</b>	<b>264</b>	<b>96%</b>	<b>60</b>	<b>23%</b>	<b>14%</b>	<b>34%</b>	<b>13%</b>	<b>37</b>	<b>20</b>	<b>8%</b>	<b>17</b>	<b>6%</b>		

**Fuente.** Adaptación propia a partir de Agencia Nacional de la Infraestructura.ANI, Superintendencia de Transporte, Instituto Nacional de Vías. INVIAS. (2021)

La tabla 16, es un resumen de la siniestralidad presentada en algunas de las vías más importantes a nivel nacional que atraviesan al departamento de Risaralda, información acumulada por año desde el 2018 al cierre del año 2020 y en el cual se puede apreciar que la vía Cerritos la Cerritos La Virginia ocupa el primer lugar con 2,182 siniestros ( fallecidos y heridos), y un peso porcentual del 28% le sigue Armenia Pereira con 1,803, y un 23% luego Pereira Santa Rosa con 1,274 y un 16%, posteriormente La Virginia Asia con 1,156 y 15% , La Paila Condina con 1,005 y 13% , La Virginia - Ansermanuevo con 58 y un .0.4% por último se encuentra La Virginia a Apia con 24 y un 0.1%

### **8.3. Análisis de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia y el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente en las vías del departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.**

Para la resolución de este objetivo se plantea un análisis desde la situación actual de las vías del departamento de Risaralda en cuanto a su señalización horizontal, vs la siniestralidad vial presentada en el departamento y desde cada una de las vías nacionales más importantes que atraviesan el departamento y medir el posible impacto en la disminución de siniestros que se puede lograr mediante la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente

Para el desarrollo de este trabajo se parte de la información sobre la siniestralidad vial del departamento de Risaralda y de cada una de las vías que atraviesan este territorio, de acuerdo a la información de las concesionarias, y los organismos de control como la ANSV y el ONSV; INVIAS entre otros y los trabajos que se han desarrollado sobre ASV de estas vías.

Tabla 17. Auditoría en seguridad vial, vías de Risaralda y hallazgos de señalización horizontal

Nombre de la auditoria	Autores – año de edición	Evidencias en cuanto a señalización horizontal
Auditoría de seguridad vial Corredor Dosquebradas - Santa Rosa de Cabal K6+208 al k11+220. 2017	Estefany Soto Ramírez; Jorge Iván García. 2017	Evidenciaron señales con poco mantenimiento
ASV Cerritos– Pereira K 2 + 000 –K 7 + 000	Mario Salazar Echeverri; Andrés Felipe Timaná Ortega. 2018	1) Borrar o tapar con pintura las marcas viales antiguas 2)Reponer tachas reflectivas y captafaros
ASV La Romelia El Pollo, Km 7+000 - Km 11+000	Juan Camilo Sánchez. 2018	Falta de Retro reflexión de las demarcaciones y sin tienen nitidez del color.
ASV km 0+000 - km 3+530 - Paso Nacional, intersección estadio – El Jazmín km 15+000 - km 17+110, variante Santa Rosa, intersección La Postrera – Estadio	Angie Alejandra Calderón Urueña; Dolly María Guerrero G; Jhonier Aníbal Úsuga. - 2018	Realizar mantenimiento periódico a las demarcaciones retocando la pintura
ASV, Avenida Ferrocarril, (Dosquebradas), K 0+000 - K 4+	Paula Andrea Álzate P.; Luz Marina Orozco B.; Jair Gómez O. 2018	Las señales horizontales en algunos tramos de la vía no se distinguen por falta de mantenimiento y en otros no están demarcados especialmente en los accesos o salidas perpendiculares a la vía Señal deteriorada, aparentemente con baja reflectividad Señal deteriorada, falta de reflectividad
ASV K 0 +000 – K 37 + 600: Armenia – Pereira,	Álvaro Mauricio Mejía Ramírez. 2018	Realizar acciones de ejecución de obra para la demarcación de las líneas de borde, líneas de centro y líneas que influyen las velocidades reglamentarias a lo largo de la vía, según lo establecido en el manual de señalización vial
ASV, K 0+000 y hotel Vitrina, (Dosquebradas), abscisa K 7+ y La Romelia El Pollo, entre Glorieta Belmonte, (Pereira)	John Jairo García Herrera.; Jhonatan Ramírez Mejía.; Luis Fernando Timaná Ortega.2018	1) Retrorreflexión porque tiene deteriorada la pintura y se presenta ausencia de demarcación de alto relieve.
ASV, La Virginia - Ansermanuevo, entre las abscisas km 136 + 000 - km 142 + 268.82,	Daniel Fernando Hernández; Andrés Felipe Hincapié Giraldo 2019	

Auditoría en Seguridad vial ruta nacional 2507. Pacífico Tres Unidad Funcional Uno del Km 15+000 Al Km 21+000	Diego Fernando Jaramillo Rendón. 2019	1) Aumentar la frecuencia de mantenimientos a las señales horizontales, verticales, incluyendo reparación, pintura y reposición de elementos deteriorados
Auditoría en Seguridad Vial ruta nacional # 50, tramo 5003., Pr k 31+ 139. 75 - k 25+139.75 La Virginia a Apia	Maiquel Ardila Hoyos; Rubén Darío Quintero; Gustavo Córdoba. 2020	Mantenimiento de demarcación horizontal Cambiar pintura falta de reflectividad
Auditoría en seguridad vial ruta nacional # 25, tramo 2507. Pacífico tres unidades funcionales 1, abscisas km 21+000 al km 29+999, sector La Virginia – Asia	Elkin Darío Ortiz Jajoy; Bryan Castaño Tobón; María Elena Suaza Galeano - 2020.	Evidencia carencia de pintura en marcadores
Auditoría en Seguridad Vial en la ruta 25 nacional, tramo 2507. Pacífico Tres Unidad Funcional 1 La Virginia – Asia del Km 30+000 Al Km 39+000	Richard Castaño Arboleda; Walter Julias Rojas Soriano; Brian López Peña -. 2020	Mantenimiento de demarcación horizontal
Auditoría en seguridad vial concesión autopistas del café, tramo La Trinidad - La Uribe, desde la abscisa k 19 +000 al k 23+390	Alejandro Hoyos Marín; Bryan Padilla Agudelo; Javier Humberto Rodríguez; 2020	Pintar, y adherir retroreflectividad

**Fuente.** Elaboración propia a partir de investigaciones de la UAN – UN

La tabla 17 muestra los resultados de algunas de las auditorías (14), que se han realizado en vías nacionales que atraviesan del departamento de Risaralda, y los hallazgos en cuanto a la señalización horizontal evidencian que en la mayoría de las vías se requiere mantenimiento de estas por falta de pintura, desgaste de la misma y poca retroreflectividad.

### 8.3.1. Importancia pintura plástico en frío de 2 componentes

La señalización vial es una de las variables constitutivas más importantes en la construcción de infraestructura vial y a la vez una de las que mayores costos tiene en cuanto a su mantenimiento, su función principal es la de la protección de los actores viales que por ella transitan sean peatones o usuarios de cualquier tipo de vehículo, si bien de acuerdo a las estadísticas a nivel mundial y nacional la mayoría de los siniestros en las carreteras tuvieron como víctimas a los más vulnerables como los peatones, usuarios de las bicicletas y motociclistas, lo es también que estos siniestros se producen en la mayoría de los casos por conductas agresivas de los actores en la vía, imprudencia e incumpliendo de las normas de tránsito, pero de igual manera es responsabilidad de las empresas encargadas del transporte de cada país velar por disminuir dicha siniestralidad de acuerdo a las directrices dadas por las OMS en su documento Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020 el cual fue firmado por todos los países miembros entre ellos Colombia, así las empresas constructoras tienen la responsabilidad ante el gobierno y la comunidad de brindar en las vías la mayor seguridad posible de tal forma que se mitigue o reduzca el riesgo de siniestralidad vial. La inexistencia o deficiencia de señalización vial, el deterioro de ellas o la aplicación de materiales de baja calidad o que no cumplan estándares, puede ser una diferencia entre que se presente o no un siniestro.

Tabla 18. Importancia pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal

<b>Importancia Pintura plástico en frío de 2 componentes, para señalización horizontal</b>	
<b>Características</b>	<b>Definición</b>
Durabilidad	Los elementos diseñados para la señalización horizontal entre ellos las pinturas juegan un papel fundamental en la seguridad de las vías, pero es importante tener en cuenta que la pintura tradicional por su corto tiempo de vida útil, no es en la actualidad la requerida ni la mejor opción pues existen en el mercado otro tipo de pinturas con características especiales y de mayor vida útil.
Desgaste	Otro elemento a tener en cuenta es el desgaste ocasionado por el flujo vehicular al que está sometido a una vía de tal forma que a mayor flujo mayor desgaste, es decir la llamada fricción o abrasión
Retroreflectividad	La Retroreflectividad es proporcional a las condiciones tanto climáticas como de luz e iluminación artificial si estas son bajas o no existen en las vías el usuario no las verá con

---

las consecuencias adversas y el riesgo que ello tiene una vía con esas características,

---

**Fuente.** Elaboración propia

La Tabla 18. Presenta la características e importancia de pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal.

