

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE MEJORA EN TRAMO VIAL TRONCAL 16 Y
LOS DISTRIBUIDORES CANTAURA Y EL MEREY, ENTRE
LAS PROGRESIVAS 95+400 - 98+700, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Realizado por:

De Almada S., Michelle A.

Rivas N., Vidmarys D.

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como

requisito para optar al título de:

INGENIERO CIVIL

Cantaura, Diciembre 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE MEJORA EN TRAMO VIAL TRONCAL 16 Y
LOS DISTRIBUIDORES CANTAURA Y EL MEREY, ENTRE
LAS PROGRESIVAS 95+400 - 98+700, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

Tutor

Prof. Rondón G., Elys J.

Cantaura, Diciembre 2019

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CANTAURA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**PROPUESTA DE MEJORA EN TRAMO VIAL TRONCAL 16 Y
LOS DISTRIBUIDORES CANTAURA Y EL MEREY, ENTRE
LAS PROGRESIVAS 95+400 - 98+700, MUNICIPIO
FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI**

JURADO CALIFICADOR

El jurado hace constar que asigno a esta tesis la calificación de:

APROBADO

Prof. Rondón, Elys.
Tutor Académico

Prof. González, Anabel
Jurado Principal

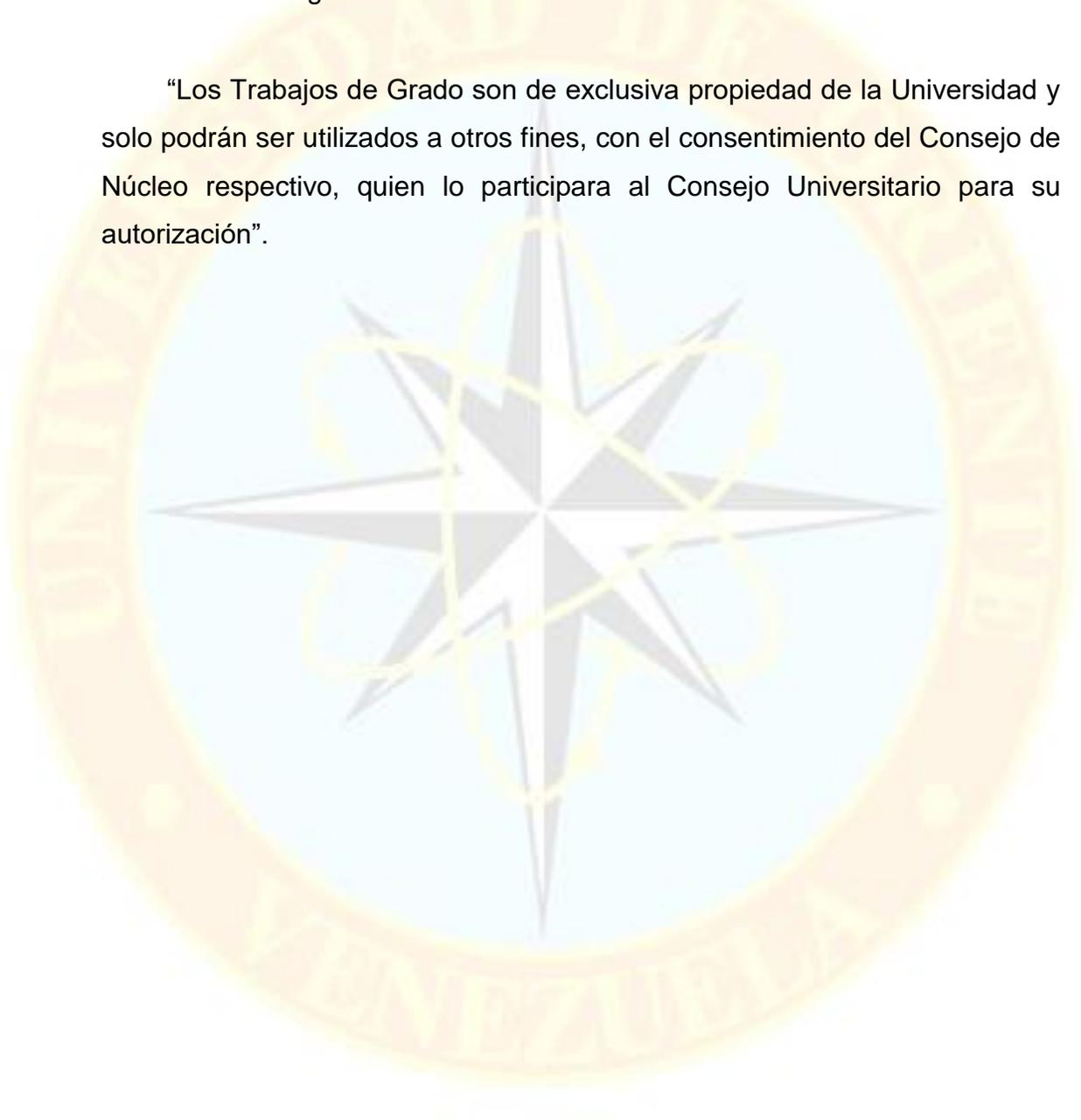
Prof. Cabrera, Daniel
Jurado Principal

Cantaura, Diciembre 2019

RESOLUCIÓN

De acuerdo a lo establecido en el artículo 47 del Reglamento de Trabajo de Grado de Pregrado de la Universidad de Oriente.

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario para su autorización”.



DEDICATORIA

A Dios, San Miguel y la Virgen Del Valle por guiarme por nuevos senderos y ayudarme a no desfallecer escalando sobre las vicisitudes del camino.

A mis padres Milagros y Manuel por ser mi fuerza, por creer en mí y en mis expectativas. Mi madre que es mi inspiración y ejemplo con sus sabios consejos y amor incondicional. A mi papá por ser paciente y desear lo mejor para mi.

A Vidmarys Rivas, mi amiga con quién he compartido un sin fin de experiencias y con su impredecible manera de ser se ha convertido en una hermana, le agradezco el ser incondicional y la confianza para culminar este ciclo juntas.

A mis abuelos, por tanto amor dejándome recuerdos inolvidables y hoy desde el cielo siguen guiando mis pasos. A mis hermanos, tias, primos, sobrinas y mi madrina Elizabeth que fueron parte de mi formación con momentos que atesoro. También a mis padres putativos Vidal y Maribell, a quienes agradezco el apoyo, el cariño y la confianza.

A los profesores Elys Rondón y Anabel Gonzalez por sus contribuciones en mi formación profesional y personal y a todos mis compañeros y aquellos que formaron parte de esta fascinante experiencia.

Michelle Arielys De Almada Salazar

DEDICATORIA

En primer lugar quiero dedicar este logro a Dios y la Virgen, por brindarme sabiduría, salud y fuerza para continuar luchando a pesar de todas las adversidades, por permitirme seguir adelante y poder alcanzar una de las metas que me he propuesto en mi vida.

A mis padres Vidal y Maribell, por estar a mi lado, brindarme su apoyo y ser ese ejemplo de constancia y dedicación para querer superarme cada día. Por ese amor incondicional que me han dado siempre y por enseñarme que aunque se presenten momentos difíciles nunca hay que perder la esperanza de seguirlo intentando.

A mi hermano Vidal José, por siempre estar presente apoyándome. También a mis sobrinos, Nestor y Xavier por sacarme una sonrisa con sus ocurrencias luego de cada momento de estrés.

A mi amiga y compañera de tesis Michelle, por formar parte de este camino, por brindarme tú amistad y estar junto a mí en cada momento. Un trayecto con cosas buenas y malas pero con un grato recuerdo al final de cada día.

A mis abuelos, tíos, primos y a cada una de esas personas especiales que llegaron a mi vida en el momento menos pensado, por estar junto a mí apoyándome y motivándome a seguir adelante hasta alcanzar mis sueños.

Vidmarys Del Valle Rivas Núñez

AGRADECIMIENTO

Próximamente a comenzar una nueva etapa y tomar otros caminos queremos darle un agradecimiento muy especial a todos los que de alguna manera contribuyeron en nuestra formación como profesionales.

Inicialmente queremos agradecer a Dios, a San Miguel arcángel y a la Virgen Del Valle, por guiarnos, protegernos y llevarnos por el camino correcto para hoy poder dar este paso tan importante.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional, por inculcarnos valores, por forjar en nosotras la responsabilidad y el deseo de superación, por motivarnos con sus consejos y darnos el impulso para seguir adelante. Gracias por el esfuerzo, por la comprensión y por acompañarnos a culminar nuestra carrera universitaria.

A nuestros abuelos, quienes fueron parte de nuestro crecimiento y aunque algunos ya partieron de este mundo, siguen estando presentes.

A nuestros hermanos, por estar siempre en cada momento importante junto a nosotras. También a nuestros sobrinos quienes con sus ocurrencias nos brindaron sonrisas en los momentos más complicados.

A todos los profesores del departamento de Ingeniería Civil, que de alguna u otra manera nos ayudaron a formar como profesional a lo largo de nuestro trayecto en la universidad. En especial a nuestro tutor académico Elys Rondón por brindarnos su amistad, dedicación, orientación y su conocimiento

para poder culminar este proyecto, una persona maravillosa siempre incondicional.

