

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN
DE LA VÍA PIEDECUESTA - LOS SANTOS DESDE EL PR 19+000 HASTA PR
23+000**

**CARLOS ALFREDO GÓMEZ AFANADOR
EDWIN ANTONIO SILVA GRANADA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN
DE LA VÍA PIEDECUESTA - LOS SANTOS DESDE EL PR 19+000 HASTA PR
23+000**

**CARLOS ALFREDO GÓMEZ AFANADOR
EDWIN ANTONIO SILVA GRANADA**

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Civil**

**Director
SANDRA MILENA COTE VARGAS
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2016

A Dios por bendecirme con una hermosa familia y darme la vocación para estudiar esta maravillosa carrera.

A mi padre Alfredo Gómez, por ser mi ejemplo a seguir, por enseñarme la disciplina, el compromiso y la responsabilidad en mi formación personal y profesional.

A mi madre Yolanda Afanador, el motor de mi vida. Por sus oraciones, sus consejos y su amor incondicional.

A mi novia María Paula Rojas, por brindarme su amor, comprensión y apoyarme en todo momento.

A la profesora Sandra, por aportarnos su conocimiento, orientación y confianza en la realización de este proyecto.

Carlos Alfredo Gómez Afanador.

A Cristina Lorena Pedraza, por su gran colaboración y orientación con el software ArcGIS.

A Juan David Martínez, por su disposición para transportarnos en las respectivas salidas de campo.

A la profesora Sandra Milena Cote, por su apoyo y compañía durante la ejecución de esta investigación.

Edwin Antonio Silva Granada

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. ANTECEDENTES	19
1.1. DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE LOS SANTOS.....	19
1.2. DESARROLLO TURÍSTICO EN EL MUNICIPIO DE LOS SANTOS.....	20
1.3. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA MALLA VIAL	21
2. DAÑOS EN EL PAVIMENTO	22
2.1. DAÑOS EN LA SUPERFICIE	23
3. SEÑALIZACIÓN VIAL	25
3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	26
3.1.1. Señales reglamentarias.....	26
3.1.2. Señales preventivas	27
3.1.3. Señales informativas	28
3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	29
3.2.1. Línea de borde de pavimento.....	29
3.2.2. Línea central.....	30
3.2.3. Tachas reflectivas	30

4. MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL	31
4.1. MANTENIMIENTO RUTINARIO.....	31
4.1.1. Señalización Vertical	32
4.1.2. Señalización Horizontal	32
4.2. MANTENIMIENTO PERIÓDICO	33
4.2.1. Señalización vertical.....	33
4.2.2. Señalización Horizontal	33
5. METODOLOGÍA.....	34
5.1. DEMARCACIÓN DE LA VÍA	34
5.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	34
5.3. RECOLECCIÓN DE DATOS MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL	34
5.3.1. Señalización vertical.....	34
5.3.2 Señalización horizontal.....	40
5.3.3. Pavimento	46
5.4. AFOROS VEHICULARES	51
6. RESULTADOS	52
6.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	52
6.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	55
6.3. PAVIMENTO	58

6.4. AFORO VEHICULAR	60
7. CONCLUSIONES.....	64
8. RECOMENDACIONES	66
CITAS BIBLIOGRÁFICAS	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mercado campesino	20
Figura 2. Vía Piedecuesta – Los Santos. PR 19+180	21
Figura 3. Señales reglamentarias.....	26
Figura 4. Señales preventivas	27
Figura 5. Señales informativas	28
Figura 6. Línea de borde de pavimento.....	29
Figura 7. Línea central	30
Figura 8. Tachas reflectivas	30
Figura 9. Campos en Excel de señalización vertical	36
Figura 10. Archivo de señalización vertical guardado en la ruta	37
Figura 11. Vinculación de información de señalización vertical en ArcGIS	37
Figura 12. Join and Relates de datos de señalización vertical	38
Figura 13. Tabla de atributos de señalización vertical.....	38
Figura 14. Layer properties de señalización vertical	39
Figura 15. Consulta de información de señalización vertical.....	40
Figura 16. Campos en Excel de señalización horizontal	43

Figura 17. Archivo de señalización horizontal guardado en la ruta	43
Figura 18. Vinculación de información de señalización horizontal en ArcGIS	44
Figura 19. Join and Relates de datos de señalización horizontal.....	44
Figura 20. Tabla de atributos de señalización horizontal	45
Figura 21. Layer and properties de señalización horizontal	45
Figura 22. Consulta de información de señalización horizontal.....	46
Figura 23. Campos en Excel de pavimentos	47
Figura 24. Archivo de pavimentos guardado en la ruta	48
Figura 25. Vinculación de información de pavimentos en ArcGIS.....	48
Figura 26. Join and Relates de datos de pavimentos.....	49
Figura 27. Tabla de atributos de pavimentos	50
Figura 28. Layer Properties de pavimentos.....	50
Figura 29. Consulta de información de pavimentos	51
Figura 30. Tipo de señales verticales.....	52
Figura 31. Estado físico de las señales verticales.....	53
Figura 32. Estado físico de las señales verticales.....	54
Figura 33. SP-01 – K20+680.....	54
Figura 34. Curva sin señalización – K19+490.....	55
Figura 35. Estado físico de señalización horizontal.....	55

Figura 36. Línea de borde en el tramo de estudio.....	56
Figura 37. Línea de borde en el tramo de estudio.....	57
Figura 38. Observaciones en la señalización horizontal	57
Figura 39. Estado físico del pavimento en el tramo de estudio	58
Figura 40. Estado físico del pavimento en porcentaje.....	58
Figura 41. Estado físico del pavimento en porcentaje.....	59
Figura 42. Falla de cabezas duras (CD) presente en el K19+350.....	60
Figura 43. Aforo vehicular día martes, sentido Los Santos – Piedecuesta	61
Figura 44. Aforo vehicular día domingo, sentido Los Santos – Piedecuesta.....	61
Figura 45. Aforo vehicular día miércoles, sentido Piedecuesta – Los Santos	62
Figura 46. Aforo vehicular día domingo, sentido Piedecuesta – Los Santos.....	62

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipos de daños de la superficie de un pavimento flexible	23
Tabla 2. Tipos de deterioros en un pavimento flexible	24
Tabla 3. Nomenclatura de señalización vertical	36
Tabla 4. Hora de máxima demanda en el sentido Los Santos- Piedecuesta	63
Tabla 5. Hora de máxima demanda en el sentido Piedecuesta – Los Santos	63
Tabla 6. Hora de máxima demanda en ambos sentidos	63
Tabla 7. Recomendaciones de señalización vertical	67

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de inspección visual para señalización vertical.	70
Anexo B. Formato de inspección visual para señalización horizontal.	71
Anexo C. Formato de inspección visual para pavimentos.	72
Anexo D. Formato de aforos vehiculares.	73

RESUMEN

TÍTULO: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA PIEDECUESTA – LOS SANTOS DESDE EL PR 19+000 HASTA PR 23+000*

AUTORES: CARLOS ALFREDO GÓMEZ AFANADOR
EDWIN ANTONIO SILVA GRANADA**

PALABRAS CLAVE: SEÑALIZACIÓN VIAL, PAVIMENTO, INSPECCIÓN VISUAL, AFORO VEHICULAR.

DESCRIPCIÓN:

En el presente trabajo de investigación se realiza un estudio detallado al estado actual de la malla vial, señalización vertical y horizontal existente en un tramo de vía de 4 kilómetros comprendidos desde el PR 19+000 hasta el PR 23+ 000 del corredor vial que conduce del municipio de Piedecuesta al municipio de Los Santos. La metodología para este estudio consistió en el levantamiento de datos cada 10 metros; para el levantamiento de la información de la señalización vertical y horizontal respectiva se adaptan formatos emitidos por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), el Ministerio de Transporte y convenios con la Pontificia Universidad Javeriana, para el levantamiento de la información concerniente al pavimento se usa un formato de elaboración propia, teniendo en cuenta las especificaciones del manual de inspección visual para pavimentos flexibles emitido por el Ministerio de Transporte. El procesamiento de estos datos se desarrolla mediante el software ArcGIS donde se interpreta de manera concisa y detallada las partes relevantes de este estudio. Siendo posible evidenciar de forma practica el estado actual de este tramo de vía, en sus tres campos de acción, con el fin de realizar un análisis detallado de lo recolectado en campo y así diagnosticar de forma precisa el estado de este tramo de vía, el cual se evidencia en condiciones desfavorables para la señalización vertical y condiciones alarmantes para la señalización horizontal y estado de la malla vial.

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingenierías Físico -mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas.

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSIS OF CURRENT STATE OF ROAD MESH AND SIGNALING OF THE ROAD PIEDECUESTA - THE SANTOS SINCE PR 19+000 TO PR 23+000*

AUTHORS: CARLOS ALFREDO GÓMEZ AFANADOR
EDWIN ANTONIO SILVA GRANADA**

KEYWORDS: ROAD SIGNS, PAVEMENT, VISUAL INSPECTION, TRAFFIC COUNT.

DESCRIPTION:

In the present research work is carried out a detailed study to the current state of the road mesh, vertical and horizontal road signs existing in a section of track of 4 kilometers from PR 19+000 to PR 23 + 000 of the road corridor that leads from the municipality of Piedecuesta to the municipality of Los Santos. The methodology for this study consists of data collection each 10 meters; for the data collection of the information vertical and horizontal road signs respective, adapts formats issued by Instituto Nacional de Vías (INVIAS), the Ministry of Transport and agreements with La Pontificia Universidad Javeriana, for the collection of information concerning to pavements, is used a format of own production, Taking into account the specifications of the visual inspection for flexible pavements manual issued by the ministry of transport. The processing of this data is developed by the software ArcGIS where it is interpreted in a concise and detailed manner the relevant parts of this study it being possible to demonstrate practically the current state of this track section in its three of action in order to carry out a detailed analysis of the collected in field and thus diagnosis in a precise way the state of this track section, which is evidenced in unfavorable conditions for the vertical road signs and alarming conditions for horizontal road signs and current condition of the road mesh.

*Bachelor Thesis.

** Faculty of Physico-Mechanical Engineering. Civil Engineering School. Director: Sandra Milena Cote Vargas

INTRODUCCIÓN

Un país en pleno desarrollo exige buenas vías de comunicación, ya que estas dan accesibilidad a los diferentes puntos, tanto de producción como de consumo a lo largo y ancho del país, razón por la cual la infraestructura y los servicios de transporte deben ser eficientes, rentables, confiables y ecológicamente sostenibles. La importancia y relevancia de un buen estado de las carreteras llevan a tener una especial atención al proceso constructivo y al mantenimiento que estas requieren.

En Santander, Los Santos está catalogado como una de las capitales turísticas de la región, por lo cual, las redes viales de acceso a este importante municipio juegan un papel fundamental, ya que un buen estado en la malla vial hace atractivo al municipio para los turistas. Por lo cual se precisa contar con una infraestructura vial que preste los niveles de servicio requeridos y así garantizar que la comunicación entre Los Santos y el área metropolitana de Bucaramanga se lleve a cabo de la mejor forma posible, beneficiando el desarrollo socioeconómico del departamento de Santander.

Es así como este proyecto busca determinar la situación de un tramo de 4 kilómetros de la vía que conduce de Piedecuesta al municipio de Los Santos entre el PR 19+000 hasta el PR 23+000, la señalización vertical y horizontal, de la infraestructura de la malla vial y del pavimento; estableciendo las condiciones actuales de funcionamiento y, por medio de los acuerdos y normas emitidas por el Ministerio de Transporte y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), definir los puntos sobre los cuales se pretende dar solución a este problema buscando reducir los índices de accidentalidad por causa de estos factores y mejorar el nivel de servicio de la vía.

1. ANTECEDENTES

A continuación se presentarán datos generales del municipio de Los Santos, la importancia turística que tiene para el departamento de Santander y la actual problemática por la que atraviesa la vía que conduce de Piedecuesta a la cabecera municipal de Los Santos.

1.1. DATOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE LOS SANTOS

El municipio de Los Santos se encuentra ubicado en la cordillera oriental de Colombia, a 62 kilómetros de Bucaramanga. Según cifras del DANE la población proyectada de Los Santos para 2016 es de 12.299 habitantes [1], de los cuales 10.386 habitantes (79.88%) pertenecen al área rural.

La economía de Los Santos se basa principalmente en el turismo, no obstante es un importante productor avícola de la región. También destaca su producción de maracuyá, tabaco, tomate, pimentón, entre otras hortalizas [2]. A continuación se presentan datos del contexto municipal:

- Ubicación: Provincia de Soto, Santander, Colombia.
- Área total: 284.7 Km^2
- Altitud Media: 1310 m.s.n.m.
- Temperatura media: 21.3°C
- Población Total: 12.185 habitantes.
- Densidad Poblacional Neta: 25 Hab/ Km^2
- Distancia desde Los Santos a Bucaramanga: 62 Km

1.2. DESARROLLO TURÍSTICO EN EL MUNICIPIO DE LOS SANTOS

Los Santos representa un lugar histórico que guarda la tradición colonial de los pueblos antiguos de Santander, sus casas construidas en teja española y paredes de tapia pisada. El desarrollo turístico ha impulsado la construcción de hermosas fincas de veraneo, que contrastan con hermosos paisajes que la naturaleza brinda a los turistas y visitantes. La mesa de los Santos se ha convertido en el sitio obligado de descanso de los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga, por estar muy cerca de la capital, por poseer un clima maravilloso y por ser un lugar de paz.

Figura 1. Mercado campesino.



Durante los últimos años en la mesa de Los Santos ha aumentado la afluencia de turismo: Modernos conjuntos, clubes sociales, fincas recreacionales, cabañas, instalaciones deportivas, lagos para prácticas náuticas, el mercado campesino, sitios turísticos como El Salto del Duende o el Parque Nacional del Chicamocha (PANACHI) se pueden encontrar a lo largo de la vía que lleva a este municipio, los

cuales ofrecen alternativas de descanso a los habitantes del área metropolitana de Bucaramanga y atraen turistas de todo el país.