Es un compuesto 100% sólido, seguro para el usuario y el medioambiente, que contiene pigmentos, microesferas de vidrio, aglutinantes y rellenos que se hacen líquidos al calentarse.

Los pigmentos brindan color y opacidad; los rellenos, tales como el carbonato de calcio, agregan volumen; y los aglutinantes, que consisten en plastificantes y resinas, proporcionan resistencia, flexibilidad y fuerza en la unión, a la vez que mantienen todos los componentes unidos. Las microesferas entremezcladas al material y las microesferas que se agregan en la superficie cuando el termoplástico es aplicado, brindan la retroreflectividad requerida para la visibilidad nocturna de las marcas, a lo largo de toda su vida útil en el pavimento.

Así por lo tanto, no solo la correcta demarcación de las vías, juega un papel importante no solo para el ordenamiento del tráfico y para salvaguardar la integridad física de los usuarios de la vía, para ello, también lo es en que el uso de la pintura en su aplicación debe contar con procesos de construcción acordes a la normatividad y el uso de materias primas especiales que resistan el rozamiento ocasionado por los vehículos que se desplacen por ellas, que sean duraderas, elegantes y visibles a toda hora. Las pinturas de tráfico están formadas por pigmentos diversos (inorgánicos), difíciles de disolverse al mezclarse con la pintura. Su función es suministrar el color contribuir a las propiedades anticorrosivas y brindar resistencia frente a diferentes condiciones ambientales y agentes químicos. (Reynafarje, 2014), (Signovial. 2015)

En cuanto a la composición, materiales y propiedades de las pinturas de tráfico, de acuerdo al material investigado, se resumió en figura 34.

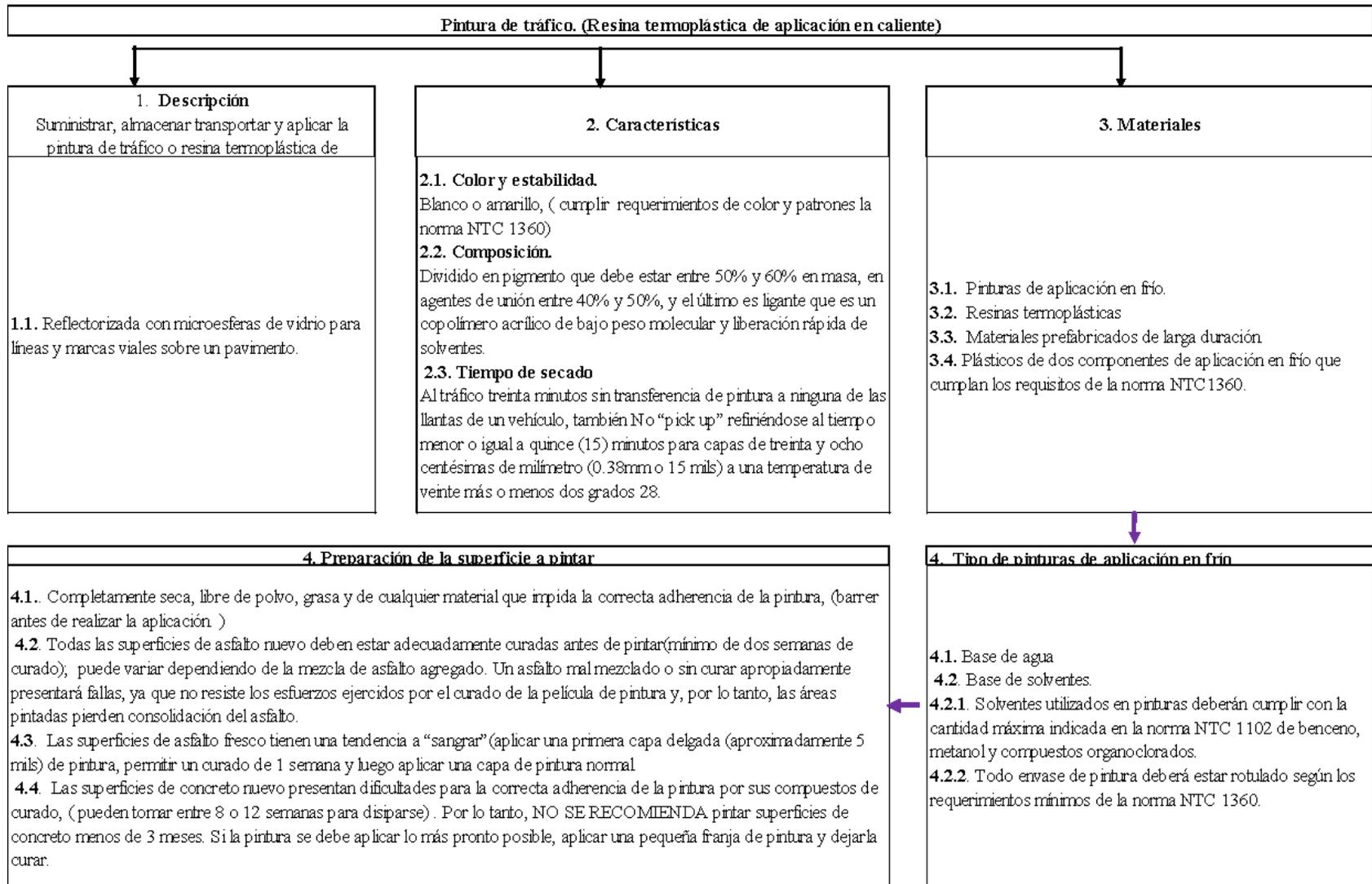


Figura 34. Composición de las pinturas de tráfico

Fuente. Adaptación propia a partir de (Signovial. 2015)

### **8.3.2. Ventajas (Propiedades) y desventajas, Pintura plástico en frío de 2 componentes , para señalización horizontal**

#### **1) Ventajas en cuanto a sus propiedades, son:**

- a.** Mayor durabilidad: El material termoplástico puede llegar a durar 10 a 12 veces más en el pavimento que la pintura convencional, garantizando su visibilidad y reflectividad. Esto se debe principalmente a su capacidad de ser aplicada a espesores mucho mayores a los de una pintura de tráfico
- b.** Por su composición físico – química de sus componentes se presenta menor desgaste y por lo tanto mayor vida útil
- c.** Retroreflectividad, presentada al 100 % sin ningún problema en cuanto a cambios climáticos extremos. Las microesferas premezcladas con el material, garantizan la retroreflectividad sostenida a lo largo de la vida útil de la marca en el pavimento.
- d.** Proporcionan marcas con gran resistencia a la abrasión y al desgaste.
- e.** Fijación perfecta sobre superficies donde se aplique sin remover el soporte ni producir saponificación.
- f.** Secan rápidamente sin dejar residuos en la superficie de aplicación.
- g.** Las películas secas son dúctiles y admiten la movilidad de vehículos de carga en mínimos tiempos después de aplicación.
- h.** Proporciona superficies de gran resistencia a la acción de los rayos UV y agentes químicos presentes en la atmosfera.
- i.** Se disminuyen los tiempos de aplicación y recursos físicos de obra utilizados en la misma.

#### **2) Las desventajas o limitantes tienen aplicar este producto en el país:**

- a) Las pinturas son más costosas que las convencionales por sus características especiales, (20%)
- b) Se requiere de equipos especiales muy costosos como los son los equipos airless para demarcación vial que utilizan el principio de pintura a alta presión sin aire incorporado. En estos equipos funcionan gracias a una bomba de alta presión capaz de mover y proyectar a través de una boquilla de aplicación la pintura. Estos equipos pueden costar entre 6 millones (si es manual), 25 millones si son sem - motorizado y hasta \$ 120 millones si son incorporado en un auto.
- c) Equipos son importados por lo tanto su mantenimiento, compra de repuestos y accesorios es más costoso.
- d) Las licitaciones, presupuestos y sus características que organismos como INVIAS, concesionarios viales, alcaldías, y otros, realizan para contratar una demarcación tipo, no contempla el uso de ningún equipo específico, por lo cual las empresas encargadas de ellos son los que deciden utilizarlos o no para en la demarcación, pero debido a su alto costo, se abstienen pues no sería rentable realizarlo y más bien se utilizan pintura y equipos convencionales para este tipo de servicio.
- e) Un equipo utilizado en las pruebas que realizo Pintuco en Santafé de Antioquia, sufrió desperfectos, y lleva dos años parado, ya que el valor de sus componente e instalación es tan costoso, que es más barato dejar parado el equipo. (ver figura 20. Máquina demarcadora hidráulica, utilizada en Antioquia.).