A nuestros compañeros de clase, quienes también formaron parte de este proceso. Es imposible no recordar días enteros de estudio, llenos de angustia y felicidad; tantas cosas en nuestra casa de estudio que nos abrió las puertas, nos permitió crecer, formarnos como profesionales y como personas. Son recuerdos que permanecerán a lo largo de nuestras vidas.

La fe todo lo alcanza; aunque sea un poco duro el camino, no cabe duda que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr. La clave está en insistir y no rendirse hasta conseguir el objetivo. ¡Muchas Gracias!

Michelle Arielys De Almada Salazar

Vidmarys Del Valle Rivas Núñez

**Universidad de Oriente
Núcleo Anzoátegui
Extensión Cantaura
Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Ingeniería civil**



**Autores: De Almada, Michelle
Rivas, Vidmarys
Tutor Académico: Rondón, Elys
Año: 2019**

**Propuesta de mejora en tramo vial Troncal 16 y los distribuidores
Cantaura y El Merrey, entre las progresivas 95+400 - 98+700,
Municipio Freites, Estado Anzoátegui**

RESUMEN

Este trabajo de grado se desarrolla con la finalidad de describir la situación en la que se encuentra el tramo vial troncal 16 y sus distribuidores Cantaura y El Merrey, localizados al este del estado Anzoátegui. Se llevaron a cabo técnicas de recolección de datos, levantamiento planialtimétrico e inspecciones patológicas; con el propósito de realizar la propuesta de mejora en la vialidad. La investigación surge por la importancia que tiene esta carretera, ya que se encarga de conectar al oriente con el centro del país transitando por ella una cantidad considerable de usuarios. El propósito de este trabajo es proponer alternativas y destacar las ventajas y beneficios que mejoren la calidad del servicio que ofrece la vía y sus distribuidores. Se indican las características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de fluidez vehicular que proporcionen ayuda para alcanzar las condiciones ideales del sitio en estudio. Se consideró la revisión de las normas NORVIAL, COVENIN, MTC y AASHTO, en comparación con todos los estudios realizados, arrojando resultados no tan favorables; por lo tanto, se procedió a enfocar la propuesta a través del uso del programa AutoCAD Civil 3D.

Palabras claves: carretera, distribuidores, vialidad, levantamiento planialtimétrico, geometría, patología, vehículos, accidentes, AutoCAD Civil 3D.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN.....	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I.....	23
EL PROBLEMA.....	23
1.1 Planteamiento del problema	23
1.2 Objetivos.....	26
1.2.1 Objetivo general	26
1.2.2 Objetivos específicos	26
1.3 Generalidades del sitio en estudio	27
1.3.1 Ubicación geográfica.....	27
1.3.2 Límites.....	28
1.3.3 Ambiente y medio físico natural	28
1.3.4 Vegetación y relieve	29
1.3.5 Geología.....	30
1.3.6 Clima	30
1.3.7 Sismicidad.....	30

1.3.8	Economía	31
1.4	Descripción del tramo vial y sus distribuidores	31
1.4.1	Tramo vial Troncal 16.....	32
1.4.2	Distribuidor de tránsito Cantaura.....	33
1.4.3	Distribuidor de tránsito El Merey	34
CAPÍTULO II.....		36
MARCO TEÓRICO		36
2.1	Antecedentes.....	36
2.2	Bases teóricas	37
2.2.1	Categorización de la vialidad	38
2.2.1.1	Clasificación administrativa.....	38
2.2.1.2	Clasificación funcional	39
2.2.1.3	Clasificación según su geometría	40
2.2.2	Características de la carretera de acuerdo al diseño	41
2.2.3	Distribuidor de tránsito	42
2.2.3.1	Distribuidores de tránsito con conflictos de cruce en la vía secundaria	42
2.2.3.2	Distribuidores de tránsito sin conflictos de cruce	42
2.2.4	Patología	43
2.2.4.1	Estudio patológico	44
2.2.4.2	Patología del concreto	45
2.2.4.3	Patología en puentes.....	46
2.2.4.4	Patología en pavimentos flexibles	48

2.2.5	Inventario vial	50
2.2.5.1	Aforo	51
2.2.5.2	Proyección del tránsito	51
2.2.5.3	Composición del tránsito	51
2.2.5.4	Clasificación vehicular	52
2.2.6	Nivel de servicio	52
2.2.7	Estudio de flujo vehicular	56
2.2.7.1	Tránsito promedio diario (TPD).....	56
2.2.7.2	Factor hora pico (FHP)	56
2.2.7.3	Distribución direccional.....	57
2.2.7.4	Volumen de tránsito.....	57
2.2.7.5	Tasa de flujo (q).....	58
2.2.8	Elementos de diseño.....	58
2.2.8.1	Alineamiento vertical.....	58
2.2.8.1.1	Terreno.....	58
2.2.8.1.2	Pendiente	59
2.2.8.1.3	Visibilidad	59
2.2.8.2	Alineamiento horizontal	64
2.2.8.2.1	Peralte.....	64
2.2.8.2.2	Factor de fricción lateral	64
2.2.8.2.3	Radio mínimo	65
2.2.8.2.4	Transición de peralte.....	66
2.2.9	Curvas simples.....	67

2.2.9.1.1	Tangente (T).....	67
2.2.9.1.2	Radio (R).....	68
2.2.9.1.3	Tangente externa (T_e).....	68
2.2.9.1.4	Longitud de la curva (L_c).....	68
2.2.9.1.5	Ángulo de deflexión (Δ).....	69
2.3	Terminología básica	69
CAPÍTULO III		71
MARCO METODOLÓGICO		71
3.1	Tipo de investigación	71
3.2	Nivel de investigación	72
3.3	Técnicas a utilizadas.....	72
3.3.1	Observación directa	72
3.3.2	Investigación documental.....	73
3.3.3	Encuesta	73
3.3.4	Entrevista no estructurada	74
CAPÍTULO IV.....		75
ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS		75
4.1	Categorización de la vialidad.....	75
4.1.1	Clasificación administrativa	75
4.1.2	Clasificación funcional.....	76
4.1.3	Clasificación según su geometría.....	76
4.2	Verificación del diseño geométrico	77
4.2.1	Características del aforo vehicular	77

4.2.2	Tránsito promedio diario (<i>TPD</i>)	78
4.2.3	Factor hora pico (<i>FHP</i>).....	79
4.2.4	Composición vehicular	80
4.2.5	Vehículo de diseño.....	80
4.2.6	Velocidad	82
4.2.6.1	Velocidad de diseño	83
4.2.6.2	Velocidad de operación	83
4.2.7	Nivel de servicio	85
4.2.7.1	Análisis operacional de una carretera de dos canales.....	85
4.2.8	Diseño de visibilidad.....	88
4.2.9	Relación velocidad-fricción-peralte-radio mínimo en carreteras de dos canales	89
4.2.10	Evaluación del diseño geométrico del tramo vial troncal 16.....	90
4.2.11	Evaluación del diseño geométrico de los distribuidores viales Cantaura y El Merrey.....	95
4.2.11.1	Distribuidor Cantaura.....	95
4.2.11.2	Distribuidor El Merrey	96
4.3	Estudio patológico del tramo vial troncal 16 y los distribuidores de tránsito Cantaura y El Merrey	99
4.3.1	Información general del tramo vial troncal 16, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura entre las progresivas 95+400 y 98+700.....	101
4.3.1.1	Patologías observadas	101

4.3.2	Información general del Distribuidor Cantaura, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura en la progresiva 95+400.103	
4.3.2.1	Patologías observadas	104
4.3.3	Información general del Distribuidor El Merrey, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura en la progresiva 98+700.108	
4.3.3.1	Patologías observadas	109
4.3.4	Informe general de las patologías presentes en el tramo vial Troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey	111
4.4	Propuesta de mejora para tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey	118
4.4.1	Diseño geométrico	119
4.4.1.1	Tramo vial troncal 16	119
4.4.1.2	Distribuidor Cantaura.....	121
4.4.1.3	Distribuidor El Merrey	122
4.4.2	Pavimento	124
4.4.3	Obras complementarias de servicios básicos de la vialidad ...	127
4.4.3.1	Iluminación.....	127
4.4.3.1.1	Tramo vial troncal 16.....	130
4.4.3.1.2	Distribuidor Cantaura	131
4.4.3.1.3	Distribuidor El Merrey	131
4.4.3.2	Señalización	132
4.4.3.3	Alcantarillado	136