1.3. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LA MALLA VIAL

Por lo expuesto anteriormente, un municipio con un desarrollo turístico como Los Santos requiere de una infraestructura vial adecuada, que brinde a sus visitantes comodidad para movilizarse.

El Gobierno Nacional, a través del ministerio de transporte, tiene como misión garantizar el desarrollo y mejoramiento del transporte, tránsito y su infraestructura de manera integral, competitiva y segura. No obstante, actualmente la vía se encuentra en un lamentable estado. En gran parte del tramo de estudio se presentan diversas fallas en el pavimento, la señalización horizontal es inexistente y se evidencia señalización vertical que precisa mantenimiento.

Figura 2. Vía Piedecuesta – Los Santos. PR 19+180.



2. DAÑOS EN EL PAVIMENTO

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados, adecuadamente compactados y que se apoyan sobre la subrasante. El pavimento debe resistir los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le imponen durante el período para el cual se diseña, así como soportar las deformaciones máximas admisibles por los materiales que lo conforman.

El buen desempeño de un pavimento está relacionado con las actividades de mantenimiento rutinario y periódico, las cuales contribuyen con su durabilidad, seguridad y comodidad de los usuarios. Las actividades principales para determinar y corregir los daños que se puedan presentar en un pavimento son: diagnóstico y corrección de los daños presentes a través de las actividades de mantenimiento.

De acuerdo al Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria [3], un pavimento debe cumplir los siguientes requisitos:

- Ser resistente a la acción de cargas impuestas por el tránsito.
- Ser resistente ante los agentes de intemperismo.
- Presentar una regularidad superficial, tanto transversal como longitudinal, que permita una adecuada comodidad a los usuarios.
- Ser durable.
- Presentar condiciones adecuadas de drenaje.
- El ruido generado por el paso de los vehículos en la vía debe ser moderado.
- Poseer el color adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos.

A continuación se presentan los tipos de daño más frecuentes encontrados en los pavimentos flexibles.

2.1. DAÑOS EN LA SUPERFICIE

En la Tabla 1 se presentan los tipos de daños más frecuentes encontrados en la superficie de un pavimento flexible.

Tabla 1. Tipos de daños de la superficie de un pavimento flexible.

Tipo de daño	Descripción	Código
Desprendimientos	Pérdidas de agregados en tratamientos superficiales	PA
	Descascaramiento. Pérdida de capa de rodadura	DS
	Ojo de pescado (bache superficial)	OP
Alisamientos	Exudación de asfalto	EX
	Pulimento	PU
Exposición de agregados	Cabeza dura (pérdida de película de ligante)	CD

2.1.1. Deterioros en la estructura. En la Tabla 2 se presentan los tipos de daños más comunes en la estructura de un pavimento flexible.

Tabla 2. Tipos de deterioros en un pavimento flexible.

Tipo de daño	Descripción	Código
Deformaciones	Baches profundos	BP
	Ondulaciones	ON
Agrietamientos	Grieta longitudinal	GL
	Grieta transversal	GT
	Falla en bloque	FBL
	Piel de cocodrilo	PC

3. SEÑALIZACIÓN VIAL

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada con miras a garantizar su seguridad, fluidez, orden y comodidad. En efecto, a través de la señalización se indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje.

La función de las señales es reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir de peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes.

Según el Manual de Señalización Vial [4], toda señal de tránsito debe satisfacer los siguientes requisitos mínimos para cumplir integralmente su objetivo:

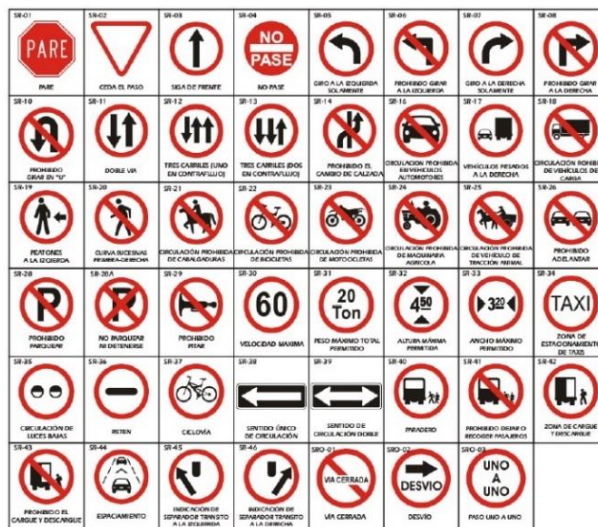
- Debe ser necesaria.
- Debe ser visible y llamar la atención.
- Debe ser legible y fácil de entender.
- Debe dar tiempo suficiente al actor del tránsito para responder adecuadamente.
- Debe infundir respeto.
- Debe ser creíble.

3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a sus usuarios. De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en preventivas, reglamentarias e informativas.

3.1.1. Señales reglamentarias. Llamadas también de reglamentación, tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre su uso. Estas señales se identifican con el código SR. Su violación acarrea las sanciones previstas en el Código Nacional de Tránsito Terrestre. Su forma es circular y su color es fondo blanco, orlas y franjas diagonales de color rojo; símbolos, letras y números en negro.




































































Figura 3. Señales reglamentarias.



Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte.

3.1.2. Señales preventivas. Llamadas también de prevención, tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de esta. Se identifican con el código SP. Su forma es un cuadrado con diagonal vertical rombo, la excepción de aplicación de esta forma es SP-54: paso a nivel y SP-40: flecha direccional. Su color es, en general, el amarillo para el fondo y el negro para orlas, símbolos, letras y números, las excepciones son SP-23: semáforo, SP-29: prevención de pare, SP-33: prevención de ceda el paso y SP-54: paso a nivel.





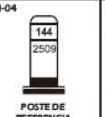
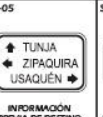
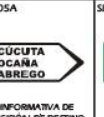





















































Figura 4. Señales preventivas.

SP-01  CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SP-02  CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SP-03  CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	SP-04  CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA	SP-05  CURVA Y CONTRACURVA PELIGROSA IZO-DER	SP-06  CURVA Y CONTRACURVA PELIGROSA DER-IZO	SP-07  CURVA SUCEVAS PRIMERA-IZQUIERDA	SP-08  CURVA SUCEVAS PRIMERA-DERECHA
SP-09  CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADA IZO-DER	SP-10  CURVA Y CONTRACURVA PRONUNCIADA DER-IZO	SP-11  INTERSECCIÓN DE VÍAS	SP-12  VÍA LATERAL IZQUIERDA	SP-13  VÍA LATERAL DERECHA	SP-14  BIFURCACIÓN EN "T"	SP-15  BIFURCACIÓN EN "Y"	SP-16  BIFURCACIÓN IZQUIERDA
SP-17  BIFURCACIÓN DERECHA	SP-18  BIFURCACIÓN ESCALONADA IZO-DER	SP-19  BIFURCACIÓN ESCALONADA DER-IZO	SP-20  GLORIETA	SP-21  INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO IZQUIERDA	SP-22  INCORPORACIÓN DE TRÁNSITO DERECHA	SP-23  SEMAFORO	SP-24  SUPERFICIE RESACA
SP-25  RESALTO	SP-26  DEPRESIÓN	SP-27  DESCENSO PELIGROSO	SP-28  REDUCCIÓN SIMÉTRICA DE LA CALZADA	SP-29  PREVENCIÓN DE PARE	SP-30  REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA IZO	SP-31  REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA DER	SP-32  ENSANCHE SIMÉTRICO DE LA CALZADA
SP-33  PREVENCIÓN DE CEDA EL PASO	SP-34  ENSANCHE ASIMÉTRICO DE LA CALZADA IZO	SP-35  ENSANCHE ASIMÉTRICO DE LA CALZADA DER	SP-36  PUENTE ANGOSTO	SP-37  TUNEL	SP-38  PESO MÁXIMO TOTAL PERMITIDO	SP-39  CIRCULACIÓN EN DOS SENTIDOS	SP-40  FLECHA DIRECCIONAL
SP-41  TRES CARRILES JUFO EN CONTRAPLAN	SP-42  ZONA DE DERRUMBE	SP-43  TRES CARRILES JUFO EN CONTRAPLAN	SP-44  SUPERFICIE DESLIZANTE	SP-45  MAQUINARIA AGRÍCOLA EN LA VÍA	SP-46  PEATONES EN LA VÍA	SP-47  ZONA ESCOLAR	SP-48  ZONA DEPORTIVA
SP-49  ANIMALES EN LA VÍA	SP-50  ALTURA LIBRE	SP-51  ANCHO LIBRE	SP-52  CRUCE A NIVEL CON EL FERROCARRIL	SP-53  BARRERA	SP-54  PASO A NIVEL	SP-55  REDUCCIÓN DE SEPARADOR DE CARRILES	SP-55A  REDUCCIÓN DE SEPARADOR DE CARRILES
SP-56  TERMINACIÓN DE VÍA CON SEPARADOR DE CARRILES	SP-56A  TERMINACIÓN DE VÍA CON SEPARADOR DE CARRILES	SP-57  FINAL DEL PAVIMENTO	SP-59  CICLISTAS EN LA VÍA	SP-67  RIESGO DE ACCIDENTE	SP-101  OBRA EN LA VÍA A 100 m	SP-102  TRABAJOS EN LA VÍA	SP-103  MAQUINARIA EN LA VÍA
SP-104  BANDERERO	SP-105  CARRIL IZQUIERDO CERRADO	SP-106  DESVIÓ					

Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte.

3.1.3. Señales informativas. Llamadas también de información, tienen por objetivo guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc. Estas señales se identifican con el código SI. Las señales informativas se clasifican en (a) de identificación, (b) mojones, (c) de destino, (d) de información en ruta, (e) de información general, (f) de servicios y (g) de información turística.

Figura 5. Señales informativas.

SI-01  RUTA NACIONAL	SI-01A  RUTA DEPARTAMENTAL	SI-02  RUTA PANAMERICANA	SI-03  RUTA MARGINAL DE LA SELVA	SI-04  POSTE DE REFERENCIA	SI-05  INFORMACIÓN PREVIA DE DESTINO	SI-05A  INFORMATIVA DE DECISIÓN DE DESTINO	SI-05B  CROCQUIS
SI-05C  DESCRIPCIÓN DE GIROS	SI-06  CONFIRMATIVA DE DESTINO	SI-07  SITIO DE PARQUEO	SI-07A  ZONA ESPECIALES DE PARQUEO	SI-08  PARADERO DE BUSES	SI-09  ESTACIONAMIENTO DE TAXIS	SI-10  TRANSBORDADOR	SI-11  VÍA PARA CICLISTAS
SI-12  MONUMENTO NACIONAL	SI-13  ZONA MILITAR	SI-14  AEROPUERTO	SI-15  HOSPEDAJE	SI-16  PRIMEROS AUXILIOS	SI-17  SERVICIOS SANITARIOS	SI-18  RESTAURANTE	SI-19  TELÉFONO
SI-20  IGLESIA	SI-21  TALLER	SI-22  ESTACIÓN DE SERVICIO	SI-23  MONTAÑAS	SI-24  CRUCE PEATONAL	SI-25  DISCAPACITADOS	SI-26  NOMENCLATURA URBANA	SI-27  SEGURIDAD VIAL
SI-28  GEOGRÁFICA	SI-29  TRANSPORTE FERROVIARIO	SI-30  TRANSPORTE MASIVO	SI-31  ZONA RECREATIVA	SI-32  CAMBIO DE MONEDA	SI-33  ZONA DE CAMPING	SI-34  PLAYA	SI-35  MUSEO
SI-36  MUELLE	SI-37  ZOOLOGICO	SI-38  PUNTO DE INFORMACIÓN TURÍSTICA	SI-39  ARTESANÍAS	SI-40  BIENES ARQUEOLÓGICOS	SI-41  LAGO	SI-42  POLIDEPORTIVO	SI-43  MIRADOR
SI-44  ALQUILER DE AUTOS	SI-45  ATRACTIVO NATURAL	SI-46  VOLCÁN	SI-47  NEVADO	SI-48  TERMAL	SI-49  CASCADA	SI-50  PESCA	SIO-01  OBRA EN LA VÍA
SIO-02  INFORMACIÓN INICIO DE OBRA	SIO-03  INFORMACIÓN FIN DE OBRA	SIO-04  CARRIL CERRADO (D EIR-CENT-2EQ)	SIO-05  DESVÍO				

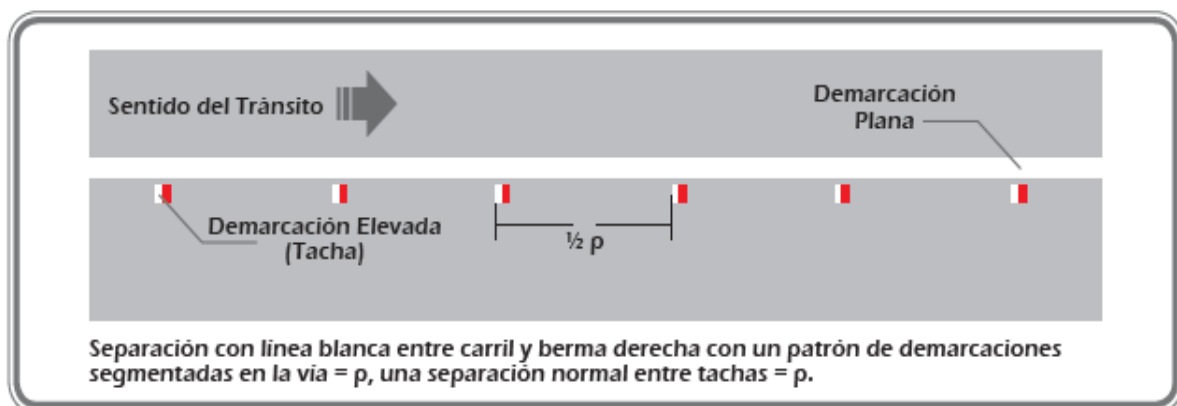
Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte

3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

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

3.2.1. Línea de borde de pavimento. Indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, dónde se encuentra el borde exterior del pavimento, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste y así tener menor probabilidad de invadir un carril en contraflujo. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas demarcaciones son a veces la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en vías rurales.