### 3) Riesgos en la aplicación.

- a)** Este tipo de pintura se basa en resinas reactivas con base de peróxido, (enlace oxígeno-oxígeno), por lo cual su uso y aplicación debe realizarse por personal altamente capacitado y evitar cualquier tipo de explosión o conflagración.
- b)** En el caso de estas pinturas, el sistema se compone de 50% de resinas en un lado, y en el lado contrario 46% de resina y 4% de reactivo. Esto significa que antes de realizar la mezcla final el producto ya se encuentra en una reacción lenta, sin embargo, supone riesgos operativos que pueden dañar los equipos de aplicación.

## Capítulo 9

### Análisis de resultados

#### **9.1. Identificar y describir la literatura científica que existe sobre la pintura vial plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.**

El objetivo tiene tres componentes: Normas utilizadas a nivel mundial, Identificar las empresas productoras de pintura vial plástico en frío en el mundo y describir los trabajos más importantes que sobre este tipo de pintura se han realizado en diferentes países.

##### **9.1.1. Identificar y describir la literatura científica que existe sobre las pinturas viales especiales y específicamente la de plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.**

###### **9.1.1.1. Normas de la señalización horizontal. (Demarcaciones)**

Las especificaciones técnicas de la señalización horizontal (**Demarcaciones**) para Colombia están dadas por el Manual de Señalización Vial. 2015. Capítulo 3. Demarcaciones y las diferentes Normas Técnicas Colombianas NTC 1360:2011, NTC 5867:2011, NTC 4744 – 1, NTC 4744 – 2, la NTC 4744 -3, en general describen los materiales y composición, características, durabilidad, métodos, aplicaciones, equipos de instalación.

Es importante tener en cuenta que las directrices y estándares no aparecen en forma específica descritas en el manual de Señalización Vial, el cual deja en a manos de las instituciones responsables de las vías, seleccionar y especificar los que mejor

satisfagan sus necesidades, por lo cual lastimosamente se utilizan los materiales que cumplan con las características mínimas, pero lastimosamente las empresas encargadas de realizar la señalización, pintura y demás tiene más en cuenta sus costos, que otras técnicas posiblemente más costosas y métodos nuevos que permiten disminuir o mitigar los sinestros de tráfico en las vías pero que analizadas en cuanto a la durabilidad y el impacto en la vida humana no lo son , las normas NTC sí contiene toda las especificaciones técnicas por lo cual las empresa encargadas de realizar la correspondiente señalización y los organismo encargados del transporte en Colombia se basan en ellos para la toma de decisiones constructivas, inclusive el mismo Manual de Señalización Vial. Ver figura 35.

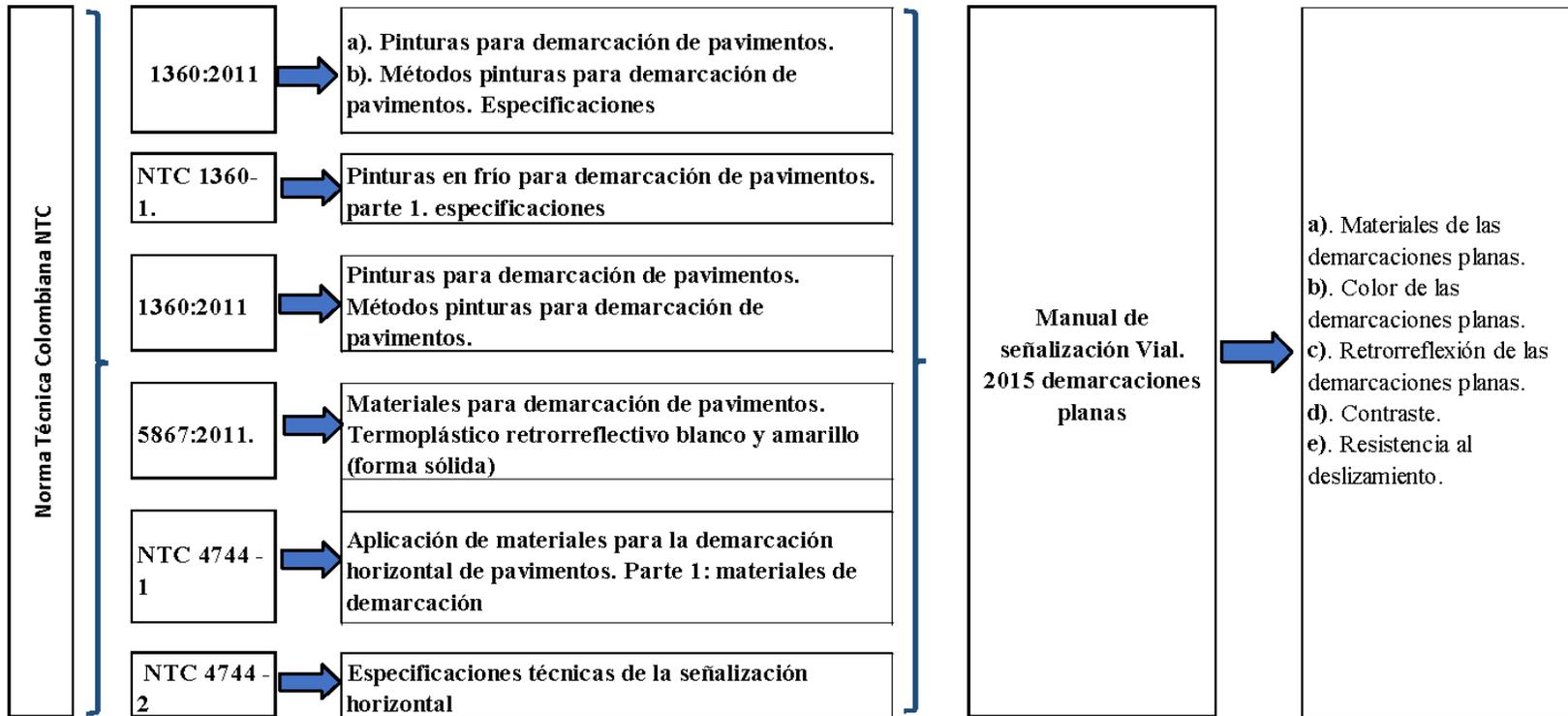


Figura 35. Normas y manuales utilizadas para la pintura en demarcación vial Colombia

Fuente. Elaboración propia

Existente a nivel internacional tres tipos de normas utilizadas sobre especificaciones técnicas de la señalización horizontal en otros países en el mundo, ver tabla 19.

Tabla 19. Normas y manuales utilizadas para la pintura en demarcación vial (otros países)

Norma	Descripción
 	En ellas se incluye las normas de Estados Unidos, y en Colombia ICONTEC con sus Normas Técnicas Colombianas NTCs.

<p><b>AASHTO</b></p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1). 74 - 13.</li> <li>2). TP 106-13.</li> <li>3). M 247-13</li> <li>4). M 248-91 (2012)</li> <li>5). M 249-12.</li> <li>6). M 268-13.</li> </ol> <p>Europas similar a lo referido en América cada país maneja su norma, pero basadas en criterio normativos internacionales o sus equivalencias internacionales</p>
----------------------	---	--

**Fuente.** Elaboración propia

### 9.1.2. Análisis por continente de la información encontrada respecto a Empresas productoras de pintura vial plástico

Existen innumerables empresas productoras de este tipo de pintura en el mundo, a nivel de países se pueden ver en la tabla 20.

*Tabla 20. Análisis por continente de la información encontrada respecto a empresas productoras de pintura vial plástico*

<b>Continente</b>	<b>País</b>
Europa	especialmente en España, Alemania y Dinamarca
América	USA, Argentina, Colombia, México y Chile, en los otros países los constructores o empresas especializadas en realizar este tipo de demarcación prefieren realizar las importaciones en forma directas
Asia	China tiene una cantidad apreciable de productores de este tipo de pinturas, pero para efectos de no hacer tan extenso el trabajo se relacionan tres de los más importantes
Colombia	existen varias empresas, caso esencial es Pintuco cuenta con este tipo de pintura, que inicio en situ mediante la aplicación directa pero no la comercializa porque en el país no existe demanda de este tipo de pintura por su costo en cuanto a los equipos requeridos para su aplicación. y por la falta de inclusión y exigencia reglamentaria sobre este tipo de pinturas.

**Fuente.** Elaboración propia

análisis por continente de la información encontrada respecto a empresas

### 9.1.3. Trabajos sobre este tipo de pintura en el mundo

Solo se evidencian trabajos en algunos países como se aprecia en la figura 36.