4.4.3.4 Defensas.....	137
CAPÍTULO V.....	139
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	139
5.1 Conclusiones.....	139
5.2 Recomendaciones.....	141
5.2.1 Tramo vial troncal 16.....	141
5.2.2 Distribuidor Cantaura.....	141
5.2.3 Distribuidor El Merrey.....	142
5.3 Recomendaciones Generales.....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/6	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de una carretera según su diseño	41
Tabla 2. Fallas en pavimentos flexibles	50
Tabla 3. Clasificación vehicular.....	52
Tabla 4. Nivel de servicio.....	53
Tabla 5. Relación v/c en carreteras de dos canales para terrenos ondulados	55
Tabla 6. Factor de ajuste por efecto del ancho del canal y distancia a obstáculos.....	55
Tabla 7. Equivalencia de vehículos pesados a vehículos livianos en carreteras de dos canales.....	56
Tabla 8. Distribución direccional	57
Tabla 9. Tipo de pendiente	59
Tabla 10. Distancia de visibilidad de frenado.....	60
Tabla 11. Distancia de visibilidad de paso en carretera de dos canales.....	61
Tabla 12. Relación velocidad-fricción-peralte-radio en carreteras	63
Tabla 13. Clasificación administrativa.....	75
Tabla 14. Clasificación funcional.....	76
Tabla 15. Clasificación geométrica	76
Tabla 16. Tipología vehicular	77
Tabla 17. Radio de giro mínimo del vehículo de diseño	81
Tabla 18. Velocidades normales de diseño	82
Tabla 19. Velocidades promedios de operación	84
Tabla 20. Nivel de servicio	85
Tabla 21. Variables de diseño.....	92
Tabla 22. Elementos de las curvas Troncal 16 Parte I.....	93
Tabla 23. Elementos de las curvas Troncal 16 Parte II.....	94
Tabla 24. Distribución del tránsito en el distribuidor Cantaura.....	96

Tabla 25. Distribución del tránsito en el distribuidor El Merey	97
Tabla 26. Características de la carretera	101
Tabla 27. Zona de influencia de enlaces	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio Freites.....	28
Figura 2. Accesos a la ciudad de Cantaura	32
Figura 3. Tramo vial Troncal 16	33
Figura 4. Distribuidor Cantaura	34
Figura 5. Distribuidor El Merey.....	35
Figura 6. Simbología Troncal.....	38
Figura 7. Simbología Local	38
Figura 8. Simbología Ramal.....	39
Figura 9. Transición de peralte en vías sin divisorias	66
Figura 10. Trayectoria de giro mínima de vehículo	82
Figura 11. Planilla de inspección patológica	100
Figura 12. Sección transversal del pavimento con geo mallas	126

INTRODUCCIÓN

La vialidad es un término que incluye las infraestructuras que forman la red de vías urbanas e interurbanas por las que se desplaza el flujo vehicular; es por ello que representan una importancia vital para la evolución de la humanidad; el mejoramiento de las redes viales y la construcción de nuevas carreteras afianzan el progreso de una nación.

Asimismo, las inversiones para la construcción de carreteras, puentes, distribuidores y demás obras complementarias de la vialidad, constituyen uno de los más importantes aportes para el desarrollo de las mismas; tomando en cuenta que se deben seguir un conjunto de normas y actividades relativas tanto para su proyección, construcción y mantenimiento de las carreteras para que le genere calidad al servicio.

En cuanto a la red vial en Venezuela, se empezó a construir aproximadamente a partir de los años 50 y le ha ido dando un gran impulso al país, ya que ha conectado todo el territorio nacional. Se construyeron carreteras, puentes, distribuidores y demás elementos con las características adecuadas según el caso y la época de su edificación. Pero con el pasar del tiempo los cuidados de las mismas han sido muy pocos, lo que ha ocasionado que más del 60% de la infraestructura vial esté en emergencia por su deterioro, según estudios realizados por el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV). Se puede decir que, en los últimos tiempos, no ha existido un mantenimiento preventivo-correctivo adecuado, por lo que, las cargas actuales que se reportan en Venezuela, hacen casi inoperantes los puentes, generando de esta manera que se efectúe un reajuste inmediato para que puedan ser transitados con mayor seguridad.

Del mismo modo, la deficiencia de este tipo de obras es un obstáculo al desarrollo progresivo del país. El estado Anzoátegui no ha quedado exento de los deterioros en sus redes viales, de hecho, es uno de los más afectados, por lo que ha surgido la idea de realizar este trabajo de investigación que va inclinado en presentar la situación actual en la que se encuentra el tramo de vía de la troncal 16, englobando sus respectivos distribuidores Cantaura y El Merey. Posteriormente, con el estudio y a través de la aplicación de normas vigentes, proponer la posible solución de mejora, con la finalidad de generar confort a los usuarios y tener vías adecuadas en el estado.

El proyecto de investigación está constituido por cinco capítulos, los cuales engloban la explicación necesaria para elaborar la propuesta; cada uno lleva consigo toda la información requerida para avalar dicho estudio, y que se detallan a continuación:

Capítulo I: Se precisó claramente la formulación del problema que presenta el tramo vial en estudio y sus distribuidores, así como también, se puntualizan los objetivos, tanto el general como los específicos, que le dan sentido a la investigación, garantizando de algún modo el orden de las actividades y el cumplimiento de las mismas. Además, quedan por sentadas las características de la zona estudiada.

Capítulo II: Se expone el marco teórico, el cual se realizó previamente a través de una revisión bibliográfica detallada, donde se eligieron los términos a utilizar y se plasman los antecedentes de la investigación enlazados con el tema específico del presente trabajo. También, se dejan aquí las bases teóricas que fueron aplicadas. Por último, se determinan las definiciones básicas contenidas en la misma.

Capítulo III: Se indica el marco metodológico, el cual se encarga de mostrar el tipo y diseño de la investigación, que en este caso es de campo y de tipo documental; deja por sentado los lineamientos del proyecto. También se aplican en este capítulo los niveles de la investigación, la profundidad con que se estudia un objeto o tema de interés y la manera en cómo se dan respuesta a las interrogantes formuladas, indicando que la investigación es de tipo explícita. Por último, quedan expuestas las técnicas de recolección de datos empleadas a lo largo de la inspección. Los resultados mostrados servirán de base para la estructuración de las acciones a tomar según sea el caso.

Capítulo IV: Esta etapa presenta el análisis de datos y resultados obtenidos con la aplicación de diferentes técnicas de recolección. Se recopiló la información necesaria y se hizo la interpretación correspondiente, dejando por sentado los resultados de la investigación.

Capítulo V: Por último, quedan reflejadas las conclusiones y recomendaciones. Se desarrolla una propuesta con acciones correctivas que garantiza el mejor funcionamiento de la vialidad y de los distribuidores. Se describen las conclusiones donde se precisa el cumplimiento del orden específico de los objetivos planteados, para obtener la propuesta de mejora. Además, se reflejan las recomendaciones que se consideran pertinentes, resultantes de las investigaciones, con base a las conclusiones del estudio.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En Venezuela, las carreteras se clasifican oficialmente según las normas utilizadas en el país con la designación de troncal, local, ramal y subramal; todas estas forman una programación cuyo propósito es mantener unido todo el territorio nacional. La red de carreteras ha concebido un país y edificado un sistema que interconecta los principales centros urbanos, los puertos, aeropuertos y demás vías existentes para realizar actividades productivas, de servicios, de distracción y turísticas, generándose así la comunicación entre todos los espacios del territorio.

En ese mismo sentido, la infraestructura vial en la nación fue construida con una proyección a futuro para el buen funcionamiento de las mismas. Por lo tanto, en proyectos de carreteras que formen parte de la red nacional de vialidad, resulta imprescindible que los componentes de la vía posean capacidades vehiculares adecuadas, ya que estas, hoy por hoy han superado su período de diseño o vida útil estipulada en normas y se encuentran en un estado precario, que ha venido desmejorando a ritmo sostenido, por lo que no se les brinda a los usuarios condiciones óptimas en la vía.

Es importante señalar que, algunas de estas carreteras venezolanas se construyeron hace muchos años para condiciones distintas a las actuales, por lo que se refleja en ellas diferentes problemáticas. Entre las más relevantes están la escasa iluminación, carencia de señalización, condiciones de seguridad inadecuadas, insuficientes drenajes para aguas pluviales,

pavimentos deteriorados, huecos a lo largo de los tramos, congestionamiento de vías por su mal diseño y por no poseer accesos rápidos para evacuar en casos de emergencia. Según el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV); los resultados de las últimas evaluaciones realizadas en todo el territorio nacional, arrojan que es evidente la inexistencia de los estudios en los puentes para efectuar el mantenimiento predictivo y correctivo en los mismos; incluso, influye el crecimiento poblacional ya que genera exceso de flujo vehicular; afectando considerablemente las estructuras viales, haciéndose notable la falta de mantenimiento y prevención, reflejando que ya han cumplido el tiempo útil de diseño.

Por otro lado, la autopista Gran Mariscal de Ayacucho, es una importante arteria vial que comunica la ciudad de Caracas con la Región Nor-Oriental de Venezuela y en la cual se encuentra incluida la troncal 16 del estado Anzoátegui. Es una vía principal discontinua que se consolidó con el pasar de los años; contando esta con canales confortables, hombrillo y sitios de parada, reafirmando de esta manera la trayectoria vial del país. También, a partir del año 1980, se reanuda la construcción de la autopista en el tramo Cantaura- El Tigre, y se concreta solo la vía expresa desde Cantaura hasta la autopista en el km 52, incluidos aquí los distribuidores viales Cantaura y El Merey, promoviendo una entrada más cómoda al Municipio Freites, evitando las vías antiguas y creando una ruta de viaje más rápida, para la comodidad de los usuarios.