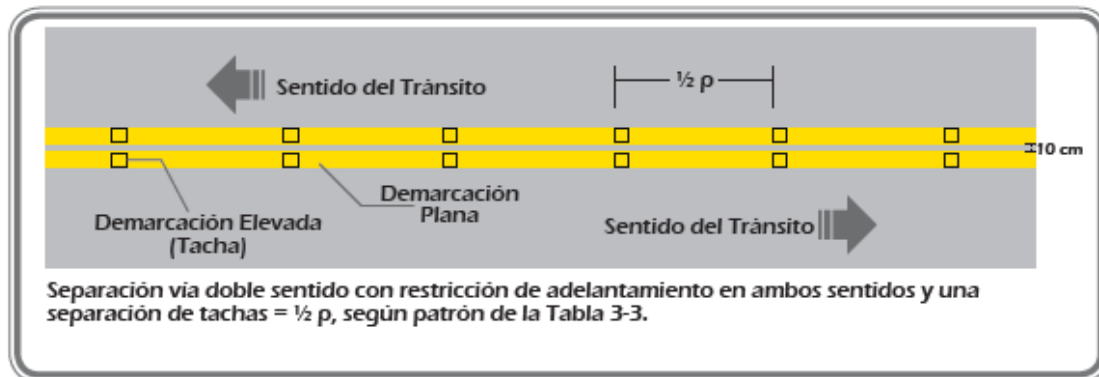
Figura 6. Línea de borde de pavimento.



Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte

3.2.2. Línea central. Se encuentran entre dos flujos; sin embargo, no necesariamente están en el eje central de una calzada, por ejemplo en el caso en el que el número de carriles no sea igual por sentido. Son de color amarillo cuando separan dos sentidos de tránsito y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar dónde se separan los flujos de circulación opuestos.

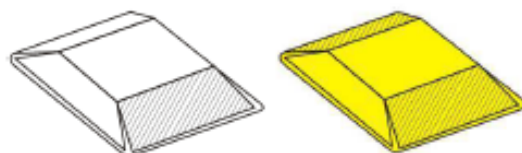
Figura 7. Línea central.



Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte

3.2.3. Tachas reflectivas. Dispositivos pegados sobre el pavimento o marcadores que pueden ser usados como elementos de guía, como complemento a la demarcación y en algunos casos como sustitución, con el fin de mejorar las condiciones de visibilidad de la señalización horizontal.

Figura 8. Tachas reflectivas.



Fuente: Manual de señalización vial (2015) – Ministerio de Transporte.

4. MANTENIMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL

Es el conjunto de actividades que se realizan para conservar de manera funcional y en buen estado los dispositivos utilizados para regular la circulación vehicular, y así garantizar que los conductores viajen de forma cómoda y segura. El mantenimiento de la señalización pretende conservar el patrimonio vial. [4]

El mantenimiento periódico de la señalización vial debe realizarse con una frecuencia de una vez por año; el rutinario, dos veces durante el año, y el funcional consiste en inspecciones mensuales, que pretenden detectar fallas en la señalización que se haya podido generar por algún evento aleatorio.

El propósito de efectuar el mantenimiento de la señalización vial es conservar las señales, demarcaciones y demás dispositivos, de manera que permita a los usuarios de la vía su fácil identificación, lectura e interpretación. Y de esta forma se garantice el mensaje que debe dar la señalización, sobre el diseño geométrico y el entorno general de la carretera.

4.1. MANTENIMIENTO RUTINARIO

Comprende aquellas actividades que se realizan con una mayor frecuencia y buscan ofrecer al usuario una correcta visibilidad de la señalización horizontal y vertical, con el fin de conservar su efectividad. La correcta conservación de los dispositivos de control de tránsito asegura legibilidad y visibilidad, ello permite conservar las buenas condiciones operacionales y que, en consecuencia se genere el respeto por parte de los conductores de los vehículos y, en general de todos los actores de la movilidad. El mantenimiento rutinario de señalización corresponde

mayoritariamente a actividades de limpieza, incluidas las actividades relacionadas con el retiro de vegetación y limpieza del derecho de vía para evitar que la maleza, los árboles y los arbustos obstruyan la señalización.

4.1.1. Señalización Vertical. En la fase de mantenimiento rutinario es necesario limpiar las señales vertical que se encuentren sucias, aunque también se requiere incluir el reacondicionamiento, que se refiere a problemas de orientación o inclinación, y de repintado en el poste de las señales. Asimismo, es necesario retirar vegetación que se encuentre en frente a las señales, con el fin de garantizar la visibilidad y legibilidad de las señales.

Es necesario realizar labores de descontaminación visual general de cada señal, es decir, que queden libres de todo agente externo que impida su operabilidad, como tachones, rayones, publicidad, etc. Las actividades que se realizan durante el mantenimiento de la señalización vertical son: Limpieza de señales, reacondicionamiento, poda, retiro de vegetación y descontaminación visual.

4.1.2. Señalización Horizontal. En el caso de la señalización horizontal es necesario realizar labores de limpieza de la superficie de rodadura de manera tal que se garantice la visibilidad de la demarcación existente sobre la estructura de pavimento.

De igual manera, debe realizarse una limpieza del derecho de vía con el fin de retirar tanto la vegetación como los desechos existentes de otro tipo que allí se encuentren, que afecten o puedan afectar la correcta visibilidad de las líneas de borde del pavimento. Las actividades que se realizan durante el mantenimiento de la

señalización horizontal son: Limpieza del derecho de vía y limpieza de superficie de rodadura y demarcación horizontal.

4.2. MANTENIMIENTO PERIÓDICO

Es el conjunto de actividades que tienen como propósito de evitar el deterioro de los elementos de la señalización y mantener la integridad de la señalización de la carretera. El mantenimiento periódico debe propender por garantizar la señalización corresponda con las condiciones del tránsito, estas deben ser revisados periódicamente para determinar si se cumple.

Comprende aquellas actividades de mayor magnitud y no está limitada solamente a labores de limpieza de los dispositivos de control. Incluye actividades de retiro, reparación y sustitución, según sea el caso, de los dispositivos de señalización vial a los cuales se les efectúa el mantenimiento periódico. Las actividades periódicas deberán realizarse anualmente y contemplar aquellos requerimientos de mayor escala que hayan sido detectados en el diagnóstico.

4.2.1. Señalización vertical. El mantenimiento periódico de la señalización vertical Incluye aquellas actividades que requieren acciones mayores que el reacondicionamiento. Entre las actividades a realizar se encuentran: Instalación de señales verticales requeridas, retiro de señales y reparación de mojonos.

4.2.2. Señalización Horizontal. El mantenimiento periódico de la señalización horizontal comprende el repintado de toda la demarcación existente sobre la superficie de rodadura. Entre las actividades a realizar se encuentra únicamente el repintado de la demarcación, pero como una actividad previa es necesario realizar labores de limpieza de la superficie.

5. METODOLOGÍA

A continuación se presenta la metodología usada para la realización del diagnóstico e inspección visual, que consistió en 3 fases: Demarcación de la vía, levantamiento topográfico e inspección visual y aforo vehicular.

5.1. DEMARCACIÓN DE LA VÍA

Consistió en utilizar un odómetro para demarcar los 4 kilómetros de vía en 400 tramos de 10 metros. De esta forma la inspección se realiza por cada tramo para dar un análisis más preciso de la situación actual del tramo vial.

5.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Ante la necesidad de conocer la topografía existente, se realizó el levantamiento topográfico de la vía mediante un GPS Submétrico Ashtech Mobilemapper, la nube de puntos recogida fue exportada al software AutoCAD.

5.3. RECOLECCIÓN DE DATOS MEDIANTE INSPECCIÓN VISUAL

Con el tramo de vía dividido se procede a realizar la inspección visual.

5.3.1. Señalización vertical. Para la recolección de datos referentes a la señalización vertical se utilizó el formato de inspección visual del Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado) emitida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Pontificia Universidad Javeriana. (Anexo A).

5.3.1.1. Recolección de datos. Se realiza el levantamiento de la información, especificando las abscisas del tramo a considerar, la ubicación donde se encuentra la señal (Izquierda o Derecha), el código de la señal donde se indica si es

reglamentaria (SR), preventiva (SP), informativa (SI), si el tamaño del tablero cumple con lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte, el estado físico en el que se encuentra (Bueno, Regular o Malo) y la recomendación (Limpiar, Repintar, Reparar o Reponer).

5.3.1.2. Ingreso, procesamiento y consulta de información en ArcGIS. Para ingresar datos de señalización vertical se tendrán en cuenta las siguientes pautas:

5.3.1.2.1. Elaboración de campos en Excel para el ingreso de datos. Se elabora una tabla para diligenciar los datos correspondientes a la inspección visual de la señalización vertical que contiene los siguientes criterios:

Especificaciones de la tabla:

- **UBICACIÓN**: Se indicará con la letra “K” (mayúscula) seguida del kilómetro correspondiente, Posteriormente el signo “+” y tres dígitos referentes a los metros en la abscisa; sin espacios. Ejemplo “K15+000”.
- **COSTADO**: Muestra en qué lado de la calzada se encuentra la señal de acuerdo al sentido del abscisado siendo esta Derecha o Izquierda.
- **TIPO DE SEÑAL**: Se registrará el nombre de la señal de acuerdo con el código que la representa tanto para las reglamentarias, informativas y preventivas.
- **ESTADO**: Caracterizar las señales existentes.

El esquema que se llevará en Excel agrupará los siguientes datos, con los cuales se desea tener una idea de la carencia de Señalización Vertical en el tramo de vía que se dató.

Figura 9. Campos en Excel de señalización vertical.

FID	PR_I	PR_F	UBICACION	TIPO_SEÑAL	ESTADO	DIAGNOSTICO	FOTO
449	K10+500	K10+510	-	-	-	-	-
448	K10+510	K10+520	-	-	-	-	-
447	K10+520	K10+530	-	-	-	-	-
446	K10+530	K10+540	-	-	-	-	-
445	K10+540	K10+550	-	-	-	-	-

Para completar los datos se tendrá en cuenta la siguiente nomenclatura:

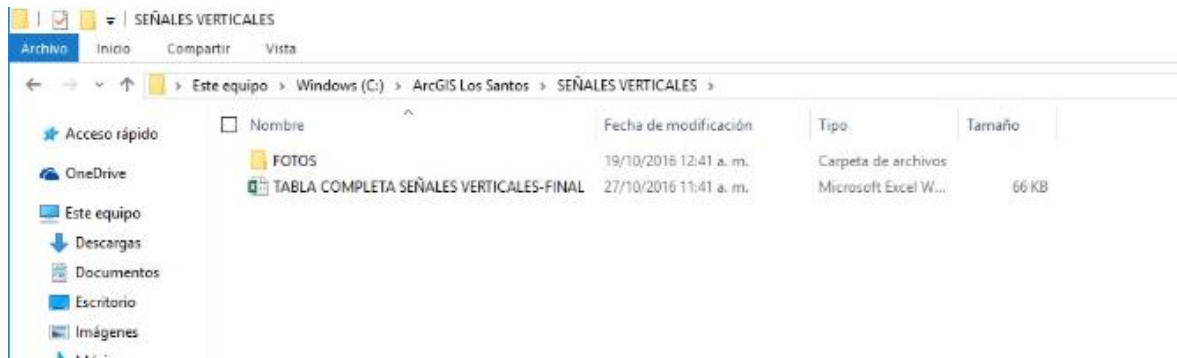
Tabla 3. Nomenclatura de señalización vertical.

Diagnóstico	Código
Señales verticales obstruidas	SO
Zonas escolares sin señalización adecuada	ZS
Señalización deficiente en intersecciones	SD
Falta de señalización en curvas de alta peligrosidad	SP
Defensas metálicas en mal estado	DM
Duplicidad de señalización vertical	DV
Ambigüedad en señalización vertical	AS
Señales verticales que no están de acuerdo con la especificación	SV
Abruptas reducciones de calzadas no señalizadas	RS

5.3.1.2.2. Exportación de la tabla de datos al software ArcGIS. Para exportar los datos a ArcGIS se tiene en cuenta las siguientes pautas:

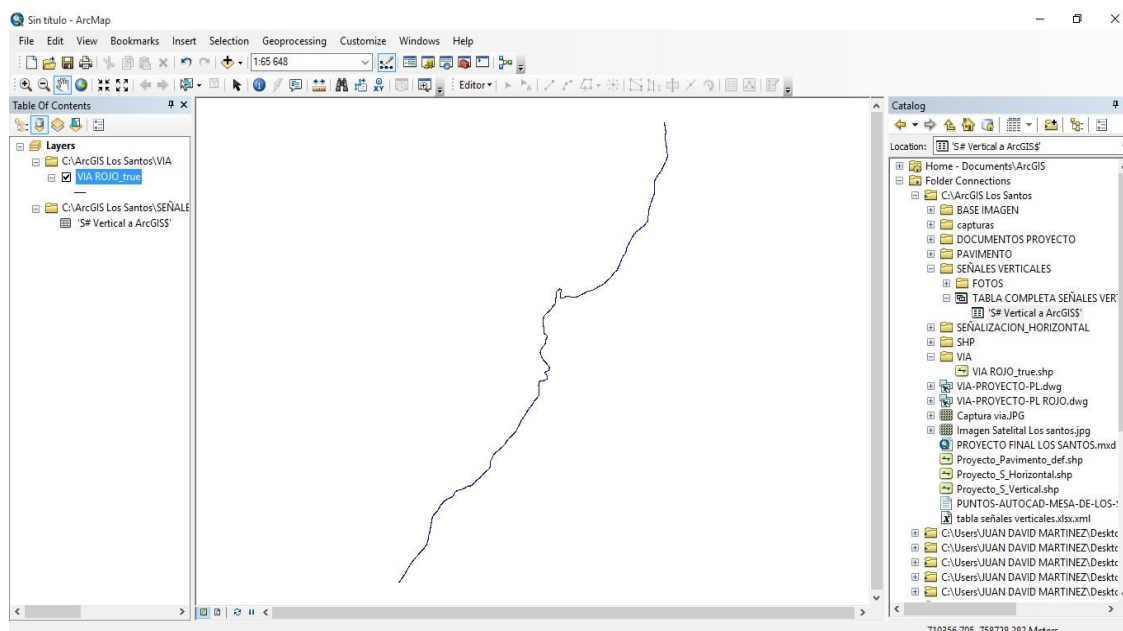
La tabla elaborada anteriormente se guarda, en la ruta C:\ArcGIS Los Santos\SEÑALIZACION_VERTICAL.