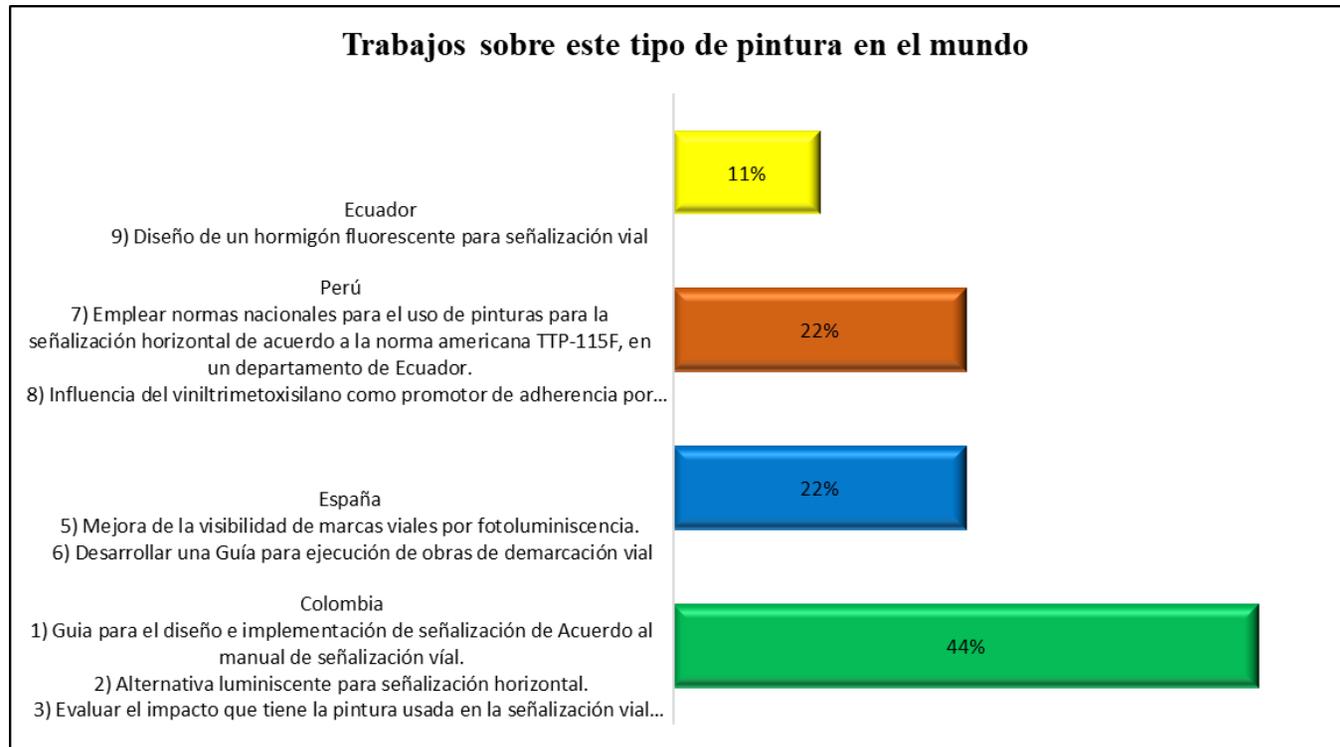


Figura 36. Trabajos sobre este tipo de pintura por país

Fuente. Elaboración propia

La Figura 36. Presenta los Trabajos sobre este tipo de pintura realizado por país y el nombre de la investigación realizada.

## 9.2. Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda.

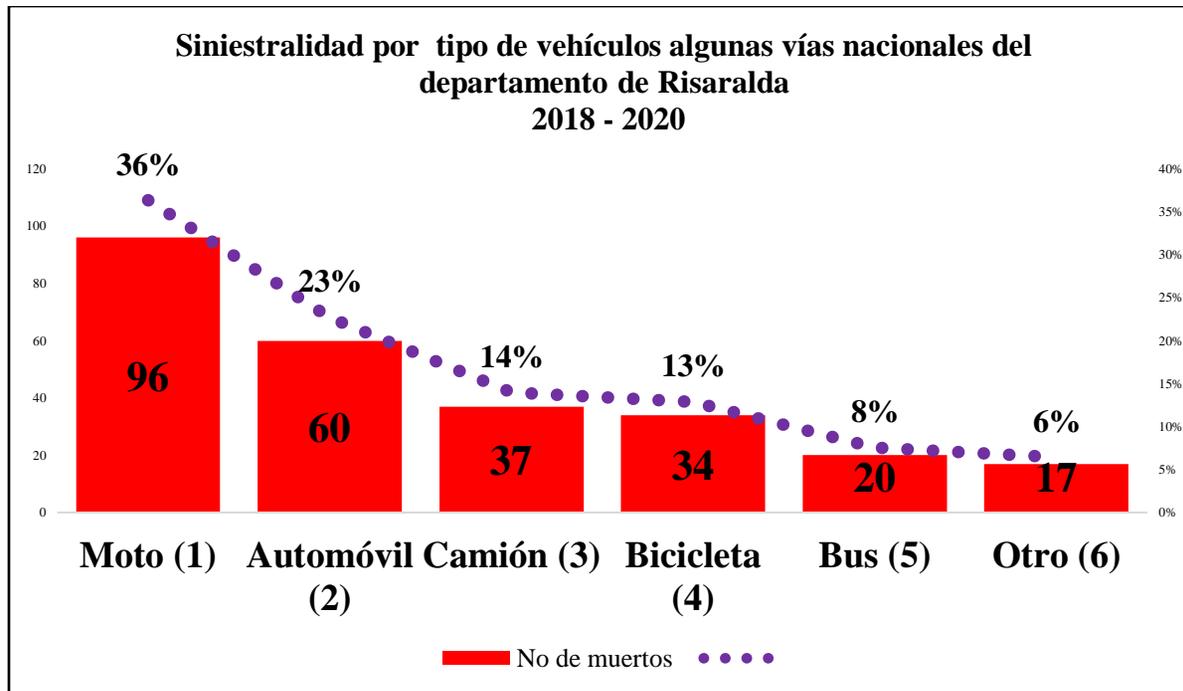


Figura 37. Resumen de Fallecidos en siniestros viales en Risaralda. 2017 - 2021\*

**Nota:** \*Año 2021. Solo la siniestralidad de enero

**Fuente.** Elaboración propia

De acuerdo a la información recopilada, tabulada se puede recopilar en la figura 37, muestra que las motos son la máquina que más ha aportado a la siniestralidad y ocupan el primer lugar con 96 personas fallecidos y un 36%, seguido del automóvil con 60 y un 23%, el camión ocupa el tercer lugar con 37 y un 14%. en cuarto lugar, se encuentra las bicicletas con 34 y un 13% es decir que entre estas 4 máquinas ocupan el 81% de todos los siniestros por tipo de vehículo involucrado.



Figura 38. Fallecidos según condición vial en las vías de Risaralda

**Fuente.** Elaboración propia

La Figura 38. Presenta los fallecidos según condición vial en las vías de Risaralda, en la cual se evidencia siendo concordante con la figura anterior que el usuario de la moto es el que presenta mayor número de fallecimientos con 214 personas que corresponden a un 42% del total, seguido del usuario peatón con 191 y un 38%, en tercer lugar está el usuario de la bicicleta con 41 y un 8% y finalmente está el usuario del vehículo con 35 y un 7%, guardando las mismas proyecciones a nivel mundial son los usuarios más vulnerables los que más siniestros presentan también en las vías del departamento de Risaralda