Asimismo, en Anzoátegui, los problemas viales no pasan desapercibidos. En el tramo vial troncal 16 y sus distribuidores Cantaura y El Merey, se manifiestan problemáticas en cuanto a la patología estructural y su diseño geométrico, por lo que resulta necesario verificar si los lineamientos de visibilidad y las condiciones generales del terreno utilizadas son idóneas para

la construcción de buenas carreteras, ayudando a evitar imprevistos en la vía como graves colisiones vehiculares.

Sin embargo, mantener esta vía en condiciones óptimas es indispensable, motivo por el cual surge la idea de realizar estudios detallados del tramo y sus distribuidores con el propósito de conocer las condiciones actuales y reales en las que se encuentran. Para esto, se deben llevar a cabo como tareas indispensables el levantamiento topográfico, seguido de un estudio patológico, la verificación de condiciones geométricas, así como la aplicación de técnicas de recolección de datos (análisis estadísticos, encuestas) que determinen las fallas de la vía.

Así pues, en base a las exigencias y criterios de construcción de carreteras; estipulados en normas venezolanas, como: Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estadales y Transportes (AASHTO 2011), la Norma para Proyecto de Carreteras (NORVIAL 1997), y la Comisión Venezolana de Normas Industriales, Sector: Construcción (COVENIN), se estima realizar la propuesta de mejora en el tramo vial y sus distribuidores, logrando que proporcione características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de fluidez a la circulación vehicular, generando calidad del nivel de servicio.

Finalmente, este trabajo de investigación es un tema original por su enfoque, por su presentación y por el contexto en el que se plantea, además genera a la Universidad De Oriente (UDO) un aporte muy importante para la comunidad estudiantil, como fuente bibliográfica en cuanto a los diagnósticos, propuestas y diseños para futuros trabajos en temas de vías de comunicación.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proponer mejoras en tramo vial troncal 16, y los distribuidores Cantaura y El Merrey, entre las progresivas 95+400 y 98+700, en el municipio Freites, Estado Anzoátegui.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recopilar datos sobre el flujo vehicular de los usuarios que transitan en el tramo vial en estudio y su nivel de servicio.
- Realizar levantamiento planialtimétrico del tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey, entre las progresivas 95+400 y 98+700.
- Efectuar informe sobre las diferentes patologías presentes en tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey.
- Verificar el diseño geométrico actual en tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey, considerando los datos obtenidos en los estudios de flujo y las especificaciones establecidas en las normas AASHTO (2011) y NORVIAL (1997).
- Establecer la propuesta de mejora en tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey, fundamentada en las normas venezolanas vigentes, aplicando el programa AutoCAD CIVIL 3D.

1.3 Generalidades del sitio en estudio

1.3.1 Ubicación geográfica

El municipio Pedro María Freites, se despliega entre la cordillera de la costa y se empalma con la mesa de Guanipa, para ser más exactos se encuentra ubicado en la zona central de Anzoátegui. Este estado, es el cruce de caminos, punto de confluencia y puerta de entrada a tres de las grandes regiones geográficas de Venezuela: Oriente, Guayana y los Llanos Centrales, teniendo salida tanto al Orinoco, como al Mar Caribe. Anzoátegui ocupa 43.300 Km², representando así el 4,7% del territorio nacional aproximadamente.

En consecuencia, es importante indicar que Freites cuenta con una extensión territorial de siete mil setecientos doce kilómetros cuadrados (7.712 Km²), lo que representa el 16,6% de la superficie total del estado, convirtiéndose en el municipio más amplio de Anzoátegui. Está localizada entre las coordenadas geográficas: 09°18'40" de latitud norte, y 64° 21'34" de longitud oeste. Y de acuerdo con la división política territorial vigente, el municipio se divide en cuatro parroquias: Santa Rosa (10.000 hab.), Úrica (12.000 hab.), Libertador (5.000 hab.) y Cantaura, que además de ser la capital, está conformada por cuarenta y nueve sectores y cuenta con una población de 40.140 habitantes aproximadamente.

Por lo expuesto, conjuntamente con San Mateo, Anaco, El Tigre y San José de Guanipa, Cantaura forma un sistema de centros poblados que se ubican a lo largo de la carretera Barcelona-Ciudad Bolívar. Dentro de este sistema, la ciudad de Cantaura posee la peculiaridad que dentro de su estructura urbana no se encuentran campos o comunidades petroleras;

también tiene una vinculación estrecha con Anaco, del cual dista cerca de unos 15 Km, teniendo ambas una dinámica urbana bastante asociada. (Ver figura 1)



Figura 1. Ubicación geográfica del municipio Freites
Fuente: Google Imágenes, editado por los autores, 2018

1.3.2 Límites

El municipio Freites limita por el norte con el Estado Sucre y el municipio Libertad, por el sur con los municipios Simón Rodríguez, Guanipa e Independencia, por el oeste con los municipios Anaco y Santa Ana; y por el este con el estado Monagas.

1.3.3 Ambiente y medio físico natural

El área donde se emplaza la ciudad de Cantaura, forma parte de la región natural “Llanos Altos Orientales”, zona del país que se caracteriza por su peculiar paisaje de mesas. Desde el punto de vista hidrográfico, se encuentra muy próxima a la divisoria de las aguas que drenan hacia el río Unare por el

oeste y hacia el río San Juan por el este, perteneciendo la ciudad, a la cuenca hidrográfica del río Unare. Desde el punto de vista geomorfológico, está muy próxima al límite que separa los llanos altos orientales de los llanos centrales y depresión del río Unare, perteneciendo Cantaura a los llanos altos orientales.

1.3.4 Vegetación y relieve

Tomando como base el Mapa de Vegetación de Venezuela realizado por Huber y Alarcón (1988), el tipo de vegetación en el área está representada por: bosques tropófilos bajos deciduos, presenta una cobertura vegetal de sabanas abiertas no anegadizas con sabanas graminosas ralas y lisas lo que supone a comunidades arbóreas de 6–10 metros de alto, densas, con sotobosque, mayormente deciduo y sabanas abiertas no inundables, comprendida en sabanas graminosas ralas y lisas, sin elementos leñosos.

Así mismo, se encontró que el relieve es ondulado, sin embargo, hacia la mesa se encuentra disectado, con pendientes que varían de 4 hasta 12% aproximadamente, 5% de la superficie al norte del municipio posee un relieve inclinado con pendientes mayores al 30%, esto debido a la cercanía del sistema montañoso nororiental. En el área en estudio se distinguen dos tipos de paisaje: el de valle y el de altiplanicie; siendo este el dominante y caracterizándose como una meseta inter montañosa elevada, cuyo levantamiento no es continuo, distinguiéndose en él dos variedades de relieve: de mesa conservada y el de lomas y colinas. Indicando de esta manera, que el relieve de la zona es un poco irregular, suelos planos con algunos altos y bajos.

1.3.5 Geología

La formación geológica según su composición litológica está dividida en tres miembros, de los cuales el superior y el inferior son arenosos y el miembro medio, el cual es el más espeso, es esencialmente lutítico, las areniscas son delgada, lutíticas de grano fino; presenta esta formación una pobre aptitud como material de fundación, genera un suelo de textura franco - arenosa, poca capacidad de retención de humedad. Sedimentos de origen diverso, las mesas se encuentran disectadas por los ríos locales formando acantilados, siendo entalles particularmente intensos en la medida que avanzamos al este de la unidad ambiental.

1.3.6 Clima

Las condiciones climáticas en el municipio se caracterizan por: un promedio de precipitación de 782,4 mm anuales, repartidos en dos estaciones bien definidas y una temperatura media anual de 26,8°C, con una máxima de 32,5°C y una mínima de 18,7°C respectivamente. Las condiciones de temperatura y precipitación de la zona, definen un clima tropical de sabana (Aw), donde el período lluvioso se presenta a mediados del año con un mayor porcentaje de descarga entre los meses de Julio y Agosto, de acuerdo a la clasificación de Köeppen, lo que indica que el clima es muy caluroso durante todo el año, por sus elevadas temperaturas.

1.3.7 Sismicidad

El municipio presenta poca amenaza, a pesar de pasar la falla activa de Urica, (Cantaura se ubica a 65 km. al sur-oeste), la misma tiene una potencial influencia sísmica en la zona, sin embargo, no se registran antecedentes

catastróficos. Según el mapa de Zonificación Sísmica de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), el municipio pertenece a la zona 2: baja amenaza sísmica.

1.3.8 Economía

En el municipio Pedro María Freites, la actividad petrolera es el principal agente económico de la zona, representa el segundo municipio petrolero de Venezuela. Además, su subsuelo en la Mesa de Guanipa es depositario de la mayor riqueza acuífera del estado. También, tienen como fuente la agricultura y la ganadería, las cuales tradicionalmente han sido la base fundamental del proceso económico de la jurisdicción de Cantaura. Específicamente, son los sectores servicios (26,94%) y agropecuarios (26,92%), los que concentran el mayor número de trabajadores. El sector construcción, con 15,06% del total de empleos en la zona, y las actividades petroleras, con 9,9% de los empleos.