Figura 10. Archivo de señalización vertical guardado en la ruta.



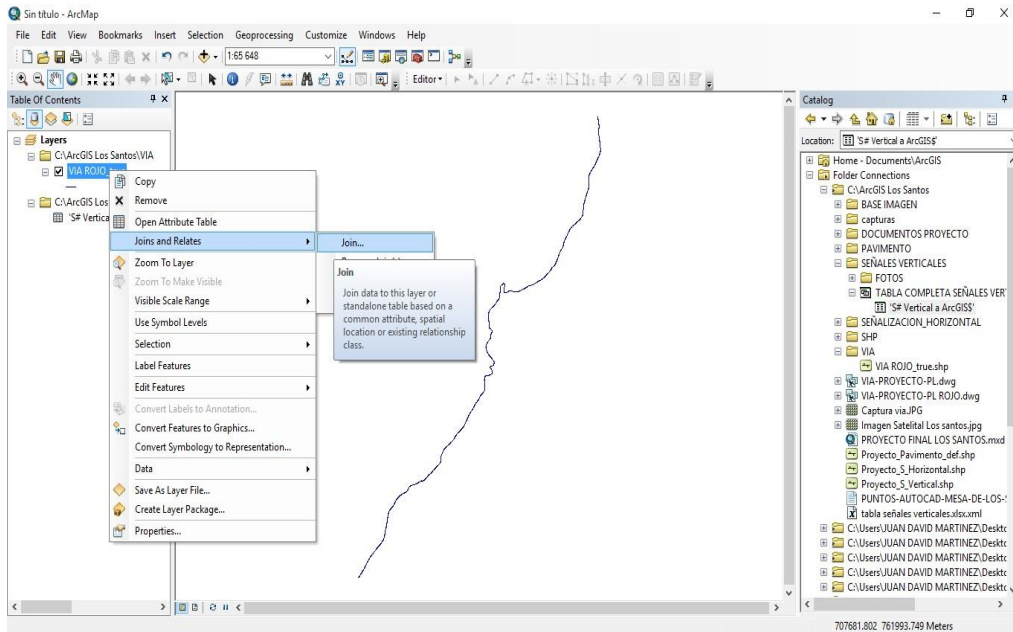
Se vincula esta carpeta al software ArcGIS.

Figura 11. Vinculación de información de señalización vertical en ArcGIS.



Se relaciona la tabla con la vía anteriormente georreferenciada (VIA ROJO_true), por medio de la herramienta de ArcGIS "Join and Relates". Siguiendo este procedimiento: Join and Relates/Join.

Figura 12. Join and Relates de datos de señalización vertical.



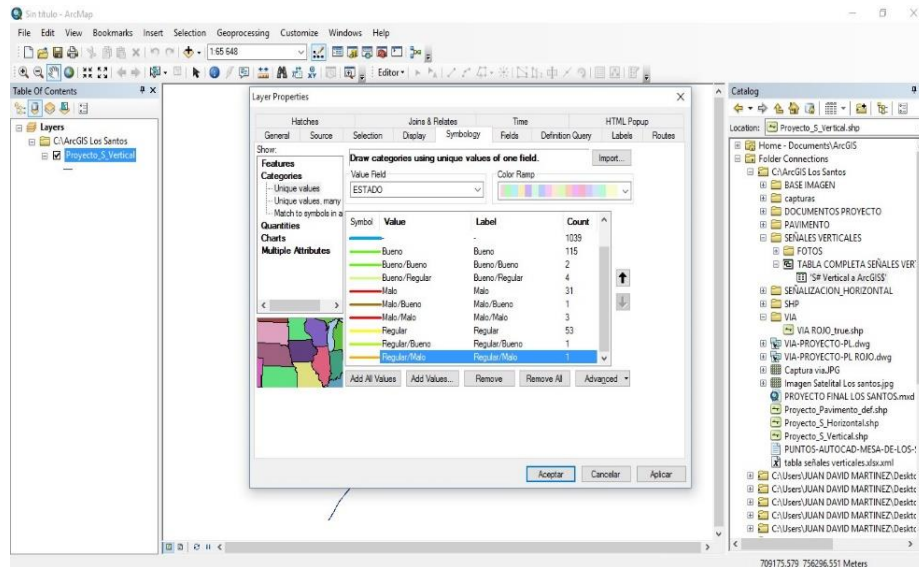
A continuación se abre la tabla de atributos de la vía y se comprueba que la relación de datos concuerde.

Figura 13. Tabla de atributos de señalización vertical.

ID	Rd	PR_L	PR_F	UBICACION	TIPO_SEÑAL	ESTADO	DIAGNOSTICO
0	0	K14+990	K15+000	I	SP-10	Bueno	Limpiar
1	1	K14+980	K14+990	I	SP-27	Bueno	Limpiar
2	2	K14+970	K14+980	-	-	-	-
3	3	K14+960	K14+970	-	-	-	-
4	4	K14+950	K14+960	-	-	-	-
5	5	K14+940	K14+950	D	SP-09	Regular	Dañada
6	6	K14+930	K14+940	-	-	-	-
7	7	K14+920	K14+930	-	-	-	-
8	8	K14+910	K14+920	-	-	-	-
9	9	K14+900	K14+910	-	-	-	-
10	10	K14+890	K14+900	-	-	-	-
11	11	K14+880	K14+890	-	-	-	-
12	12	K14+870	K14+880	D	SP-06	Regular	Reparar
13	13	K14+860	K14+870	-	-	-	-
14	14	K14+850	K14+860	-	-	-	-
15	15	K14+840	K14+850	-	-	-	-
16	16	K14+830	K14+840	-	-	-	-
17	17	K14+820	K14+830	-	-	-	-
18	18	K14+810	K14+820	-	-	-	-
19	19	K14+800	K14+810	I	SR-30	Bueno	Limpiar
20	20	K14+790	K14+800	D	Curva Peligrosa	Bueno	Cambiar
21	21	K14+780	K14+790	-	-	-	-
22	22	K14+770	K14+780	-	-	-	-
23	23	K14+760	K14+770	-	-	-	-
24	24	K14+750	K14+760	-	-	-	-
25	25	K14+740	K14+750	-	-	-	-
26	26	K14+730	K14+740	-	-	-	-
27	27	K14+720	K14+730	-	-	-	-

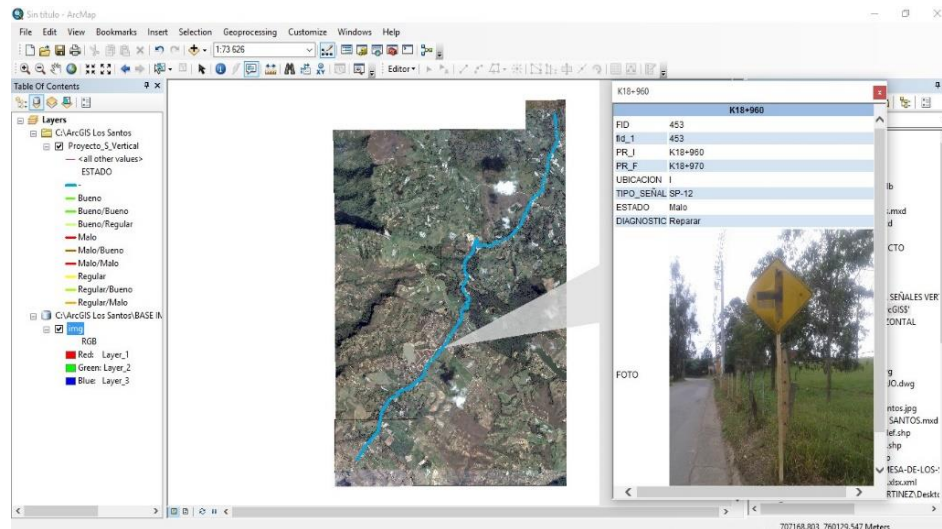
De acuerdo al atributo correspondiente al “ESTADO” se define una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnostico; se asignan los colores dependiendo el estado: Verde (Bueno), Amarillo (Regular), Rojo (Malo).

Figura 14. Layer properties de señalización vertical.



5.3.1.2.3. Consulta de información. Para consultar los datos ingresados anteriormente se ubica en el tramo de vía del cual desea visualizar la información y se da clic. Inmediatamente se realiza esta acción se genera el cuadro informativo con los datos pertinentes al tramo seleccionado.

Figura 15. Consulta de información de señalización vertical.



5.3.2 Señalización horizontal. Para la recolección de datos referentes a la señalización vertical, se utilizó el formato del Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado) emitida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Pontificia Universidad Javeriana. (Anexo B).

5.3.2.1. Recolección de datos. Se realiza el levantamiento de la información, especificando las abscisas del tramo a considerar, la ubicación donde se encuentra la señal (Izquierda o Derecha), el código de la señal donde se indica si es reglamentaria (SR), preventiva (SP), informativa (SI), si el tamaño del tablero cumple con lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte, el estado físico en el que se encuentra (Bueno, Regular o Malo) y la recomendación (Limpiar, Repintar, Reparar o Reponer).

5.3.2.2. Ingreso, procesamiento y consulta de información en ArcGIS. Para ingresar datos de señalización horizontal se tendrán en cuenta las siguientes pautas:

5.3.2.2.1. Elaboración de campos en Excel para el ingreso de datos. Se elabora una tabla para diligenciar los datos correspondientes a la inspección visual de la señalización horizontal que contiene los siguientes criterios.

Especificaciones de la tabla:

La tabla estará compuesta por diferentes atributos que detallarán el estado de la vía.

- PR_INICIAL/PR_FINAL (Abscisa): Se asignará la letra “K” (mayúscula), seguida del kilómetro correspondiente, posteriormente el signo “+” y tres dígitos referentes a los metros en la abscisa. Sin espacios. Ejemplo: “K16+230”.
- UBIC (ubicación): Hace referencia al costado de la vía en el cual se encuentra la señalización. Se asignará la siguiente nomenclatura:
 - Si cuenta con señalización en el costado izquierdo: “I”
 - Si cuenta con señalización en el costado derecho: “D”
 - Si cuenta con señalización en ambos costados: “A”
 - Si no cuenta con señalización existente: “-”
- Tipo de señalización: Se tendrá en cuenta la existencia de la siguiente señalización:

- Línea de Borde
- Línea Central
- Tachas Reflectivas
- Defensas Metálicas
- Captafaros

Si el tramo de vía cuenta con alguna de estas especificaciones se anotará “Existente”, en caso contrario “No Existente”. Ejemplo: para la Abscisa K20+880.

- Línea de Borde: “Existente”.
- Línea Central: “Existente”.
- Tachas Reflectivas: “No Existente”.
- Defensas Metálicas: “No Existente”.
- Captafaros: “No Existente”.

- Estado físico: Hace referencia al estado de la señalización, de acuerdo a la inspección visual. Se dispondrá de la siguiente nomenclatura.
 - Si se encuentra en buen estado: “Bueno”.
 - Si se encuentra en regular estado: “Regular”.
 - Si se encuentra en mal estado: “Malo”.

- Observaciones: Se especificará el tipo de deterioro presente en el tramo de la vía, para esto se escribirá alguno de los siguientes daños: “Incompleta”, “Sucia”, “Despintada”, “Despegada”, “Deformada” y “Desnivelada”. En caso de que en el tramo no exista señalización se anotará “Sin Señalización”.

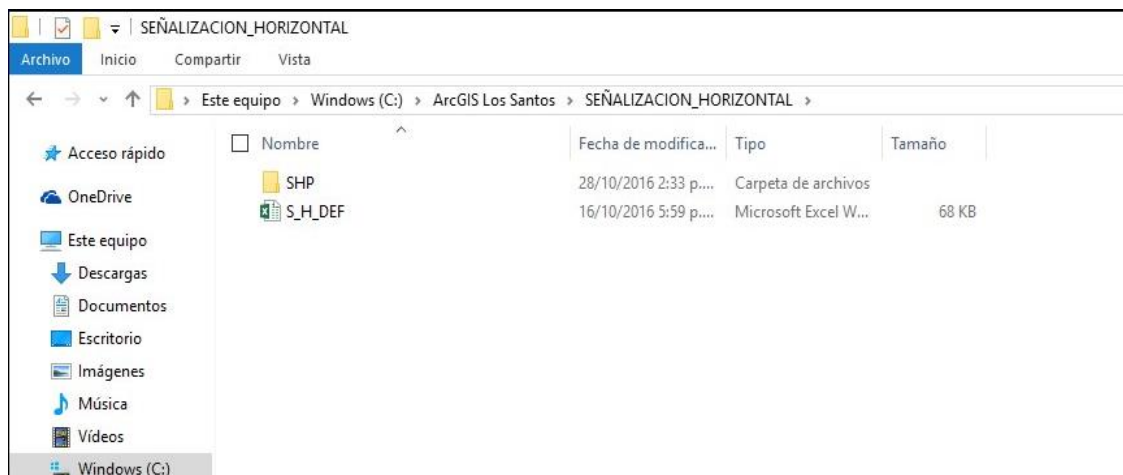
Figura 16. Campos en Excel de señalización horizontal.