### 9.2.1. Siniestralidad vial algunas vías nacionales que pasan por el departamento de Risaralda

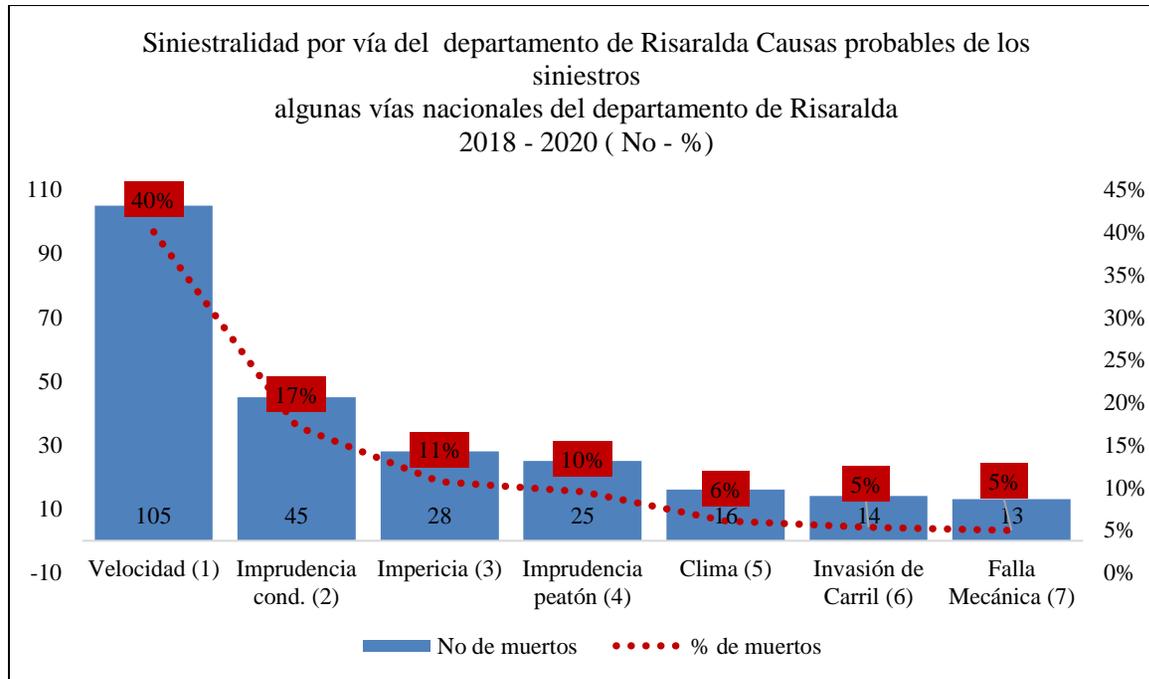


Figura 39. Causas probables de los siniestros

Fuente. Elaboración propia

En cuanto a la posible causa de los siniestros presentados en las más importantes vías nacionales que atraviesan el territorio del departamento de Risaralda se aprecia que el factor Velocidad ocupa el primer lugar con 105 personas fallecidas por esta causa que corresponden a un 40%, le sigue la Imprudencia de los conductores con 45 fallecidos y un 17%, La Impericia de ellos ocupa el tercer lugar con 28 fallecidos correspondiente a un 11%, luego le sigue la Imprudencia del peatón con 25 fallecidos y un 10%, le sigue el factor Clima con 16 fallecidos y un 6%, Invasión de Carril con 14 5%, Falla Mecánica 13 y un 5% y finalmente causa desconocida con 9 fallecidos y un 3%, Otros 4 y un 2%, Animal en la vía 3 y 1%

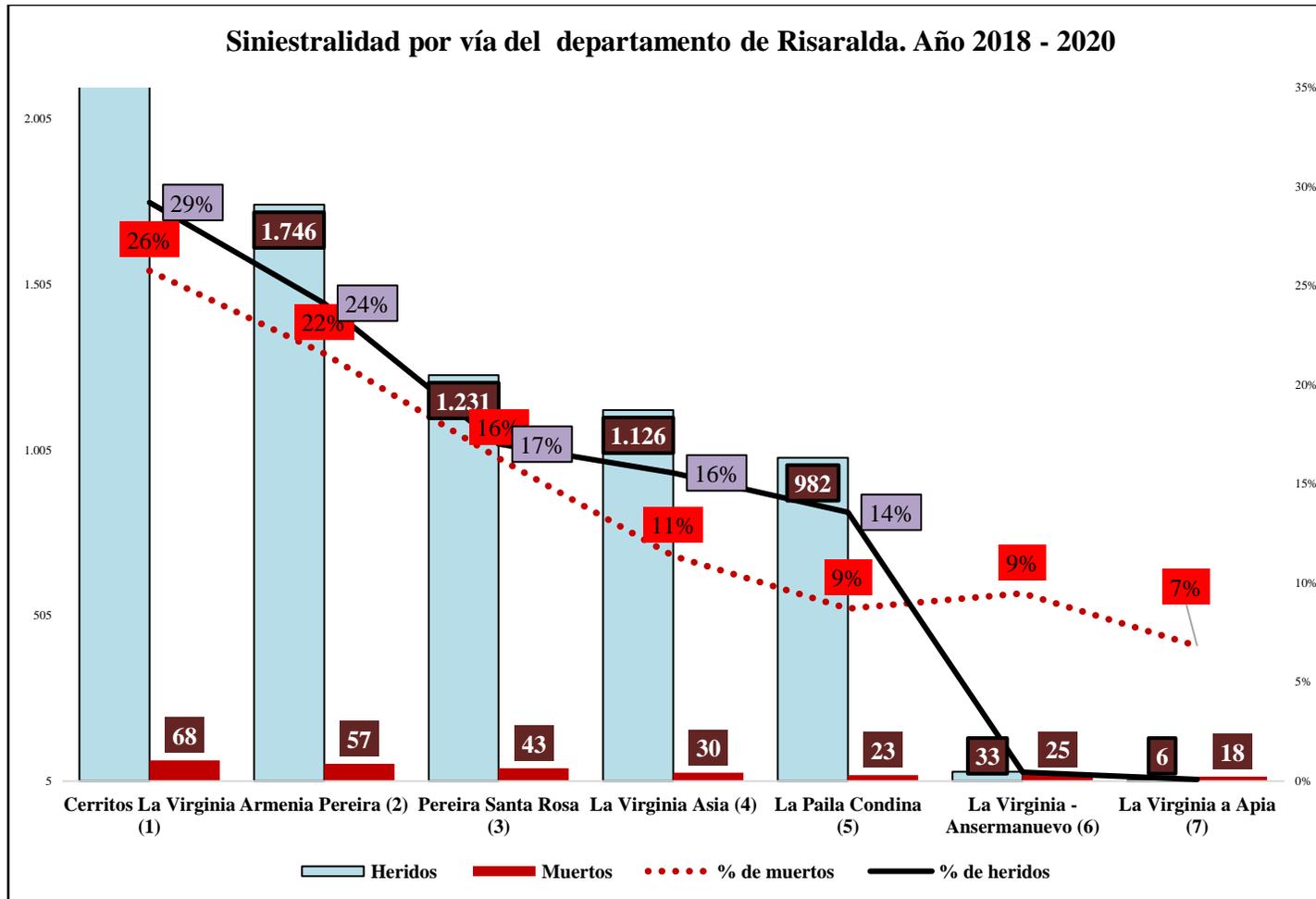


Figura 40. Siniestralidad vial del departamento de Risaralda (Heridos - Muertos)

Fuente. Elaboración propia

La figura 40, permite apreciar la siniestralidad vial del departamento de Risaralda, ordenada por tipo de vía y su aporte en número de heridos y fallecidos ordenada de mayor a menor y que muestra que el número de fallecidos es en su orden de mayor a menor lo ocupa Cerritos La Virginia con 68 y un 26%, en 2do lugar se encuentra Armenia Pereira, con 57 y un 22%, en tercer lugar

está Pereira Santa Rosa 43 y un 16% , en cuarto La Virginia Asia 30 y un 11%, en quinto lugar está La Paila Condina 23 y un 9% , en sexto lugar La Virginia - Ansermanuevo 25 y un 9% y finalmente se encuentra la

En resumen, se puede concluir que la vía Cerritos El Virginia es la de mayor siniestralidad, la moto es el vehículo de mayor siniestralidad en las vías y la velocidad es la mayor causante de los siniestros en ellas.

### **9. 3. Analizar de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frio bicomponente en el departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.**

La tabla 17 muestra los resultados de algunas de las auditorías (14), que se han realizado en vías del departamento de Risaralda, y los hallazgos encontrados en cuanto a la señalización horizontal en los cuales se evidenció que en la mayoría de las vías se requiere mantenimiento de estas por pérdida de color, falta de pintura y poca retroreflectividad.

En general todas las auditorías encontraron comportamientos agresivos de todos los actores más vulnerables, especialmente los Peatones. Ciclistas, motociclistas y autos pequeño, entre esas conductas se encuentran:

Comportamientos agresivos de todos los actores más vulnerables

- a) Falta de respeto por las señales de tránsito
- b) Ciclistas sin contar con los elementos de protección
- c) Parqueo en zonas prohibidas

- d)** Desplazamientos por laterales indebidos
- e)** Menores de edad sin ningún tipo de seguridad
- f)** Motociclistas sin los elementos de seguridad que se requieren
- g)** Se realizan cruces indebidos
- h)** Se presenta invasión otra calzada
- i)** Adelantamientos en zonas prohibidas
- j)** Vehículos desplazándose con exceso de velocidad
- k)** Adelantamiento en zonas prohibidas
- l)** Parqueo en zonas prohibidas
- m)** Tránsito de vehículos especiales sin la debida escolta.