1.4 Descripción del tramo vial y sus distribuidores

La vialidad de la ciudad Cantaura se configura a partir de la Av. Bolívar, que se empalma a la actual Local 004 (antigua troncal 016 o Carretera Vieja Barcelona-El Tigre), y a la Autopista Barcelona-El Tigre, a través de la prolongación de la Av. Bolívar y distribuidor Cantaura, conocido anteriormente como el distribuidor San Joaquín. La avenida Bolívar, única vía de acceso y eje sobre el cual se estructura la vialidad de la ciudad, funciona como arterial principal debido a que recoge y distribuye la mayor parte de los viajes, tanto externos como internos, provenientes de la troncal 016 y del resto de las vías de menor jerarquía. (Ver figura 2)

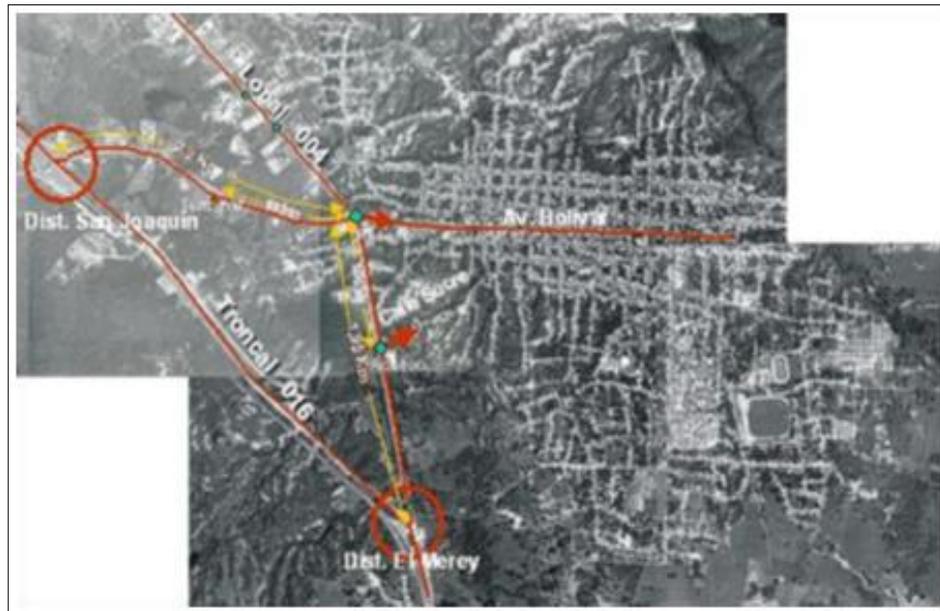


Figura 2. Accesos a la ciudad de Cantaura
Fuente: PDUL, editado por los autores.

1.4.1 Tramo vial Troncal 16

El tramo vial troncal 16 es una carretera de primer orden, que se encarga de comunicar ciudades del oriente, como, Puerto la Cruz, El Tigre y Ciudad Bolívar, con el centro del país. A su vez, abre paso a la comunicación hacia otras parroquias pertenecientes al municipio Freites, interconectándose con todas las redes viales. El trayecto a evaluar está delimitado por los distribuidores Cantaura y El Mereré; son aproximadamente 4,50 kilómetros de carretera, el cual cuenta con dos canales, uno para cada sentido, sin sitios de paradas de emergencia, con muy poca señalización y visibilidad restringida por la vegetación presente, que excede las alturas máximas permitidas sin recibir ningún tipo de atención. Es una carretera irregular, ya que se fue edificando poco a poco y se le han realizado servicios de mantenimiento a algunos tramos, quedando otros sin ningún tipo de plan correctivo, por lo que la carretera sigue presentando las fallas a lo largo de todo el tramo de maneras

más pronunciada, lo que a su vez provoca grandes riesgos para los usuarios que la transitan. (Ver figura 3)

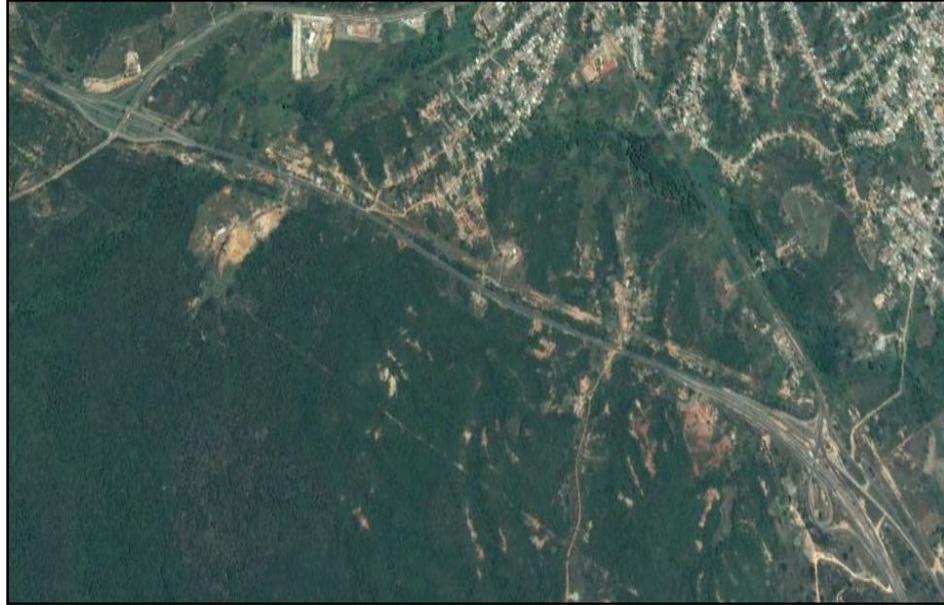


Figura 3. Tramo vial troncal 16
Fuente: Google Earth Pro, editado por los autores, 2018.

1.4.2 Distribuidor de tránsito Cantaura

El distribuidor Cantaura, es una de las infraestructuras viales que se encuentra en la carretera nacional del oriente del país. Surge con la necesidad de resolver conflictos de cruce con una vía secundaria; según la normativa venezolana y por las características constructivas que presenta, este distribuidor vial es considerado de tipo diamante. Cuenta con cuatro ramales donde las entradas y salidas a la vía principal se resuelven con ramales unidireccionales; los movimientos se solucionan con intersecciones en la carretera secundaria, permite un total de ocho movimientos con giro posibles. Incluye cuatro ramales de tipo semidirecto, cada uno permite un giro tanto a la derecha, como a la izquierda, logrando de esta manera una funcionalidad

satisfactoria ya que conecta a través de un paso superior o inferior el tránsito vehicular de la carretera El Tigre-Cantaura con la prolongación de la Avenida Bolívar del municipio Freites. También, permite la incorporación inmediata de los usuarios de la comunidad de San Joaquín con la troncal 16 y las ciudades adyacentes. (Ver figura 4)



Figura 4. Distribuidor Cantaura
Fuente: Google Earth Pro, editado por los autores, 2018.

1.4.3 Distribuidor de tránsito El Merey

El Merey es el nombre que recibe este distribuidor vial, perteneciente al Municipio Pedro María Freites del estado Anzoátegui, para ser exactos está situado entre la actual local 004 y un tramo de vía de la troncal 16, que comunica la Autopista Barcelona-El Tigre. Da salida a los conductores hacia el caserío Campo Mata y fundos adyacentes que se encuentran en su alrededor, como también hacia la autopista en sentido Cantaura-El Tigre, por otra parte, da entrada a los usuarios que busquen acceso a la ciudad de

Cantaura, así como a localidades cercanas. Es utilizado con mayor frecuencia por los usuarios que vienen del sur del estado Anzoátegui (municipio Simón Rodríguez, Guanipa, Miranda, Independencia, Monagas). Según lo establecido por el MTC (1997), el distribuidor responde a un dispositivo de tránsito sin conflictos de tipo trompeta, el cual cuenta con tres ramas viales y cuatro rampas de acceso de entrada y salida. (Ver figura 5)



Figura 5. Distribuidor El Meray
Fuente: Google Earth Pro, editado por los autores, 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

A continuación, se expondrán técnicas y definiciones de diferentes autores relacionado con el desarrollo de propuestas para la mejora de tramo y distribuidores viales. Se relatan los antecedentes de la investigación y se indican todas aquellas bases teóricas que la sustentan.

2.1 Antecedentes

Lizardo y Ostty (2017), aplicaron técnicas de recolección de datos, análisis estadísticos y levantamientos planialtimétricos que dieron a conocer las condiciones en las que se encuentran las curvas La Parchita y Kashama en la vía nacional troncal 16, estado Anzoátegui. Además, realizaron una comparación de los resultados obtenidos con las normas de diseño vial en Venezuela, desarrollando una propuesta de mejora en las curvas. Se tomaron las técnicas mencionadas anteriormente y el conteo de flujo vehicular expuesto en el trabajo de investigación, como información general referente a los antecedentes existentes sobre la vialidad en estudio y su variabilidad al paso del tiempo.