FID	PR_INICIAL	PR_FINAL	UBIC	LIN_BORD	LIN_CTR	TACH_REF	DEF_MET	CPTAF	EST_FIS	OBSERV
450	K10+500	K10+510	A	Existente	No Existente	No Existente	No Existente	No Existente	Regular	Despintada
449	K10+510	K10+520	A	Existente	No Existente	No Existente	No Existente	No Existente	Regular	Despintada
448	K10+520	K10+530	A	Existente	No Existente	No Existente	No Existente	No Existente	Regular	Despintada
447	K10+530	K10+540	A	Existente	No Existente	No Existente	No Existente	No Existente	Regular	Despintada
446	K10+540	K10+550	A	Existente	No Existente	No Existente	No Existente	No Existente	Regular	Despintada

5.3.2.2.2. Exportación de la tabla de datos al software ArcGIS. Para exportar los datos a ArcGIS se tiene en cuenta las siguientes pautas:

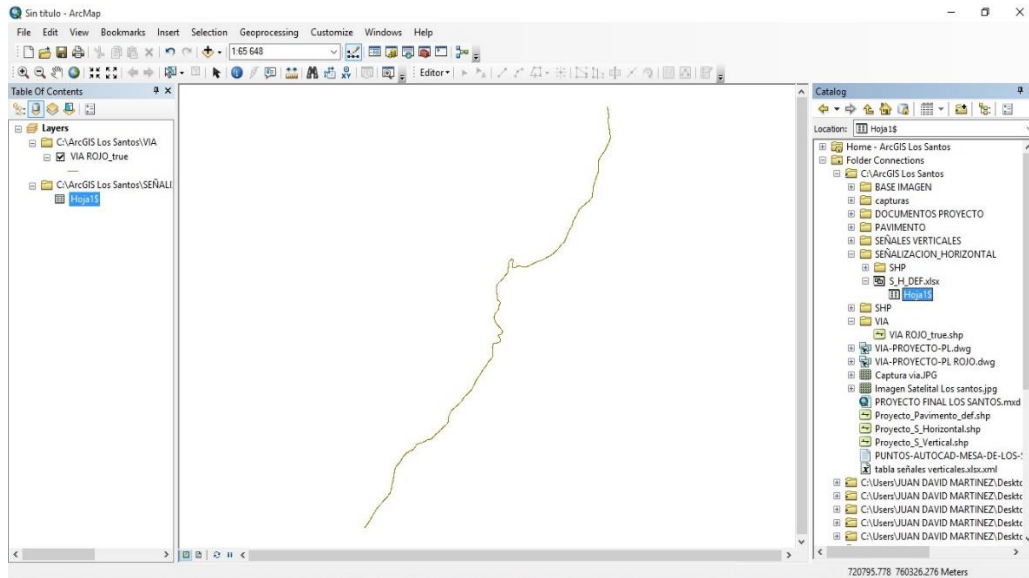
La tabla elaborada anteriormente se guarda, en la ruta C:\ArcGIS Los Santos\SEÑALIZACION_HORIZONTAL

Figura 17. Archivo de señalización horizontal guardado en la ruta.



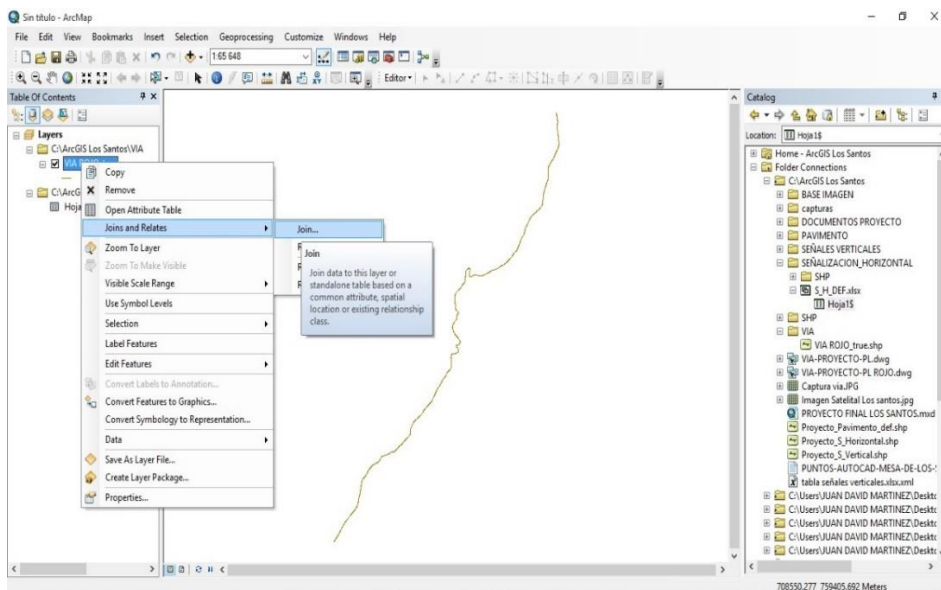
Se vincula esta carpeta al software ArcGIS.

Figura 18. Vinculación de información de señalización horizontal en ArcGIS.



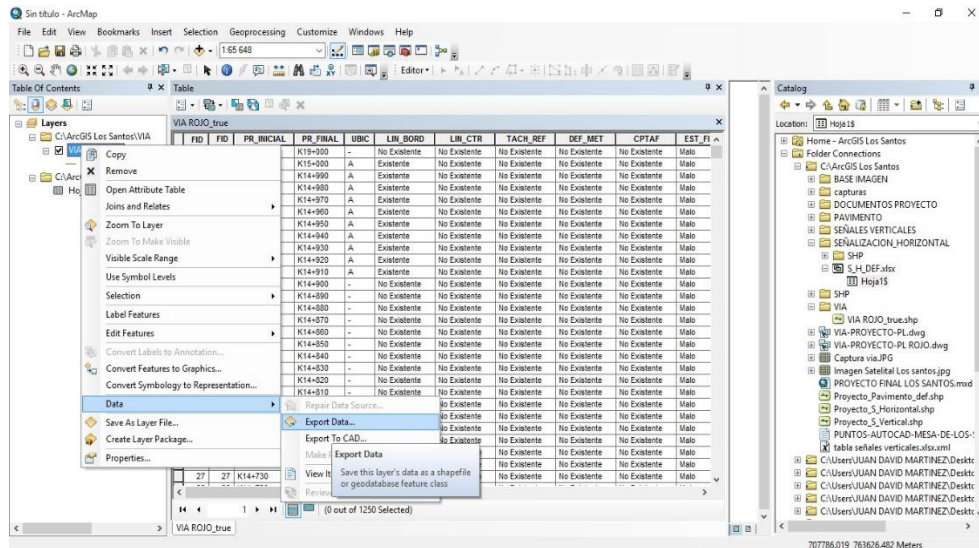
Se relaciona la tabla con la vía anteriormente georreferenciada (VIA ROJO_true), por medio de la herramienta de ArcGIS “Join and Relates”. Siguiendo este procedimiento: Join and Relates/Join.

Figura 19. Join and Relates de datos de señalización horizontal.



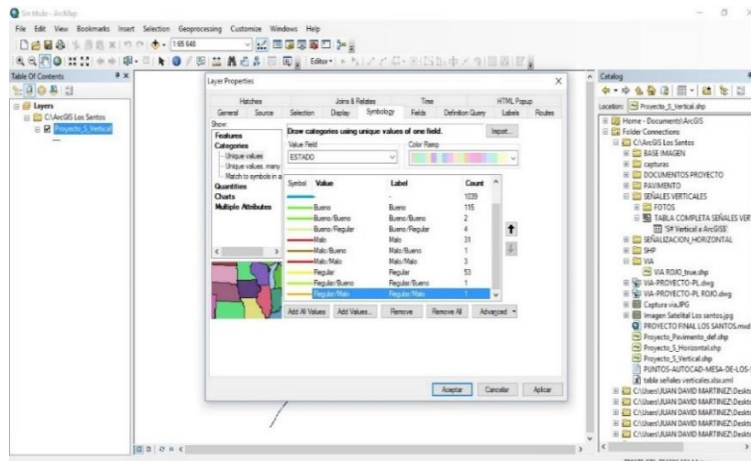
A continuación se abre la tabla de atributos de la vía y se comprueba.

Figura 20. Tabla de atributos de señalización horizontal.



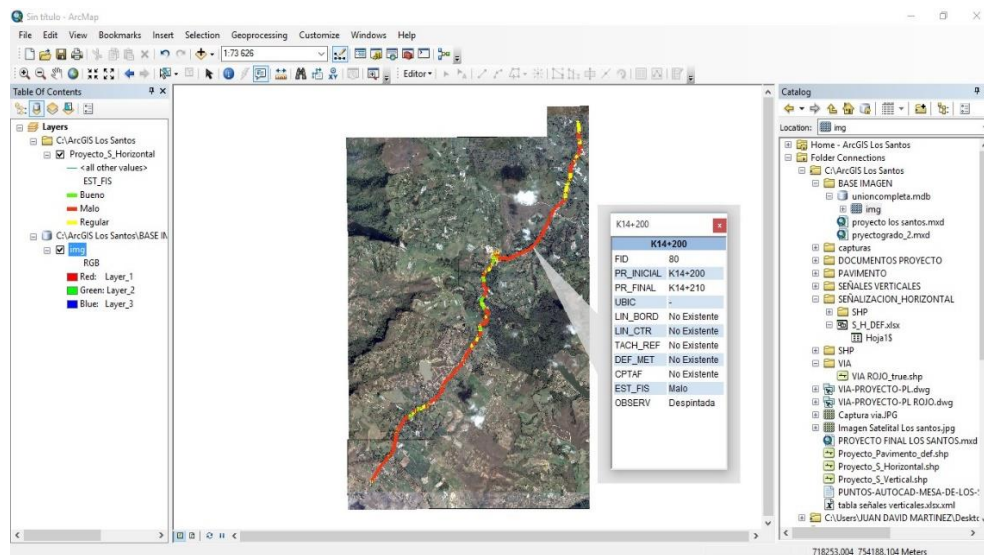
De acuerdo al atributo correspondiente al “ESTADO” se define una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnostico; se asignan los colores dependiendo el estado: Verde (Bueno), Amarillo (Regular), Rojo (Malo).

Figura 21. Layer and properties de señalización horizontal.



5.3.2.2.3. Consulta de información. Para consultar los datos ingresados anteriormente se ubica en el tramo de vía del cual desea visualizar la información y se da clic. Inmediatamente se realiza esta acción se genera el cuadro informativo con los datos pertinentes al tramo seleccionado.

Figura 22. Consulta de información de señalización horizontal.



5.3.3. Pavimento. Para la inspección visual del pavimento se adecuó el formato de inspección visual para pavimentos flexibles emitido por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Universidad Nacional de Colombia. (Anexo C).

5.3.3.1. Recolección de datos. Se realiza el levantamiento de la información, especificando las abscisas del tramo a considerar, la longitud de la berma, el estado general del pavimento (Bueno, Regular, Malo), el código del tipo de daño y su respectiva severidad

5.3.3.2. Ingreso, procesamiento y consulta de información en ArcGIS. Para ingresar datos de pavimentos se tendrán en cuenta las siguientes pautas:

5.3.3.2.1. Elaboración de campos en Excel para el ingreso de datos. Se elabora una tabla para diligenciar de los datos correspondientes a la inspección visual del pavimento que contiene los siguientes criterios.

- PRI y PRF: Se asigna la letra “K” (mayúscula), seguida del kilómetro correspondiente, Posteriormente el signo “+” y tres dígitos referentes a los metros en la abscisa; sin espacios. Ejemplo “K15+000”.
- Estado: Hace referencia al estado actual del pavimento.
 - Bueno, se denomina “Bueno”
 - Regular, se denomina “Regular”
 - Malo, se denomina “Malo”
- Tipo de falla: Se asigna la falla más relevante que presenta el tramo de pavimento.
- Observaciones: Se colocará el resto de fallas que presenta el tramo de pavimento.

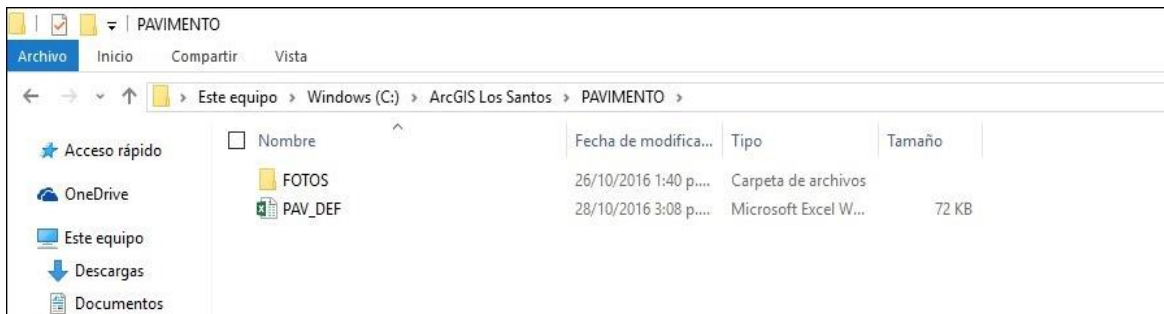
Figura 23. Campos en Excel de pavimentos.