A nivel de señalización se encontraron en algunas vías los siguientes hallazgos

- a)** Tramos donde se nota las marcas viales antiguas por lo cual llama a la confusión del actor al momento de una decisión frente a una situación de alerta
- b)** Las señales horizontales en algunos tramos de la vía no se distinguen por falta de mantenimiento y en otros no existen
- c)** Tachas y captafaros defectuosas, otras desgastadas otras perdieron la retroreflectividad.
- d)** Falta de Retrorreflexión de las demarcaciones y sin nitidez del color.
- e)** Señales no están debidamente demarcadas especialmente en los accesos o salidas perpendiculares a la vía

En general falta mantenimiento periódico a las demarcaciones retocando la pintura, por lo cual se requiere acciones de ejecución de obra para la demarcación de las líneas de borde, líneas de centro y líneas que influyen las velocidades reglamentarias a lo largo de la vía, según lo establecido en el manual de señalización vial

### **9.3.1. Importancia pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal**

De acuerdo a lo referido en la presentación de los resultados obtenidos en este trabajo, sobre la importancia de la utilización de pinturas para el uso en la aplicación de ellas en las demarcaciones de las vías, lo es también que existen en el mercado unas que por sus características especiales, contribuyen a minimizar el riesgo de presentarse siniestros y por lo tanto de salvaguardar la vida de los usuarios que transitan por ella, por la misma composición que permite sea por medio de rugosidad o sonidos advertir de alguna situación riesgosa, , pinturas con más durabilidad permiten además para las empresa encargadas de su aplicación, menos persistencia de mantenimiento, lo que se traduce en menos traumatismos al tener vías paradas por su aplicación en menor tiempo, para alas esas empresas y comisionarios aseguran contar con productos de altos estándares y avalados a nivel internacional. .

### **9.3.2. Alternativa planteada**

Entonces de acuerdo lo anterior hay una relación directa entre la vida útil de las vías, de acuerdo a la composición de los elementos con que se construye la infraestructura vial (vías) y los vehículos que por ella se desplazan, así a mejores materiales que sean aplicados, mayor vida útil se asegurara de la vía, particularmente las señales viales, éstas que juegan un papel primordial al brindar la seguridad que requieren los usuarios de las vías de tal forma que se presenta una relación inversa en cuanto a que mejores sistemas de señalización menor riesgos se deben presentar en las vías de presentarse un siniestro.

En ello juega un papel muy importante el tipo de materiales (pintura) utilizados y aunque todas ellas tienen unas características estándar de acuerdo a la normatividad, existen unas que tienen características especiales en cuanto a su composición, (retroreflectividad, audibles, rugosidad), durabilidad, uso y métodos que permiten una mayor durabilidad, menos coeficientes de rozamiento, en comparación las pinturas tradicionales, estas con un periodo de vida entre uno y tres meses.

Otro factor tiene que ver con el mayor costo que produce interrumpir el tránsito para realizar el mantenimiento de las vías y los traumas ocasionados en la movilidad, como lo es también el mayor costo en las empresas administradoras o cesionarias de las vías que requieren realizar su mantenimiento más continuo de acuerdo a la vida útil de los materiales tradicionales (entre uno y tres meses). La solución entonces para ello es la utilización de materiales de mayor duración, retroreflectividad, para ello existen en el mercado nuevos materiales entre ellas pinturas producidas con características especiales entre ellas se tienen las pinturas de tráfico con material termoplástico, plástico en frío, y con recubrimientos epóxicos, las cuales además de presentar una vida útil estimada entre 5 y 8 años, (Solano, 2012). Citado en: (Spinel, Universidad de Los Andes), su rendimiento la hace la más óptima alternativa en la cual el costo / beneficio es muy superior al costo del producto y su aplicación.

## Capítulo 10

### Conclusiones y logros

En cuanto al cumplimiento del objetivo general planteado en este trabajo de evaluar la viabilidad técnica de utilizar la pintura vial Pintura plástico en frío de 2 componentes para señalización horizontal en el departamento de Risaralda que permita obtener tracción en las llantas de los vehículos y un sonido y leve vibración que alerte el paso de las llantas sobre la pintura, permitiendo la disminución de los siniestros viales, éste se pudo cumplir en su totalidad debido al cumplimiento de cada uno de sus objetivos así: .

**1) En cuanto a Identificar y describir la literatura científica que existe sobre las pinturas viales especiales y específicamente la de plástico en frío que se encuentra a nivel nacional e internacional.**

**1.1)** A nivel científico es poca nula la literatura presentada por investigadores sobre la pintura vial plástico en frío, solamente se evidencio trabajos en Colombia, España, Perú y Ecuador que tiene que ver con algunos tipos de pintura especiales, pero no exactamente a la propuesta que se planteó en este trabajo.

**1.2)** Se describieron las características especiales de la pintura vial plástico en frío bicomponente, ventajas y método más utilizados, para ello se elaboró una tabla con base a la información obtenida de los fabricantes de dichas pinturas.

**1.3)** En cuanto, a las especificaciones técnicas de la señalización horizontal para Colombia, se pudo determinar que ellas están dadas por el Manual de Señalización Vial. 2015. Capitulo # 3 Demarcaciones y las diferentes Normas Técnicas Colombianas NTC 1360:2011, NTC 5867:2011, NTC 4744 – 1, NTC 4744 – y la NTC 24744, -3. Y que, aunque ellas describen los materiales y composición, características, durabilidad, métodos, aplicaciones,

equipos de instalación, etc, deja en a manos de los organismos responsables de las vías seleccionar y especificar los que mejor se adapten a sus requerimientos.

**1.4)** En cuanto a productores de pintura de este tipo en el mundo existen muchas a nivel de Europa especialmente en España, Alemania y Dinamarca, a nivel de América, se encuentran solamente en algunos países como USA, Argentina, Colombia, México y Chile otros prefieren realizar importaciones directas por parte de los constructores.

**2) Analizar la siniestralidad vial de acuerdo a los usuarios de las vías del departamento de Risaralda.**

**2.1)** Para la resolución de este objetivo se investigó en diferentes fuentes la siniestralidad vial presentada en el departamento de Risaralda, para ello se apoyó en los informes emitidos por las empresas encargadas para ello de acuerdo al Ministerio de Transporte de Colombia:

- 1) Agencia Nacional de la Seguridad Vial. ANSV
- 2) Observatorio Nacional de la Seguridad Vial. ONSV

**2.2)** Para describir los siniestros de acuerdo a cada una de las vías más importantes a nivel nacional que atraviesan el departamento, se apoyó la investigación en la información de algunas empresas encargadas del transporte en Colombia, otra suministrada por la concesionarias o administradores entre ellas están:

- 1) Agencia Nacional de la Infraestructura.ANI
- 2) Superintendencia de Transporte
- 3) Instituto Nacional de Vías. INVIAS.

De acuerdo a la información analizada se concluye que:

**2.3).** En cuanto a la siniestralidad (fallecidos y heridos), presentada en algunas de las vías más importantes a nivel nacional que atraviesan al departamento de Risaralda, se evidencio que

la vía Cerritos La Virginia es la que presenta mayor siniestralidad, seguido de Armenia Pereira, en tercer lugar, está Pereira Santa Rosa

Sobre las fatalidades acaecidas en siniestros viales en Risaralda, según el tipo de actor vial, muestra que los usuarios de motos ocupan el primer lugar, seguido del usuario automóvil luego está el usuario camión, le siguen los usuarios ciclistas, luego el usuario bus, y por último esta otro tipo de usuario (que corresponden a vehículos especiales como los excavadores y los llamados vehículos amarillos)

En cuanto a la posible causa de los siniestros presentados en las más importantes vías nacionales que atraviesan el territorio del departamento de Risaralda se aprecia que el factor Velocidad ocupa el primer lugar, le sigue la imprudencia de los, la impericia de ellos ocupa el tercer lugar, luego le sigue la Imprudencia del peatón, le sigue el factor Clima, Invasión de Carril, Falla Mecánica y finalmente causa Desconocida. %

En resumen, se puede concluir que la vía Cerritos La Virginia es la de mayor siniestralidad, la moto es el vehículo de mayor siniestralidad en las vidas y que la velocidad es la mayor causante de los siniestros en ellas. 2.3). El actor vial que más siniestras presenta en el departamento de Risaralda es el de las motos seguido del peatón y que el año 2019 fue el más fatal. En cuanto a al año 2021 su tendencia es de u crecimiento igual o mayor a los años anteriores,

**3) Analizar de acuerdo a los lineamientos de la seguridad vial en Colombia el impacto que puede tener la aplicación de la pintura vial plástico en frio bicomponente en el departamento de Risaralda y su aporte a la disminución en los índices de siniestralidad en las vías del país.**

Para la resolución de este objetivo se planteó un análisis desde la situación actual de las vías del departamento de Risaralda en cuanto a su señalización horizontal, vs la siniestralidad vial presentada en el departamento y desde cada una de las vías nacionales más importantes que atraviesan el departamento y medir el posible impacto en la disminución de sinestros que se puede lograr mediante la aplicación de la pintura vial plástico en frío bicomponente, para ello se tomaron datos de las diferentes concesionarias administradoras de estas vías, adicional a ello de Auditorías en Seguridad vial realizadas por estudiantes de las universidades Nacional y Antonio Nariño, se extrajeron 14 de ellas como muestras, del análisis de las variables tenidas en cuenta para su desarrollo se encontró que, se presentan varios comportamientos indebidos por parte de los actores viales, de los cuales se destaca la falta de respeto por las normas de tránsito, en todas sus modalidades, ( Mal parqueo, exceso de velocidad, cruces indebidos, invasión de carril y adelantamiento indebido, entre otras).