Por otro lado, Peña (2015), realizó diferentes actividades para determinar el grado de servicio en el que se encontraban las intersecciones en el Distrito Miraflores, en la provincia de Lima, realizando una serie de estudios como la recolección de datos a través de conteos vehiculares, para determinar la variación del volumen de tránsito, tanto en línea recta como en las intersecciones de la vialidad, observando la situación actual y posteriormente dando una propuesta de mejora para los usuarios. Se utilizó como reseña de este trabajo los distintos métodos usados y la teoría expuesta en él.

Del mismo modo, Arrayago (2013), determinó el crecimiento notable del flujo vehicular que se genera y produce una congestión automotriz en el Distribuidor de Puente Bárbula en Naguanagua, estado Carabobo. La investigación se llevó a cabo bajo lineamientos de un proyecto factible, para lograr cumplir los objetivos planteados, apoyados de un diseño de campo con niveles descriptivos. Se hace alusión sobre la metodología aplicada en esta investigación, el diagnóstico y la manera de identificar su problemática, lo cual sirvió para darle mejor enfoque al trabajo de grado desarrollado.

Cabe destacar que, Joya y Santander (2005), pretenden solucionar conflictos vehiculares existentes en la intersección El Jazmín del municipio Santa Rosa Cabal, en Colombia, donde se evaluaron los niveles de servicio y el análisis de tránsito de la vialidad, así como, también recolectaron información de la base topográfica de la zona. El aporte que generó a la investigación es la manera de determinar las alternativas de solución al problema existente.

2.2 Bases teóricas

Las definiciones en el cual se detallan los conceptos establecidos en cada una de las clasificaciones de las carreteras, están contenidas en la "Nomenclatura y Características Físicas de la Red de Carreteras de Venezuela" (MTC 1997). Es por ello, que se encuentran establecidas en el vocabulario vial propagado por NORVIAL.

2.2.1 Categorización de la vialidad

2.2.1.1 Clasificación administrativa

En cuanto a la clasificación administrativa, son carreteras con características socio-económicas encargadas de interconectar localidades y se agrupan de la siguiente manera:

- Troncal: son vías que adsorben una cantidad considerable de vehículos, estas contribuyen a la integración de una nación, interconectando regiones facilitando la comunicación internacional. De esta manera ayudan con el desarrollo económico de todo un país. Su simbología y señalización tienen rango nacional. (Ver figura 6)



Figura 6. Simbología Troncal

Fuente: MTC (1997), editado por los autores

- Locales: son vías de interés regional, que permiten la comunicación entre centros poblados. Su función es orientar el tránsito proveniente de ramales y sub-ramales hacia las vías troncales. Su simbología y señalización tienen rango estatal. (Ver figura 7)

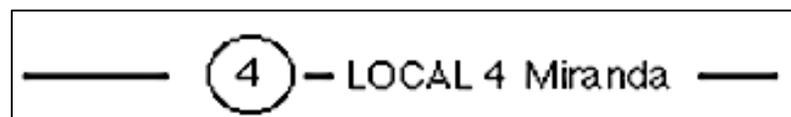


Figura 7. Simbología Local

Fuente: MTC (1997), editado por los autores

– **Ramales:** son vías de interés local encargadas de conectar diversos centros generadores de tránsito, con centros poblados de menor importancia y orientando el mismo hacia la red Local o troncal. Su simbología y señalización tienen rango estatal. (Ver figura 8)



Figura 8. Simbología Ramal

Fuente: MTC (1997), editado por los autores

– **Subramales:** son vías de interés local, que interconectan al país con lugares totalmente aislados, como lo son caseríos o centros generadores de tránsitos específicos, orientando el mismo hacia redes viales de mayor jerarquía. Generalmente no tienen continuidad. Su simbología y señalización tienen rango estatal y es semejante a los ramales.

2.2.1.2 Clasificación funcional

En la clasificación funcional se tienen en cuenta las características propias de las corrientes de tránsito, es la más utilizada en la planificación vial de una región.

– **Arterial:** son vías encargadas de permitir que grandes flujos vehiculares puedan transitar sin mucha dificultad, su finalidad es reducir los tiempos de viaje. Estas tienen prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías de acceso, incluyendo los sistemas colectores y expresos, excepto la vía férrea y autopistas.

- **Colectoras:** vía cuya función predominante es la coordinación y complementación del tránsito generado por el entorno y conducirlo hacia el sistema arterial, no son vías continuas y están empleadas para suministrar movimiento dentro de áreas específicas y con recorridos limitados.

- **Locales:** son vías cuyas funciones es proveer acceso a los desarrollos adyacentes. Suministran y reciben tránsito externo y proporcional del área misma, generalmente se conectan con el sistema colector.

2.2.1.3 Clasificación según su geometría

La clasificación geométrica de una vía adoptada por el MTC, está formada por un sistema que organiza la vialidad y viene dada por:

- **Autopista:** son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de acceso. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas y capaces de soportar una elevada cantidad de vehículos, también se caracterizan por poseer un sinnúmero de carriles de circulación, aunque por lo general constan entre dos y tres de ellos.

- **Vía expresa:** son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, donde las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas. Ocasionalmente pueden tener aperturas y control parcial de accesos, tienen la función de ordenar volúmenes de tránsitos elevados provocados por viajes de larga distancia. Son diseñadas para que se realicen en función de la posibilidad de desarrollo de altas velocidades.

– Carretera: son vías sin divisoria física entre los sentidos y pueden tener dos o más canales de tránsito, están destinadas a la circulación de vehículos, comunican localidades y pueden eludir el paso por el interior de estas.

2.2.2 Características de la carretera de acuerdo al diseño

Según NORVIAL, establece una serie de características que corresponden a una carretera de primer orden, es decir, una troncal. Teniendo en cuenta las peculiaridades de esta carretera pueden agruparse bajo varios conceptos. (Ver tabla 1)

CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
Operación	Volumen de tránsito alto, predominio de altas velocidades, porcentaje elevado de vehículos pesados, predominio sobre el tiempo de recorrido y los costos de operación, presencia de vehículos de dimensiones o peso muy grandes.
Ambiente	Topografía ligeramente accidentada, poca información de las condiciones físicas, climatología variable según su ubicación geográfica, pocos problemas de derecho de vía.
Diseño	Modificación a la topografía natural, adaptación a las condiciones geotécnicas, diseño planificado y eficiente, variabilidad de los estándares a lo largo del recorrido.
Construcción	Considerable movimiento de tierra, uso de materiales locales y préstamos cercanos, previsión parcial de mantenimiento.

Tabla 1. Características de una carretera según su diseño
Fuente: NORVIAL (1997), editado por los autores

2.2.3 Distribuidor de tránsito

Son dispositivos que se adoptan en la intercepción de vías conformado por un conjunto de ramas y rampas, en las cuales los volúmenes de tránsito son grandes, se encargan de ordenar, dirigir y controlar las diferentes corrientes que ocurren en una intersección. Pudiendo así clasificarse en dos grupos:

2.2.3.1 Distribuidores de tránsito con conflictos de cruce en la vía secundaria

Son construidos con la función de solventar la intersección entre una vía con control total de acceso con una de control parcial de acceso o sin ningún control, entre ellos se encuentran:

- Distribuidor tipo diamante: ofrece salidas de la vía principal de un solo canal, con diseños de alto nivel, antes de la estructura. Y no requiere canales de aceleración y desaceleración.
- Distribuidor tipo trébol de dos hojas: este tipo de distribuidor, a semejanza del diamante, traslada los conflictos producidos por los giros a la izquierda a la vía secundaria, favoreciendo la velocidad de operación en la vía principal, al colocar las salidas antes de la estructura.

2.2.3.2 Distribuidores de tránsito sin conflictos de cruce

Son aquellos donde todos los giros se realizan separando los niveles de las calzadas, usados para manejar las intersecciones de dos vías semejantes con control parcial o total de acceso, en este caso se pueden mencionar:

- Distribuidor tipo trompeta: resuelve la intersección de tres ramas, consta de tres enlaces con giro directo y uno con giro indirecto.
- Distribuidor tipo trébol: resuelve la intersección de cuatro ramas, consta de cuatro enlaces directos y cuatro indirectos.
- Distribuidor trébol con canal colector: a lo anteriormente mencionado, pueden agregársele canales colectores sobre la vía principal, con lo cual, los sectores de entrecruce se trasladan a ellos, dejando libre el tránsito por la vía principal.
- Distribuidores de enlace directo: resuelven la intersección de vías de igual categoría.

2.2.4 Patología

La patología estructural es una rama de la ingeniería civil, que se encarga de estudiar los fundamentos, mecanismos y consecuencias de las fallas presentes en una construcción; generalmente son ocasionadas por errores en alguna de las etapas del proyecto, ya sea por factores internos o externos del sistema, las cuales originan daños considerables e irreparables para las edificaciones.

Resulta que, las patologías en las estructuras presentan manifestaciones externas de las cuales se puede determinar su naturaleza, origen y fenómenos asociados, pudiendo así estimar sus posibles consecuencias. Estos síntomas pueden ser descritos y clasificados, obteniéndose un primer diagnóstico mediante la observación visual.