FID	PR_INICIAL	PR_FINAL	ANCHOCAJAL_m	ESTADO	TIPO_FALLA	FALLA_SECU	FOTO
449	K10+500	K10+510	6.00	Regular	PC	PU	
448	K10+510	K10+520	6.00	Regular	PC	PU	
447	K10+520	K10+530	6.12	Regular	PC	PU	
446	K10+530	K10+540	6.14	Regular	PC	PU	
445	K10+540	K10+550	6.00	Bueno	PC	PU	

5.3.3.2.2. Exportación de la tabla de datos al software ArcGIS. Para exportar los datos a ArcGIS se tiene en cuenta las siguientes pautas:

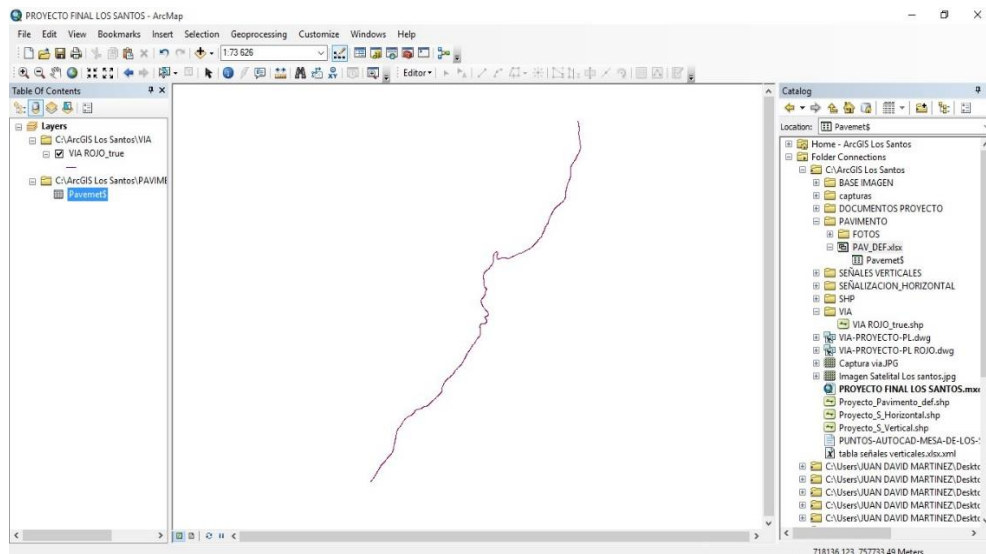
La tabla elaborada anteriormente se guarda, en la ruta C:\ArcGIS Los Santos\PAVIMENTO\PAV_DEF.

Figura 24. Archivo de pavimentos guardado en la ruta.



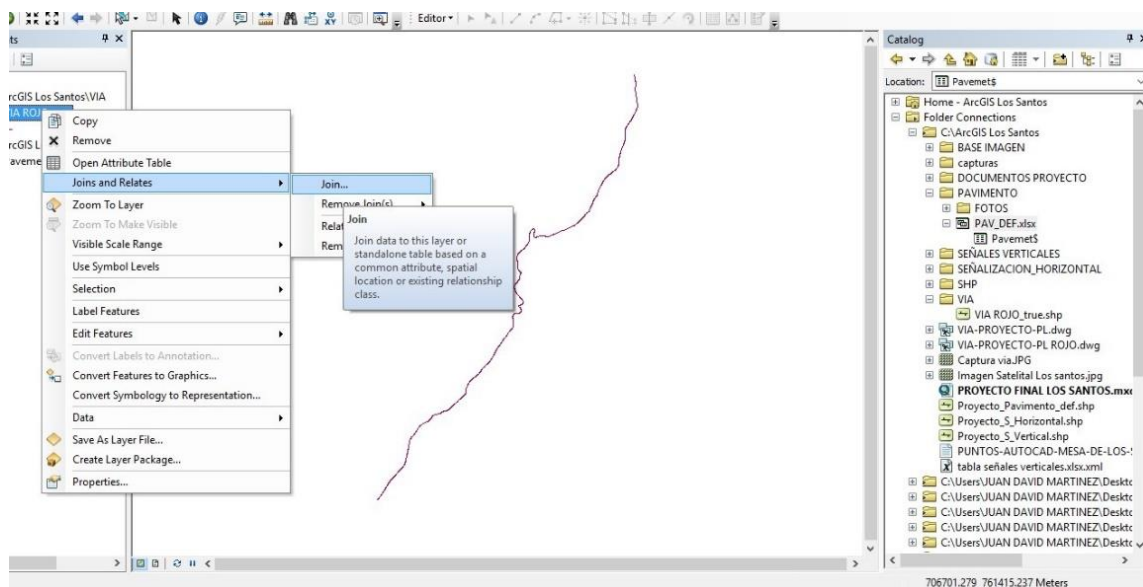
Se vincula esta carpeta al software ArcGIS.

Figura 25. Vinculación de información de pavimentos en ArcGIS.



Se relaciona la tabla con la vía anteriormente georreferenciada (VIA ROJO_true), por medio de la herramienta de ArcGIS “Join and Relates”. Siguiendo este procedimiento: Join and Relates/Join.

Figura 26. Join and Relates de datos de pavimentos.



A continuación se abre la tabla de atributos de la vía y se comprueba que la relación de datos concuerde.

Figura 27. Tabla de atributos de pavimentos.

ID	PR_INICIAL	PR_FINAL	ANCHOCAL_M	ESTADO	TIPO_FALLA	FALLA_SECU
0	K14+990	K14+900	6.2	Bueno	FJT	PU_CD_FB_PC
1	K14+980	K14+990	6.4	Bueno	FJL	FJL_PC
2	K14+970	K14+980	6	Regular	PU	CD
3	K14+960	K14+970	6.1	Regular	PU	CD_FJT_FJL
4	K14+950	K14+960	7.8	Regular	CD	PC_PU
5	K14+940	K14+950	7.2	Regular	CD	FJT
6	K14+930	K14+940	6.3	Bueno	CD	PU
7	K14+920	K14+930	6.2	Bueno	CD	PU_FJL
8	K14+910	K14+920	5.9	Regular	CD	PC_PU
9	K14+900	K14+910	6.4	Regular	PC	CD_PU
10	K14+890	K14+900	6	Regular	PC	CD_PU_PC
11	K14+880	K14+890	6.1	Malo	DC	CD_PU_PC
12	K14+870	K14+880	7.2	Regular	FJT	CD_PU
13	K14+860	K14+870	5.2	Regular	FJT	CD_PU_PC
14	K14+850	K14+860	5.9	Bueno	CD	BCH_FB_PC
15	K14+840	K14+850	6.5	Regular	CD	PC_FJT_FJL
16	K14+830	K14+840	6.6	Regular	PC	PU_CD
17	K14+820	K14+830	6.2	Regular	CD	FJL_FJT_PU_PC
18	K14+810	K14+820	6.4	Regular	PC	PU_CD
19	K14+800	K14+810	6.4	Regular	PC	FB_PU_CD_FJL
20	K14+790	K14+800	6.9	Malo	PC	CD_PU_FB_BCH
21	K14+780	K14+790	6.7	Regular	PU	CD_FJL
22	K14+770	K14+780	6.5	Regular	CD	PC_PU_FJT
23	K14+760	K14+770	5.8	Regular	CD	PC_PU
24	K14+750	K14+760	6	Malo	PC	PU
25	K14+740	K14+750	6.2	Malo	PC	PU_FJL_FJT
26	K14+730	K14+740	6.3	Regular	CD	DC_PU_PC
27	K14+720	K14+730	6.3	Regular	CD	FJT_PU

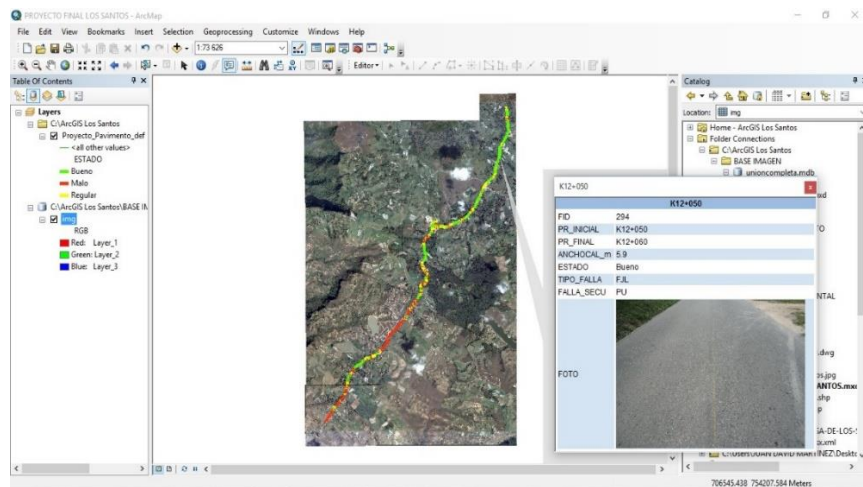
De acuerdo al atributo correspondiente al “ESTADO” se define una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnostico; se asignan los colores dependiendo el estado: Verde (Bueno), Amarillo (Regular), Rojo (Malo).

Figura 28. Layer Properties de pavimentos.

Symbol	Value	Label	Count
Green	Bueno	Bueno	1039
Light Green	Bueno/Bueno	Bueno/Bueno	115
Yellow	Bueno/Regular	Bueno/Regular	2
Red	Malo	Malo	4
Light Red	Malo/Bueno	Malo/Bueno	31
Dark Red	Malo/Malo	Malo/Malo	3
Yellow	Regular	Regular	53
Light Green	Regular/Bueno	Regular/Bueno	1
Light Red	Regular/Malo	Regular/Malo	1

5.3.3.2.3. Consulta de información. Para consultar los datos ingresados anteriormente se ubica en el tramo de vía del cual desea visualizar la información y se da clic. Inmediatamente se realiza esta acción se genera el cuadro informativo con los datos pertinentes al tramo seleccionado.

Figura 29. Consulta de información de pavimentos.



5.4. AFOROS VEHICULARES

Ya que no se contó con registros del flujo de tránsito en la zona; durante los días 16,17, 20 y 21 del mes de agosto se realizaron aforos vehiculares, durante dos días típicos (martes y miércoles) y en dos días atípicos (sábado y domingo). Utilizando un formato de elaboración propia. (Anexo D). Se contabilizó el flujo de autos, taxis, busetas, camiones de 2, 3, 4 y 5 ejes, motocicletas y peatones, entre las 6:00am y las 6:00pm.

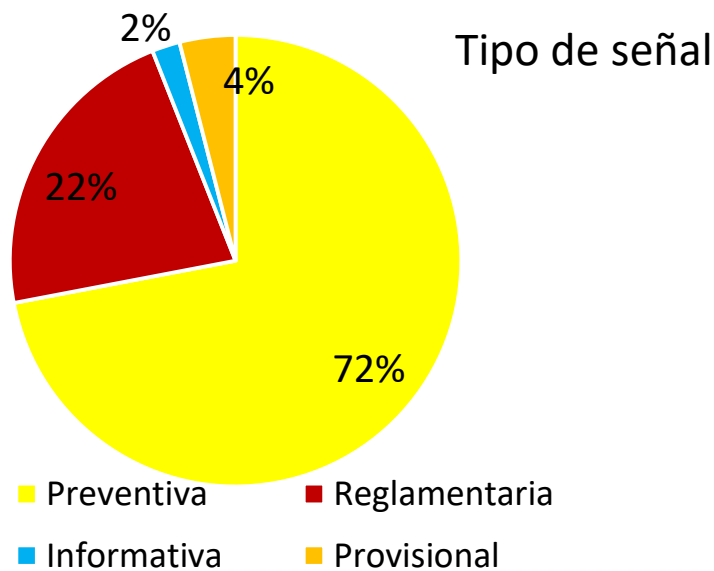
6. RESULTADOS

A continuación se presentarán los resultados arrojados en el respectivo diagnóstico, así como del aforo vehicular realizado.

6.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

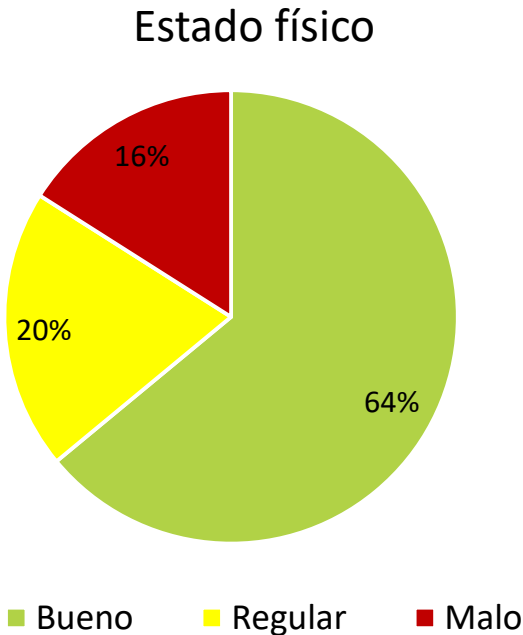
En los 4 kilómetros de vía se encontraron 50 señales de tránsito, de las cuales 36 corresponden a señales preventivas, 11 reglamentarias, 2 provisionales y una informativa. Es decir, un 72% de señales preventivas, 22% de reglamentarias, 4% y 2% para señales preventivas e informativas respectivamente, como se detalla en la Figura 30. Cabe anotar que los tableros de todas las señales cumplen con las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte.

Figura 30. Tipo de señales verticales.



De las 50 señales de tránsito presentes en el tramo, 32 se encuentran en buen estado, 10 en regular estado y 8 en mal estado. Es decir, un 64% se encuentra en un correcto estado, un 20% y 16% en regular y mal estado respectivamente como se muestra en la Figura 31.

Figura 31. Estado físico de las señales verticales.



Dentro del diagnóstico se encontró que 4 señales requieren ser repintadas, 12 de ser reparadas, 14 precisan limpieza, 3 se necesitan reponer y 17 se encuentran en un correcto estado. Es decir, un 8% requieren ser repintadas, 6% ser reemplazadas, 24% necesitan reparación, 28% precisan limpieza y solo un 34% se encuentran en un óptimo estado, como se muestra en la Figura 32.

Figura 32. Estado físico de las señales verticales.



En el tramo de estudio se evidenció señales en buen estado pero que precisan de limpieza, como se observa en la SP-01 de la Figura 33, asimismo se encontraron curvas donde se requieren señales que advierta a los conductores, como se puede apreciar en la Figura 34.

Figura 33. SP-01 – K20+680.