A nivel de señalización se encontraron en algunas vías, falta de mantenimiento, inexistencia de algunas, otras requieren reposición por su alto grado de daño

En general falta mantenimiento periódico a las demarcaciones retocando la pintura, por lo cual se requiere acciones de ejecución de obra para la demarcación de las líneas de a lo largo de la vía, según lo establecido en el manual de señalización vial

### **3.1 Ventajas (Propiedades) Pintura termoplástica 2 componentes, para señalización horizontal**

Se pudo determinar las características físicas, química, ventajas y desventajas de su uso. De lo cual se concluye que es mucho más duradera que las convencionales, y que presenta características especiales como rugosidad y sonorización que la hacen perceptibles para los

usuarios de la vía, su desventaja tiene que ver con el mayor costo de los equipos necesarios para su realización por lo cual a nivel de Colombia su uso es limitado.

**Alternativa planteada.** Por lo tanto y de acuerdo a lo expuesto y justificado a lo largo del desarrollo de los resultados y su posterior análisis se evidencia que hay una relación directa entre la vida útil de las vías, de acuerdo a la composición de los elementos con que se construye la infraestructura vial (vías) y los vehículos que por ella se desplazan, así a mejores materiales que sean aplicados, mayor vida útil se asegurara de la vía, particularmente las señales viales, éstas que juegan un papel primordial al brindar la seguridad que requieren los usuarios de las vías de tal forma que se presenta una relación inversa en cuanto a que mejores sistemas de señalización menor riesgos se deben presentar en las vías de presentarse un siniestro.

En ello juega un papel muy importante el tipo de materiales (pintura) utilizados y aunque todas ellas tienen unas características estándar de acuerdo a la normatividad, existen unas que tienen características especiales en cuanto a su composición, (retroreflectividad, audibles, rugosidad), durabilidad, uso y métodos que permiten una mayor durabilidad, menos coeficientes de rozamiento, en comparación las pinturas tradicionales, estas con un periodo de vida entre uno y tres meses.

Otro factor tiene que ver con el mayor costo que produce interrumpir en tránsito para realizar el mantenimiento de las vías y los traumas ocasionados en la movilidad, como lo es también el mayor costo en las empresas administradoras o ccesionarias de las vías que requieren realizar su mantenimiento más continuo de acuerdo a la vida útil de los materiales tradicionales (entre uno y tres meses).

La solución entonces para ello es la utilización de materiales de mayor duración, retroreflectividad, para ello existen en el mercado nuevos materiales entre ellas pinturas

producidas con características especiales entre ellas se tienen las pinturas de tráfico con material termoplástico, , y con recubrimientos epóxicos, las cuales además de presentar una vida útil 5 y 8 años, su rendimiento la hace las más optima alternativa en la cual el costo / beneficio es muy superior al costo del producto y su aplicación.

Como conclusiones generales se destaca que:

Se presenta una responsabilidad nula de los constructores frente al uso o no de este tipo de pinturas pues la normatividad contiene vacíos en cuanto al tipo explícito del tipo de pintura y sus características como si se presenta en los países europeos, USA y China entre otros.

- Sería una gran oportunidad en el país, si la industria nacional encargada de realizar la señalización vial, tuviesen dentro de su visión este tipo de soluciones sin aliados estratégicos, siendo conscientes que da mayores beneficios en seguridad vial y justifica el costo beneficio.

- La única muestra encontradas en el país, han tenido una durabilidad importante, alrededor de 6 años, sin embargo, y aunque es una aplicación distinta a la propuesta si se aprecia su mejor compasión, durabilidad y estabilidad.

### **Recomendaciones**

Al Ministerio del Transporte y sus de organismos encargados tanto de la planificación, administración de las vías, como de control del Transporte del país llámense: INVIAS, ANI, SUPERTRANSPORTE. ANSV, ONSV, se le recomienda que actualicen la legislación en lo pertinente a la señalización o demarcación y se especifiquen los nuevos tipos de pintura e igual que quede en forma clara su implementación en la construcción de nuevas vías o los posteriores mantenimientos correctivos, sin su incorporación a la legislación y normatividad, difícilmente las empresas constructoras lo harán, pues para ellas prima la reducción de costos sobre otras variables como la propuesta en este trabajo.

- La pintura plástica en frío, no es nueva en el mercado mundial, sin embargo, continentes como Europa y Asia la implementan a gran escala, acatando las disposiciones de la OMS en cuanto a buscar alternativas que permitan la disminución de la siniestralidad vial la seguridad vial por medio de este tipo de soluciones.

- Las empresas de la región dedicadas a la aplicación de pintura para vías, manejan tecnologías obsoletas y la misma pintura tráfico tradicional, a excepción de algunas especiales utilizadas en interiores y a nivel de empresa privadas, se recomienda a las empresas su implementación, situación que se reflejaría en el costo – beneficio al ofrecer productos de altos estándares de calidad, durabilidad e innovación. Prima salvaguardar la vida de los actores viales por encima del lucro. Se aclara que la viabilidad financiera no hace parte del trabajo, pero es lógico que debido a sus características es una alternativa que tiene un menor costo de producción vs beneficio

### Referencias bibliográficas

- AENOR. DIN EN 1436:2007-10. (2007). DIN EN 1436:2007-10. Materiales de señalización vial: rendimiento de la señalización vial para usuarios de carreteras. Obtenido de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/din?c=100965948>
- Agencia Nacional de Seguridad Vial ANSV- Observatorio Nacional de Seguridad Via ONSV. (2020). Boletines estadístico nacional Infograma. Bogotá, D.C.: ANSV. Disponible en: Cifras año en curso.
- Airless. (2021). Pintura de dos componentes. Obtenido de <https://www-discounter.de/noticias/pintura-de-dos-componentes/#:~:text=Tipos%20de%20pintura%20de%20dos,poliuretano%20y%20las%20pinturas%20epoxi.>
- American Association of State Highway and Transportation Officials. AASHTTO. (2013). Especificaciones estándar para materiales de transporte y métodos de muestreo y pruebas. Trigésima tercera edición. New Jersey Ave SE, Washington: AASHTTO. Disponible en: <https://downloads.transportation.org/hm-33tableofcontents.pdf>.
- APV. Equipos para revestimientos. (2021). Las pinturas de demarcación vial. Obtenido de <https://www.apv.cl/n/tipos-de-pintura-en-demarcacion-vial/>
- Arroyo, H. M. (2017). Control de calidad de pinturas para la señalización horizontal de acuerdo a la norma vigente del MTC en el Circuito Los Héroes. Lima Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23103>.
- Barrientos, A. F., & León, R. J. (2019). Estudio de factibilidad para una empresa de señalización y demarcación vial en el departamento del Huila. Huertas, Bogotá D.C. Universidad Santo Tomás. Disponible en:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15928/2019andreshuertas.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

Beijing Roadsafe Technology Co., Ltd. (2021). Productos y equipos para señalización vial.

Obtenido de [https://es.made-in-china.com/co\\_roadsafe/](https://es.made-in-china.com/co_roadsafe/)

Boletín Oficial del Estado. BOE. (2015). 700 Marcas Viales. Boletín Oficial del Estado. BOE.

Núm. 3 sábado 3 de enero de 2015 Sec. III. Pág. 1003. Disponible en:

[http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/ministeriales/fom2523\\_2014/700.pdf](http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/ministeriales/fom2523_2014/700.pdf), 1 - 33.

Carreteros. (2021). Normas UNE. Señalización horizontal. Obtenido de

[http://www.carreteros.org/normativa/marcas\\_v/nocolocados/une.htm](http://www.carreteros.org/normativa/marcas_v/nocolocados/une.htm)

Casanova, C. J. (2019). Mejora la visibilidad de marcas viales por fotoluminiscencia. Domínguez

Sando S.A. Disponible en: <http://acex.eu/nuevosarchivos/Premios/XVpremio/id7.pdf>, 1 - 7.

Contreras, O. A., & Niño, R. C. (2017). Documento para el diseño e implementación de

señalización de Acuerdo al manual de. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Disponible en:

<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6140/ContrerasOrjuelaAngelicaMaria2017.pdf?sequence=1>.