En cuanto a los puentes, su patología estructural puede originarse desde el momento de su construcción por los diversos agentes atmosféricos a los que se encuentran expuestos, generando el colapso del mismo. Estas estructuras con el tiempo, van presentando síntomas de patologías en sus partes, las cuales, si no se atacan en el momento adecuado, se llega a un punto donde se vuelve una lesión grave. Estas contusiones pueden generar la demolición de la estructura afectada, siendo este el escenario más pesimista.

Por otra parte, la patología en pavimentos dependerá de su método constructivo, materiales y necesidades de diseño. Existen diferentes clases de pavimentos, entre los más usuales están: rígidos y flexibles. Todos se ven afectados por factores como el tránsito, el clima, el envejecimiento, la resistencia, el drenaje y mantenimiento del mismo. Los deterioros son visibles y están clasificados según sea el origen del pavimento como fisuras, deformaciones y problemas superficiales.

2.2.4.1 Estudio patológico

Hace mención a la inspección de los síntomas que presentan las estructuras civiles y puedan transformarse en fallas graves si no son tratadas a tiempo. Para realizar un estudio patológico deben seguirse una serie de pasos, entre los cuales se encuentran:

- Sintomatología: son los síntomas que caracterizan una enfermedad en estructuras con daños; los más conocidos son: grietas, flechas excesivas, eflorescencia, cambios de formas, disgregación, desagregación, desconchamientos, cambio de color y filtraciones.
- Inspección ocular/Diagnóstico preliminar: en esta etapa se elabora un informe haciendo semejanza a las posibles fallas encontradas en

la estructura. Se deben ejecutar diferentes actividades como: inspección minuciosa del deterioro, atención a testimonios, recopilación de información, planteamiento de hipótesis, preparación de un programa de trabajo, entre otras, para diagnosticar qué ocurre en la edificación o vialidad.

- Diagnóstico definitivo: el análisis se enfoca hacia la evaluación de las posibles fallas que presenta la estructura. Se establecerán las causas de los daños y lesiones presentes, apoyándose en los estudios o ensayos realizados.

- Pronóstico: es la parte donde se decreta el análisis de los resultados del estudio patológico, se divide en dos grupos: pesimista (amputación, demolición y muerte de la estructura) y optimista (rehabilitación) con tratamiento se puede llegar a salvar la estructura.

2.2.4.2 Patología del concreto

La patología en el concreto sea este simple o armado, se le puede definir como el estudio sistemático de los procesos y de las características de las enfermedades o los defectos y daños que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y soluciones.

En cuanto a las causas de las patologías del concreto, pueden definirse como el agente activo o pasivo que actúa como origen del proceso patológico y que desemboca en una o diversas lesiones. En ocasiones varias causas actúan conjuntamente para producir una misma lesión. Según el autor Sánchez de Guzmán (2011), se clasifican de la siguiente manera:

- Lesiones físicas: se refieren esencialmente a los cambios volumétricos que experimentan el concreto, como consecuencia de cambios de humedad (agua y vapor de agua) o de temperatura (frio y calor). Pero

también las acciones físicas hacen referencia a las variaciones en su masa (cambios de peso unitario, porosidad y permeabilidad).

– Lesiones mecánicas: es la capacidad que tiene el concreto para reaccionar ante una fuerza externa que coloca a este en un complejo estado ya sea tensional o de compresión, dependiendo cual sea las condiciones en las que se encuentre sometida una estructura. La aplicación de una carga directa sobre un elemento constructivo implica una deformación. Si la carga provoca un esfuerzo mecánico demasiado intenso, la deformación tendrá como consecuencia la aparición de fisuras, grietas, desprendimientos, impactos, vibraciones excesivas, erosión, socavación, entre otros.

– Lesiones químicas: dentro de los factores del deterioro imputables a las lesiones químicas están, el ataque de ácidos, la lixiviación por aguas blandas, la carbonatación, la formación de sales expansivas o ataques de sulfatos. También se puede mencionar la corrosión de los metales, definiéndose este como un proceso de reacción entre el metal y alguna sustancia del medio ambiente que lo rodea.

– Lesiones biológicas: aunque la contaminación atmosférica es un importante factor del deterioro del concreto, la actividad biológica juega también un papel preponderante, es por ello que la presencia de organismos y microorganismos de origen vegetal o animal sobre las estructuras del concreto interaccionan con el material causando fallas en la edificación.

2.2.4.3 Patología en puentes

Las patologías en los puentes varían en intensidad e incidencias, provocando muchas veces altos gastos de reparación. En estas se involucra el análisis detallado del problema describiendo sus causas, formas y

mecanismos de ocurrencias ya sean en uno de sus elementos o en el conjunto estructural. Independientemente del material con el que esté construida la estructura, las patologías más comunes según el Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte (DNIT) de Brasil son:

- Corrosión estructural: es el proceso donde se deterioran los metales cuando interactúan con el medio ambiente al que están expuestos. Cabe destacar que la corrosión es la principal causa de deterioro de las estructuras y ocasiona grandes pérdidas económicas a nivel mundial.

- Filtraciones: es la humedad que puede estar presente por diferentes vías: lluvias, malos drenajes, nivel freático, fugas en sistemas o instalaciones, entre otros. Mantenerla controlada debe ser la meta y solo así se evitarán sus consecuencias. Habitualmente sus efectos son menospreciados, pero al pasar el tiempo la presencia permanente o intermitente de humedades conlleva al deterioro progresivo de las edificaciones.

- Deterioro del concreto pretensado: los elementos de este concreto también pueden sufrir acciones nocivas presentando problemas de resistencia y durabilidad, existen muchos factores que influyen en su comportamiento final, los más relevantes dentro de las estructuras de concreto pretensado, son: la calidad del material, relación agua/cemento, medio ambiente, medidas y la eficacia del proceso constructivo. El concreto tiene una naturaleza inestable a través del tiempo, presentando algunos cambios en sus características debido a las propiedades de sus componentes y a su reacción ante factores ambientales propios del lugar donde la estructura desarrolla su función.

– Defectos constructivos: la principal causa de los daños por una ejecución defectuosa podría ser la falta de calificación del personal que interviene en la fase de construcción, por desconocimiento, negligencia, entre otros, así como falta de supervisión y control por parte de la dirección de la obra. Los daños por defectos de construcción puesta en obra pueden ser originados por errores de replanteo, modificaciones de proyectos, incumplimiento de normas y modificación de los materiales.

2.2.4.4 Patología en pavimentos flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub base. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. Según Rodríguez Velásquez (2009) las fallas en los pavimentos pueden ser de dos tipos:

– Falla de superficie: comprende los defectos de la superficie de rodamiento debido a fallas de la capa asfáltica y no guardan relación con la estructura de la calzada. La corrección de estas fallas se efectúa con sólo regularizar la superficie y conferirle la necesaria impermeabilidad y rugosidad. Ello se logra con capas asfálticas delgadas que poco aportan desde el punto de vista estructural en forma directa.

– Falla de estructura: comprende los defectos de la superficie de rodamiento cuyo origen es una falla en la estructura del pavimento; es decir, de una o más de las capas constitutivas que deben resistir el complejo juego de sollicitaciones que impone el tránsito y el conjunto de factores climáticos regionales. En la corrección de este tipo de fallas es necesario un refuerzo

sobre el pavimento existente para que el paquete estructural responda a las exigencias del tránsito presente y futuro estimado.

En la tabla 2, se describen las fallas más comunes que existen en un pavimento y sus respectivas causas que generan consecuencias negativas en las redes viales.

TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	CAUSAS
Piel de cocodrilo	Fisuras o grietas interconectadas formando polígonos de tamaño variable, semejando una malla.	Cumplimiento de la vida útil del pavimento. Pavimento estable sobre subrasante elástica. Tránsito muy pesado para el espesor del pavimento existente. Asfalto muy duro o cantidad deficiente.
Fisuras longitudinales	Fisuras y grietas paralelas al eje del pavimento, en general cerca al borde y a las huellas del tránsito	Asentamiento de terraplenes. Cambios diferenciales de humedad en los suelos de subrasante. Deficiencias de drenaje superficial. Circulación de vehículos pesados muy cerca del borde del pavimento. Falta de sobre ancho en la base.
Ahuellamiento	Es una depresión en la superficie bajo las huellas de los neumáticos.	Se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por la consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito.
Falla de borde	Son paralelas al eje de la vía y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento.	Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a las condiciones climáticas de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento, o por falta de soporte lateral o inclusive por terraplenes contruidos con materiales expansivos.

Disgregación y desintegración	Son la pérdida de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.	Es causado debido a que el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que el agregado en la mezcla es de muy poca afinidad con este. También sucede en mezclas con muy poca cantidad de ligante o que fueron sobre calentada durante su producción en planta.
Asentamiento	Depresiones longitudinales continuas a lo largo de las huellas de tránsito, con o sin levantamiento de las áreas adyacentes.	Cargas de tránsito muy pesados para las cuales el espesor total del pavimento es insuficiente. Pobre calidad y saturación del suelo de subrasante. Falta de estabilidad de las capas del pavimento.
Desnivel entre calzada y hombrillo	Es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y el hombrillo.	Causado por la erosión, asentamiento del hombrillo o la colocación de sobre carpetas en la calzada sin elevar el nivel del hombrillo.
Grietas de reflexión de juntas	Este tipo de daño se presenta cuando existe una capa de concreto asfáltico sobre placas de concreto rígido, tales fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas de dichas placas.	Son generadas por los movimientos de las juntas entre las placas de concreto rígido o de bloques formados por las grietas existentes en este, debido a los cambios de temperatura y de humedad.