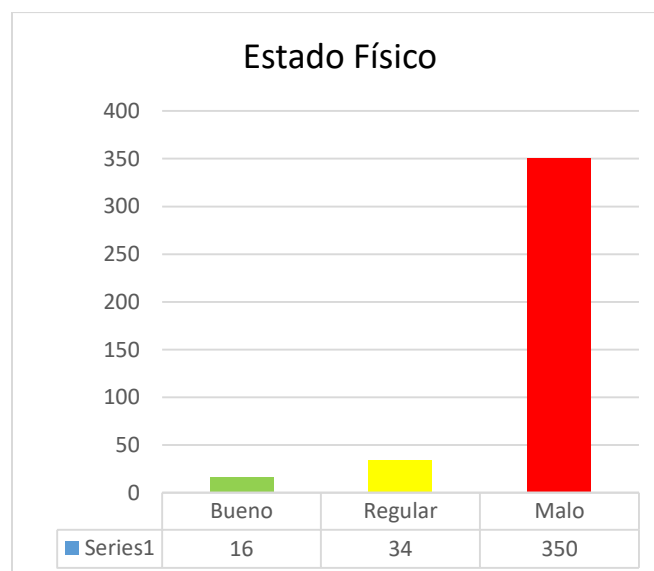
Figura 34. Curva sin señalización – K19+490.



6.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

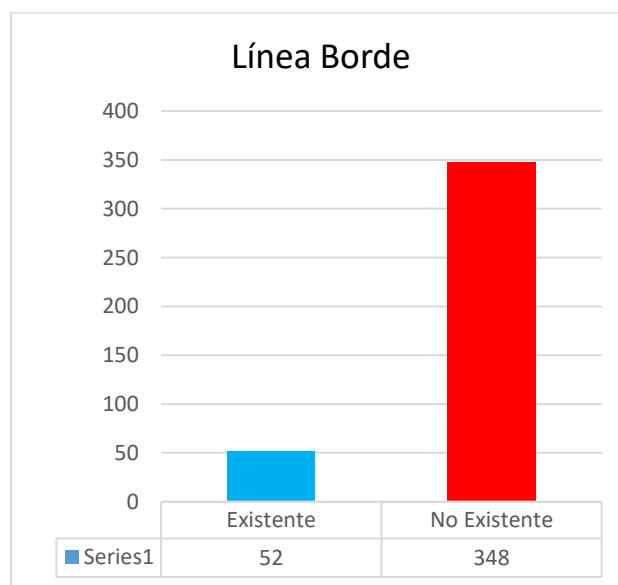
En gran parte de la vía, la señalización horizontal se encuentra en un desfavorable estado, como se aprecia en la Figura 35, 350 tramos correspondientes a 3.5 kilómetros se encuentran en un mal estado, 340 metros en regular estado y tan solo un pequeño tramo de 160 metros se cataloga como buen estado.

Figura 35. Estado físico de señalización horizontal.



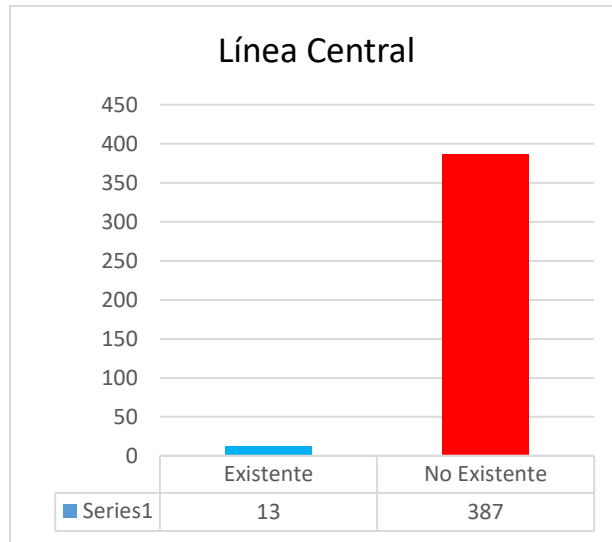
La línea de borde, según el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte debería estar presente a lo largo de la vía. Entre el kilómetro 19 y el kilómetro 23 tan solo se presentan 520 metros de línea de borde, el tramo restante (3.48 kilómetros) no registra como se aprecia en la Figura 36.

Figura 36. Línea de borde en el tramo de estudio.



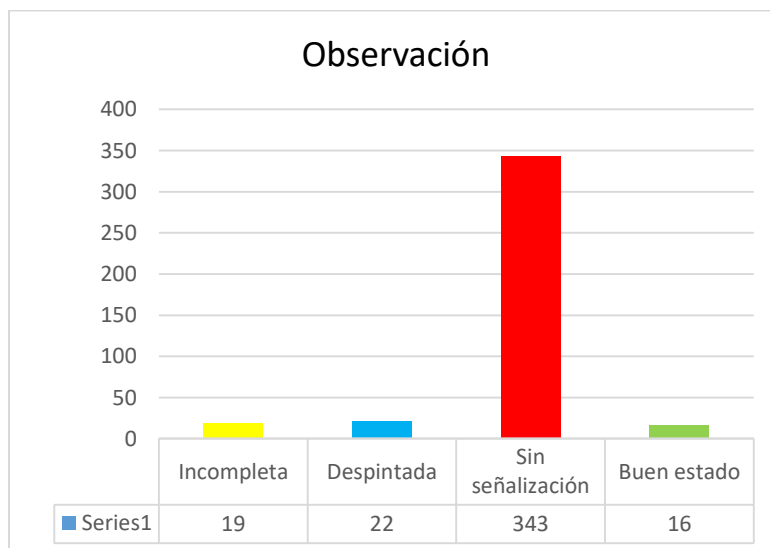
Al ser una vía intermunicipal con flujo en ambos sentidos, el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte recomienda el uso continuo de línea central, no obstante la línea central es prácticamente inexistente a lo largo de los 4 kilómetros del tramo vial, como se aprecia en la Figura 37, tan solo 130 metros cuenta con línea central, en el tramo restante (3.87 kilómetros) no se registra.

Figura 37. Línea de borde en el tramo de estudio.



En el tramo vial de 4 kilómetros no se evidencia la presencia de tachas reflectivas, captafaros, así como de defensa metálica. En términos generales y como se aprecia en la Figura 38, en 3.43 kilómetros no se presenta señalización horizontal de ningún tipo, en 190 metros se encuentra incompleta y en 220 metros se presenta despintada y tan solo en 160 metros presenta un buen estado.

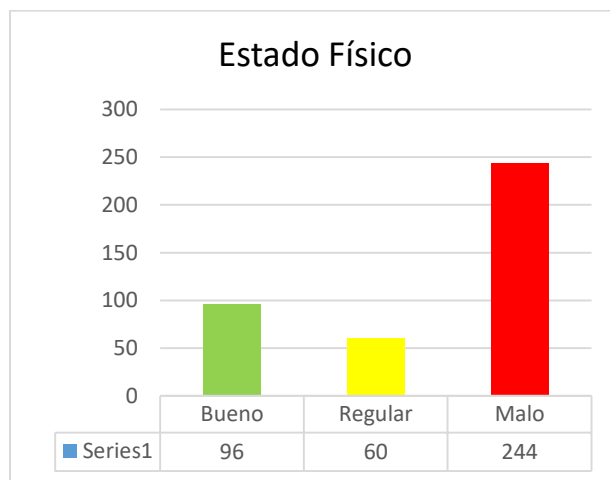
Figura 38. Observaciones en la señalización horizontal.



6.3. PAVIMENTO

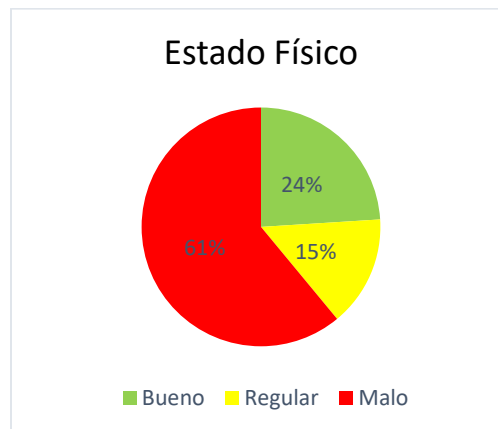
Dentro del diagnóstico realizado se encontró que 2.44 kilómetros de tramo se encuentran en mal estado, 600 metros presenta un regular estado y los 960 metros restantes se encuentran en buen estado. Como se aprecia en la Figura 39.

Figura 39. Estado físico del pavimento en el tramo de estudio.



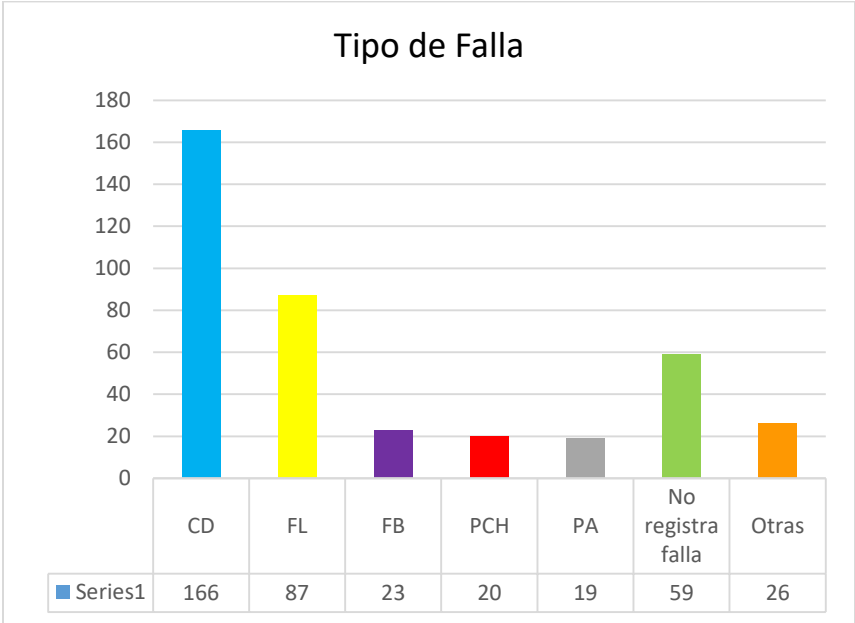
Como se presenta en la Figura 40. Un 61% de la vía se encuentra en mal estado, 15% en estado regular y tan solo el 24% presenta un buen estado.

Figura 40. Estado físico del pavimento en porcentaje.



A lo largo del tramo vial se presenta gran cantidad de fallas como se aprecia en la Figura 41. En 1.66 kilómetros se presenta la falla denominada Cabezas duras (CD), siendo la más frecuente a lo largo del tramo de estudio. En 870 metros se presentan Fisuras longitudinales (FL), en 230 metros Fisuras en bloque (FB), en 200 metros se presentan Parches (PCH), en 190 metros se observan Pérdidas de agregado (PA), en 260 metros se presentan otros tipos de falla (PC: Piel de cocodrilo, BCH: Bache, DC: Descascaramiento, FT: Fisura transversal, OND: Ondulación, HUN: Hundimiento). En los 590 metros restantes no se registran fallas.

Figura 41. Estado físico del pavimento en porcentaje.



En la Figura 42 se puede apreciar una falla de cabeza dura presente en la abscisa K19+350.

Figura 42. Falla de cabezas duras (CD) presente en el K19+350.



6.4. AFORO VEHICULAR

El aforo vehicular y peatonal se realizó con el único objetivo de conocer cuál es la hora de máxima demanda para los días en que se realizaron los conteos. En las Figuras 43, 44, 45 y 46 se presentan los resultados encontrados en los días martes y domingo para el sentido Piedecuesta – Los Santos, y los resultados del miércoles – sábado para el sentido Los Santos - Piedecuesta

Figura 43. Aforo vehicular día martes, sentido Los Santos – Piedecuesta.

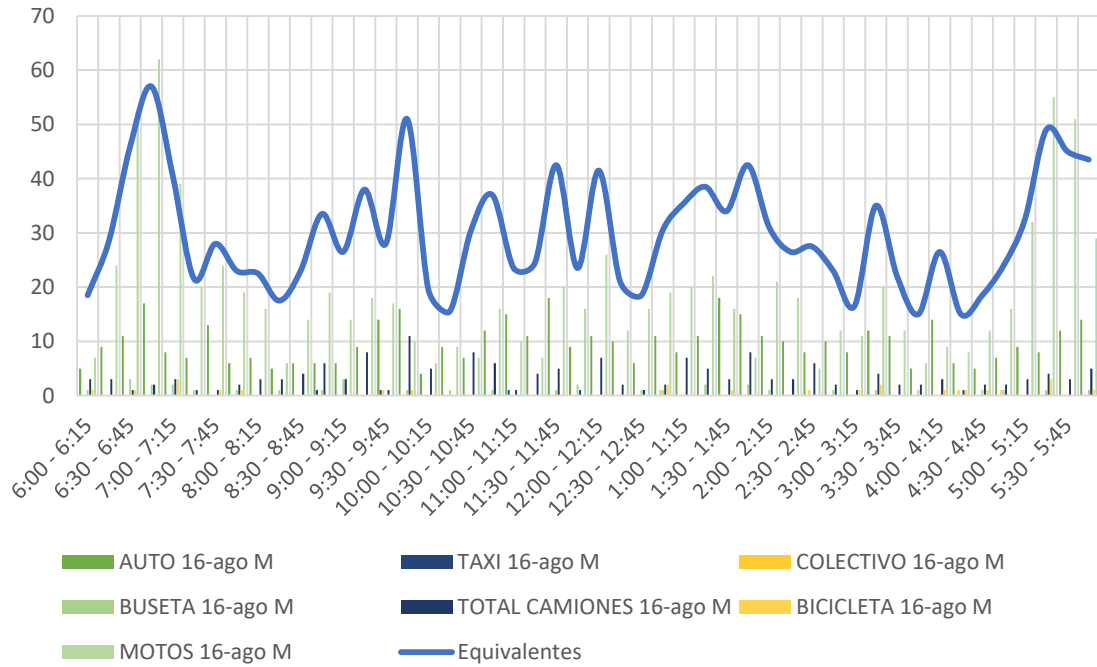


Figura 44. Aforo vehicular día domingo, sentido Los Santos – Piedecuesta.