E&S Ltda. (18 de marzo de 2021). Titan ProMark Series. Obtenido de

<https://www.equiposparapintura.com//eysltda1/vp74/sp/aplicacion-demarcacion-pintura-frio#ancla>

Faplisa. (18 de marzo de 2021). F-3111. Plástico en Frío Amarillo Autorreflectante. Obtenido de

<http://www.faplisa.com/producto/f-3111/>

- Garbar Pinturas. (18 de marzo de 2021). Plástico en frío GARBAR CP-70. Obtenido de <https://www.garbar.cl/hojastecnicas/GARBAR-CP-70.pdf>
- Geveko Markings. (18 de marzo de 2021). Plásticos en frío para marcación vial - PlastiRoute. Obtenido de <https://www.geveko-markings.es/productos/plastiroute/>
- Geveko Markings. (s.f.). Plásticos en frío para marcación vial - PlastiRoute. Obtenido de <https://www.geveko-markings.es/productos/plastiroute/>
- Global Petroquímica. (2021). Pintura plástica en frío tipo spray 50/50/1.4. GP-PT-005 (Línea Road Line). Obtenido de Ficha técnicas: <https://gpetroquimica.com/assets/gp-pt-005-pintura-plastico-en-frio-tipo-spray.pdf>
- Global Petroquímica S.A.S. (2021). PINTURA PLÁSTICO EN FRÍO TIPO LLANA 98/2. Obtenido de <https://co.linkedin.com/company/global-petroquimica-s-a-s>
- Granja, B. E. (2014). Diseño de un Hormigón Fluorescente para la señalización de vías terrestres. Quito: Universidad Internacional del Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2258>.
- Gutiérrez, C. S., & Becerra, F. S. (2010). Implementación de un plan de negocio en la empresa Pinturas San Pedro Neiva - Huila. Bogotá: Universidad de La Salle. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1844&context=administracion\\_de\\_empresas](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1844&context=administracion_de_empresas).
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2014). Metodología de la investigación. México D.F. McGraw-Hill. pp. 634. sexta edición. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-ediccion.compressed.pdf> .

Hofmann Marking. (21 de marzo de 2021). Máquinas de pintabandas. Obtenido de

<https://www.hofmannmarking.de/es/marcaje-vial-marcaje-de-lineas/>

ICONTEC. 4744 NTC -3. (2009). Norma Técnica Colombiana 4744 NTC -3. Aplicación de

materiales para la Demarcación de pavimentos. Parte 3: Retroreflectividad en la

Demarcación horizontal en pavimentos. Obtenido de [https://kupdf.net/download/ntc4744-](https://kupdf.net/download/ntc4744-3_5af6f352e2b6f5471fd50440_pdf)

[3\\_5af6f352e2b6f5471fd50440\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntc4744-3_5af6f352e2b6f5471fd50440_pdf)

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses INMLCF. (2021). Boletines

Estadísticos Mensuales. Bogotá: Medicina Legal. disponible en:

<https://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/boletines-estadisticos-mensuales>.

IRAM. (2021). ¿Qué son las normas? Obtenido de [https://iram.org.ar/normalizacion/que-es-una-](https://iram.org.ar/normalizacion/que-es-una-norma/)

[norma/](https://iram.org.ar/normalizacion/que-es-una-norma/)

Mintransporte. (2020). Glosario. Obtenido de <https://www.mintransporte.gov.co/glosario/s/>

Mintransporte. (2020). Manual de señalización vial, dispositivos uniformes para la regulación del

tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá, D.C.: Mintransporte.

Disponible en: [https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-](https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/)

[senalizacion-vial/](https://www.mintransporte.gov.co/documentos/29/manuales-de-senalizacion-vial/).

MITMA. (2012). Guía para el proyecto y ejecución de obras de Señalización vial. Obtenido de

[https://www.mitma.gob.es/recursos\\_mfom/pdfhandler.pdf](https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdfhandler.pdf)

Normalización Española. UNE-EN 1436. (2018). UNE-EN 1436:2018. Materiales para

señalización vial horizontal. Comportamiento de las marcas viales aplicadas sobre la

calzada. Obtenido de [https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042761)

[norma/norma?c=N0042761](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0042761)

Observatorio Nacional de Seguridad Vial. ONSV. (16 de marzo de 2021). Obtenido de

<https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/cifras-ano-en-curso>

OMS. (11 de mayo de 2011). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial

2011–2020. Obtenido de

[https://www.who.int/roadsafety/decade\\_of\\_action/plan/spanish.pdf](https://www.who.int/roadsafety/decade_of_action/plan/spanish.pdf)

Organización Mundial de la Salud. OMS. (2021). Deaths on the roads (Muertes en las

carreteras). Ginebra: OMS. Disponible en: [https://extranet.who.int/roadsafety/death-on-the-roads/#ticker/all\\_road\\_users](https://extranet.who.int/roadsafety/death-on-the-roads/#ticker/all_road_users).

Pico, M. M., González, P. R., & Noreña, A. O. (2011). Seguridad vial y peatonal: una aproximación teórica desde la política pública. *Hacia la Promoción de la Salud*, Volumen

16, No.2, julio - diciembre. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/hpsal/v16n2/v16n2a14.pdf>, 190 - 204.

Pintuco. (2 de agosto de 2020). Productos. Obtenido de Pintutráfico plástico en frío llana:

<https://pintuco.com.co/wp-content/uploads/2020/01/plastico-en-frio-llana.pdf>

Pintuco. (2021). Pintutráfico plástico en frío en llana. Obtenido de

<https://pintuco.com.co/productos/pintutrafico-plastico-en-frio-en-llana/>

Pintuco. (18 de marzo de 2021). Plástico en frío para la demarcación de alta duración en vías.

Obtenido de <https://pintuco.com.co/productos/pintutrafico-plastico-en-frio-en-llana/>

Polania, L. D., & Arroyave, O. A. (2016). Alternativa luminiscente para señalización horizontal.

Bogotá: UNIPILOTO. Disponible en: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003746.pdf>.

RALVA. (2020). 5115 – DOSCRIL. Obtenido de

<https://www.pinturasralva.com/senalizacion/plasticos-frio-dos-componentes/doscril/>

- Ramírez, V. G. (2013). Seguimiento del impacto que tiene la pintura empleada para la demarcación de vías en la durabilidad de los pavimentos. Bogotá D.C.: Universidad de Los Andes. Disponible en: [file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20(3).pdf).
- Ramírez, V. G. (2013). Seguimiento del impacto que tiene la pintura empleada para la demarcación de vías en la durabilidad de los pavimentos. Bogotá D.C.: Universidad de Los Andes. Disponible en: [file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20(1).pdf).
- Reynafarje, S. (19 de junio de 2014). Signovial. Obtenido de Pinturas de tráfico:  
<https://www.signovial.pe/blog/pinturas-trafico/>
- Spinel, S. C. (Universidad de Los Andes). Seguimiento del impacto que tiene la pintura empleada para la demarcación de vías en la durabilidad de los pavimentos. Bogotá D.C.: Universidad de Los Andes. Disponible en:  
[file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/u670168%20(1).pdf).
- Silvestre, G. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad en vías con alto índice de accidentalidad debido al coeficiente de resistencia al deslizamiento. Pereira: Universidad Libre.  
Disponible en:  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17866/EVALUACION%20DE%20LA%20VULNERABILIDAD%20EN%20VIAS%20CON%20ALTO%20INDICE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Simpertegui, R. L. (2019). Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada. Lambayaque Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/3940>.

Standards. Iteh. (2008). CENN 1436: 2007 (Principal). Obtenido de

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/862e42c3-70a7-4da6-9c00-1d4a566d7d41/en-1436-2007>

UNE. UNE-EN 1871:2021. (2021). Materiales para señalización vial horizontal. Pinturas, termoplásticos y materiales plásticos en frío. Propiedades físicas. Obtenido de

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0065438>

**Anexos**

## Anexo A. Cronograma del proyecto

Tabla 31. Cronograma de proyecto

Actividades	Febrero				Marzo				Abril				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Título, Objetivos e Interrogantes	■															
Antecedentes y Planteamiento del Problema		■	■													
Justificación e Importancia de la Investigación			■													
Antecedentes de la Investigación			■	■												
Bases Teóricas, Legales e Históricas				■	■											
Estado del Arte					■	■										
Nivel, Tipo, Diseño, Delimitación y Limitaciones de la Investigación					■	■	■									
Población y Muestra; Unidades de Estudio o Categorías					■	■	■									
Operacionalización de Variables					■	■	■									
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos y de Análisis de Datos					■	■	■									
Procedimiento Metodológico					■	■	■									
Recolección de los Datos							■	■	■	■	■					
Tabulación, Análisis e Interpretación de los Datos											■	■	■			
Entrega I borrador													■	■		
Correcciones														■		
Elaboración y Presentación del Informe Final															■	
Sustentación																■

**Fuente.** Elaboración propia  
Mes dividido en semanas (4)