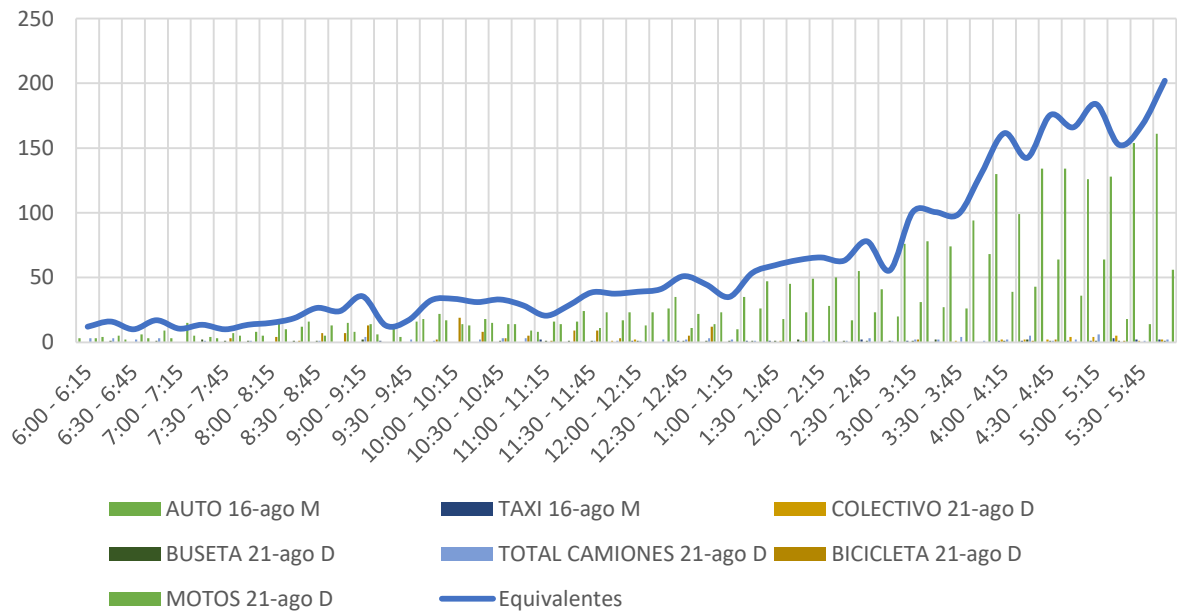


Figura 45. Aforo vehicular día miércoles, sentido Piedecuesta – Los Santos.

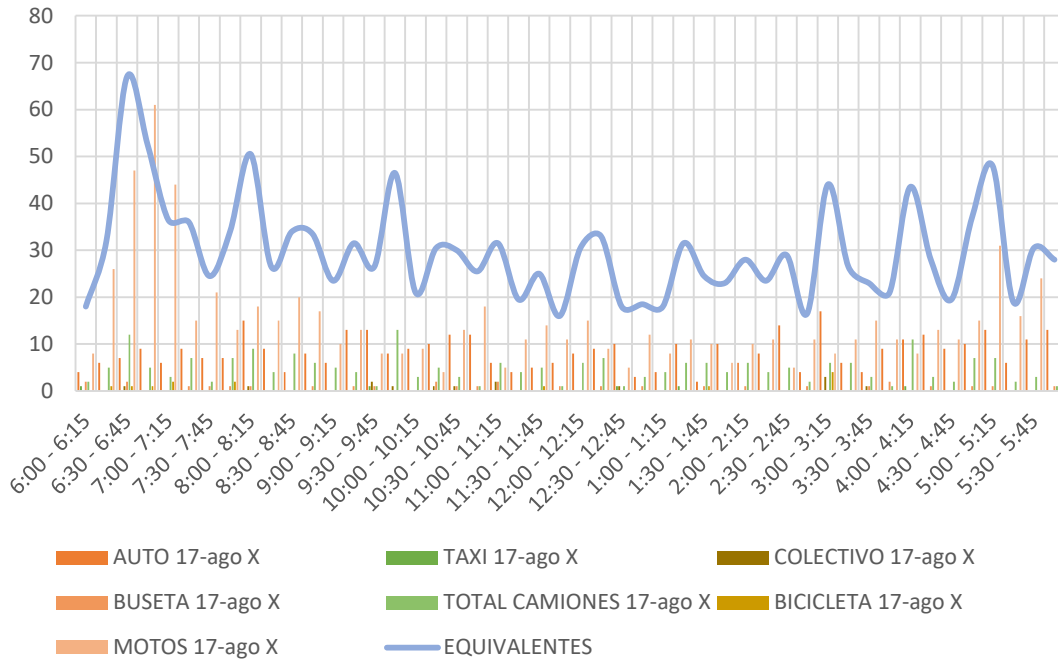
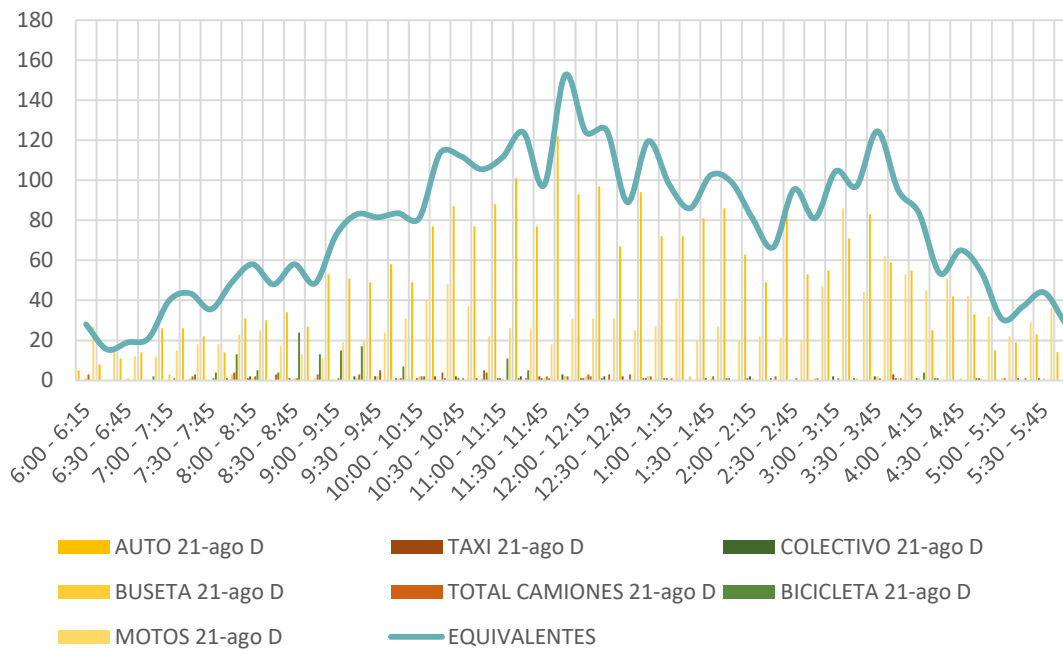


Figura 46. Aforo vehicular día domingo, sentido Piedecuesta – Los Santos.



En las Tablas 4, 5 y 6 se presenta la información correspondiente a la máxima demanda de peatones.

Tabla 4. Hora de máxima demanda en el sentido Los Santos- Piedecuesta.

	Martes	Miércoles	Sábado	Domingo
Hora Pico	3:00 - 4:00 pm	4:00 - 5:00 pm	11:00 - 12:00 m	5:00 - 6:00 pm
Volumen (peatón/min)	0.07	0.05	0.03	0.033

Tabla 5. Hora de máxima demanda en el sentido Piedecuesta – Los Santos.

	Martes	Miércoles	Sábado	Domingo
Hora Pico	1:15 - 2:15 pm	11:00 - 12:00m	8:00 - 9:00 am	2:00 - 3:00 pm
Volumen (peatón/min)	0.18	0.017	0.02	0.067

Tabla 6. Hora de máxima demanda en ambos sentidos.

	Martes	Miércoles	Sábado	Domingo
Hora Pico	1:15 - 2:15 pm	11:00 - 12:00m	8:00 - 9:00 am	2:00 - 3:00 pm
Volumen (peatón/min)	0.18	0.017	0.02	0.067

7. CONCLUSIONES

Basados en el trabajo realizado y el análisis previamente expuesto, se puede concluir respecto a los campos de estudio de la presente investigación que:

La mayor parte de la señalización vertical existente (64%) se encuentra en un buen estado de servicio, sin embargo, esto no implica que, como tal la señalización vertical sea la ideal en este porcentaje debido a que no se tiene en cuenta en este porcentaje la cantidad de señales de este tipo que faltan en los 4 kilómetros de vía de estudio. Es importante resaltar que se encontró un gran porcentaje de señales que necesitan desde limpieza hasta reposición lo que conlleva a pensar que no se está realizando un mantenimiento de las señales de este tipo.

Un alarmante porcentaje de señalización horizontal (90 %) se encuentra en mal estado o en su defecto no existe, lo que superpone al factor de señalización horizontal como el más crítico del estudio. Ya que no se visualizó tramos continuos con señalización horizontal existentes que se acercaran a 100 metros y para un municipio como Los Santos que tiene una alta demanda de tránsito debido a que es un eje turístico, esto es un problema de seguridad vial.

En cuanto al estado físico del pavimento se puede deducir un alto porcentaje de tramos que se presenta en mal estado (61%) lo que evidencia la falta de mantenimiento, lo cual es un factor influyente puesto que es el que más compromete la movilidad en la vía y da un mal aspecto a la entrada al municipio.

En el estudio de tránsito se encontró un alto índice de vehículos para los fines de semana y un moderado índice para los días entre semana, esto lleva a pensar que el flujo de vehículos en este tramo de vía es influyente y es el motivo principal por

el cual la vía se encuentra en deterioro ya que es una densa cantidad de vehículos para una vía a la cual según el estudio evidencia falta de mantenimiento.

El tramo de vía que va desde el PR 19+000 hasta el PR 23+000 evidencia una alarmante falta de mantenimiento, comprometiendo de esta manera, por una parte el desarrollo del municipio y por otra parte la seguridad y comodidad vial. Ya que la carencia de señales de tránsito y el mal estado de pavimento para una densidad de vehículos como la que se presenta en este tramo, es insuficiente para cumplir los requerimientos mínimos que debe tener un tramo de vía.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción de berma a lo largo del tramo vial, y sobre la berma una ruta de ciclovía con un ancho mínimo de 1.2 metros por sentido de circulación, según lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte, ya que se observó en el aforo vehicular un alto flujo de ciclistas que circulan sobre la calzada y son propensos a sufrir accidentes.

Repintar de color blanco la línea de borde en forma continua en todo el tramo vial, así como colocar tachas reflectivas a 0.05 metros del lado derecho de la línea de borde a un espaciamiento de 12 metros, según lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte.

Repintar de color amarillo la línea central en forma continua en todo el tramo vial, así como colocar tachas reflectivas a un espaciamiento de 12 metros, según lo establecido en el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte.

Colocar demarcación plana en los resaltos del K19+390, K19+530, K20+150, K20+610, K21+420 y K21+510.

Se recomiendan remover las señales ubicadas en el K19+390, K20+610, K21+420 ya que se encuentra la misma señal unos metros más adelante, así como la instalación de señales que se requieren y no se encuentran. Adicionalmente remover señales innecesarias que pueden distraer a los conductores. La información anterior se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7. Recomendaciones de señalización vertical.

ABSCISA	UBIC	COD	OBSERVACIÓN
K19+060	D	SP-09	SE REQUIERE
K19+390	D	SP-25	DUPLICIDAD
K19+480	D	SP-03	SE REQUIERE
K19+500	I	SP-26	SE REQUIERE
K19+530	D	SP-25	SE REQUIERE
K20+040	D	SP-25	SE REQUIERE
K20+120	D	SP-13	SE REQUIERE
K20+150	D	SP-25	SE REQUIERE
K20+340	I	SP-04	INNECESARIA
K20+450	D	SP-04	SE REQUIERE
K20+610	D	SP-25	DUPLICIDAD
K20+910	D	SP-03	SE REQUIERE
K21+420	I	SP-25	DUPLICIDAD
K21+470	D	SP-25	SE REQUIERE
K22+060	I	SP-03	INNECESARIA
K22+170	D	SP-04	INNECESARIA

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] DANE, Estimaciones de población 1985 – 2005 y proyecciones de población 2005-2020 total municipal por área, Bogotá D.C., Colombia. 2005.

[2] ALCALDÍA DE LOS SANTOS, Esquema de ordenamiento territorial municipio de Los Santos, Santander, Colombia. 2003.

[3] MINISTERIO DE TRANSPORTE, Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en Afirmado), Bogotá D.C., Colombia. 2012.

[4] MINISTERIO DE TRANSPORTE, Manual de Señalización Vial dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en las vías de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. 2015.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. Guide For Design Of Pavement Structures 1993, Washington D.C., USA. 2001.

INVIAS. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, convenio interadministrativo 0587-03, Universidad Nacional de Colombia, Instituto Nacional de Vías. Bogotá D.C., Colombia. 2006.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, Bogotá D.C., Colombia. 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de diseño geométrico de carreteras, Bogotá D.C., Colombia. 2008.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de Señalización Vial dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en las vías de Colombia, Bogotá. D.C., Colombia. 2015.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en Afirmado), Bogotá. D.C., Colombia. 2012.

PÉREZ VALBUENA, Gerson Javier. La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia, Cartagena de Indias, Colombia. 2015.

Anexo D. Formato de aforos vehiculares.

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA PIEDRECUESTA-LOS SANTOS													
ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES													
Fecha (D.M.A.): _____ Estación de Aforo: _____										Esquema			
Condición Climática: _____ Movimientos Aforados : _____													
Aforador: _____ Hoja _____ de _____													
Coordinador: _____ Hora de Inicio : _____ Hora Final : _____													
PER	MOV	AUTOS 	TAXIS 	COLEC. 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	PEATONES 	Bicic. 	Motos