Tabla 2. Fallas en pavimentos flexibles
Fuente: Método de evaluación de pavimentos PCI (1978), editado por los autores

2.2.5 Inventario vial

La información proporcionada por la norma de proyectos de carretera MTC (1997), establece teorías que conviene ser utilizadas durante la evaluación de este proyecto de investigación.

2.2.5.1 Aforo

Se refiere al conteo vehicular realizado durante un período de tiempo establecido, con el objetivo de determinar la cantidad de vehículos que pasan por un tramo. El volumen de tránsito obtenido es un dato clave a la hora de proyectar nuevas vías de comunicación o remodelar una carretera. Para el aforo, pueden emplearse distintas técnicas y medios,

2.2.5.2 Proyección del tránsito

Con base a lo expuesto anteriormente, se recomienda como proyección de tránsito idónea, un tiempo mínimo sugerido, de 15 a 20 años, tomando en cuenta factores indispensables y de suma importancia como lo son: el crecimiento vegetativo del tránsito, el tránsito atraído y el tránsito generado por el desarrollo de nuevos entornos.

2.2.5.3 Composición del tránsito

Los distintos tipos de vehículos tienen características de operación diferentes, por lo cual su influencia en el flujo del tránsito varía considerablemente. A continuación, se establece la composición vehicular:

- Vehículos livianos: se consideran en este grupo, todos aquellos vehículos de dos ejes y cuatro ruedas. Pertenecen a este grupo todos los automóviles tipo sedán o limusina y algunos camiones livianos de reparto.

- Vehículos pesados: se consideran en este grupo todos los vehículos con más de cuatro ruedas. Típicamente pertenecen a este grupo los camiones, autobuses, remolques y semirremolques.

2.2.5.4 Clasificación vehicular

La norma para proyecto de carreteras establece que los vehículos serán agrupados de acuerdo a las características de maniobra semejante, según lo anteriormente mencionado los tipos de vehículos considerados y sus características principales, son los que se muestran en la tabla 3.

Clasificación vehicular	Simbología	Característica principal	Uso
Vehículo liviano	P	Bastidor rígido, 4 ruedas y 2 ejes	Pasajeros, carga liviana
Camiones	SU	Bastidor rígido, mínimo 6 ruedas y 2 ejes	Carga mediana a pesada
Semi-remolques	WB-12	Bastidor articulado	Carga pesada y extra pesada
	WB-15		
	WB-18		
Bus	BUS	Bastidor rígido	Pasajeros

Tabla 3. Clasificación vehicular
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

2.2.6 Nivel de servicio

El concepto de nivel de servicio es utilizado para medir la calidad del flujo vehicular, es una medida cualitativa la cual describe las condiciones de operación y de su percepción por los conductores. Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad, tiempos de viaje, facilidad de maniobra, interrupciones en el flujo, seguridad, comodidad y conveniencia.

Es importante mencionar que todo proyecto de carretera deberá basarse en el volumen de servicio seleccionado y en ningún caso el volumen de servicio para el año de proyecto podrá ser superior a la capacidad. En carreteras, los volúmenes totales en ambos sentidos, se definen tal y como se presentan en la tabla 4.

Nivel de servicio	Características
A	Flujo libre. Velocidad de operación ≥ 95 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 500 vph. Libertad para adelantar 75%.
B	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 85 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 850 vph. Alguna restricción en las maniobras para adelantar.
C	Flujo estable. Velocidad de operación ≥ 80 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 1500 vph. Restricciones en las maniobras para adelantar.
D	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación ≥ 80 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2400 vph.
E	Flujo inestable. La velocidad de operación es menor de 80 kph, aunque puede variar mucho. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 3200 vph, igual a la capacidad.
F	Flujo forzado, intermitente, con características imprevisibles. La velocidad de operación será menor de 50 kph y el volumen de servicio será alrededor de 2000 vph.

Tabla 4. Nivel de servicio
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Para determinar el análisis operacional de una carretera de dos canales, según el MTC (1997) se emplea el método general, el cual es utilizado cuando no se dispone de datos específicos de la vía, al momento de estudiar diferentes rutas o cuando se desea establecer las condiciones probables de operación, a fines de estimar la relación de los costos o beneficios de la vialidad. La expresión a utilizar para analizar la operación de una carretera, es la siguiente:

$$VS_i = 3200 \times (V/c)_i \times f_d \times f_w \times f_{VP} \quad (\text{Ec.01})$$

Donde:

VS_i = Flujo horario en ambos sentidos.

$(V/c)_i$ = Relación entre el flujo horario y la capacidad.

f_d = Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional del tránsito.

f_w = Factor de ajuste por efecto del ancho de los canales de circulación y distancia del borde del canal a obstáculos laterales.

f_{VP} = Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

A continuación, se exponen diferentes tablas que van de acuerdo a las características de la carretera, para poder determinar su volumen de servicio según lo establecido en el manual de diseño de vialidad, para carreteras de dos canales, uno por sentido, con una velocidad de promedio determinada. Para establecer la relación entre el flujo horario y la capacidad de la vía, se debe tener en consideración el tipo de terreno, número de carriles, nivel de servicio, la velocidad promedio y el porcentaje de visibilidad existente en la zona para obtener el valor deseado. (Ver tabla 5)

Nivel de servicio	Demora %	Velocidad Promedio kph	Zonas sin visibilidad de paso %					
			0	20	40	60	80	100
A	≤30	90	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06
B	≤45	85	0,31	0,28	0,24	0,21	0,19	0,17
C	≤60	80	0,51	0,48	0,44	0,40	0,38	0,36
D	≤75	75	0,70	0,66	0,61	0,58	0,56	0,54
E	>75	65	0,97	0,94	0,92	0,91	0,90	0,90
F	100	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5. Relación v/c en carreteras de dos canales para terrenos ondulados
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Según lo anteriormente descrito, para determinar el valor del factor de ajuste por efecto del ancho del canal y distancia a obstáculos laterales en carretera de dos canales, se deberá tomar en cuenta el ancho del canal y el hombrillo existente en la vía. (Ver tabla 6)

Distancia el borde externo de la calzada al obstáculo mts	NIVEL DE SERVICIO A-D				NIVEL DE SERVICIO E			
	Ancho de los canales				Ancho de los canales			
	3,60	3,30	3,00	2,70	3,60	3,30	3,00	2,70
1,80	1,00	0,93	0,84	0,70	1,00	0,94	0,86	0,77
1,50	0,97	0,89	0,80	0,68	0,98	0,93	0,85	0,76
1,00	0,89	0,82	0,74	0,63	0,95	0,90	0,83	0,73
0,50	0,79	0,73	0,66	0,56	0,93	0,87	0,80	0,70
0,00	0,70	0,65	0,58	0,50	0,88	0,83	0,75	0,65

Tabla 6. Factor de ajuste por efecto del ancho del canal y distancia a obstáculos
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

De acuerdo a la cantidad de vehículos pesados (camiones, buses) que transitan por la vialidad en estudio, es importante hacer esta equivalencia para determinar el volumen de servicio de la carretera. (Ver tabla 7)

Tipo de terreno	Equivalente E _T para camiones			Equivalente E _B para buses		
	Nivel de servicio A	Nivel de servicio B y C	Nivel de servicio D y E	Nivel de servicio A	Nivel de servicio B y C	Nivel de servicio D y E
Llano	2,0	2,2	2,0	1,8	2,0	1,6
Ondulado	4,0	5,0	5,0	3,0	3,4	2,9
Montañoso	7,0	10,0	12,0	5,7	6,0	6,0

Tabla 7. Equivalencia de vehículos pesados a vehículos livianos en carreteras de dos canales
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

2.2.7 Estudio de flujo vehicular

A través del análisis de los elementos del flujo vehicular, se pueden razonar las características y el comportamiento del tránsito, el cual es un requisito básico para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras y sus obras complementarias dentro de un sistema vial.

2.2.7.1 Tránsito promedio diario (TPD)

Se define como el volumen total durante un período de tiempo dado en días enteros, entre 1 y 365, dividido por el número de días en ese lapso. Se puede determinar fácilmente cuando se dispone de recuentos volumétricos continuos.

$$TPD = \frac{\sum \text{nro. de vehículos}}{\text{días de conteo}} \quad (\text{Ec.02})$$

2.2.7.2 Factor hora pico (FHP)

Representa la variación en la circulación dentro de una hora. Las observaciones de la circulación indican constantemente que los volúmenes

encontrados en el período, de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa.

$$FHP = \frac{\text{Volumen hora pico}}{4(\text{Volumen Mayor Flujo}_{15 \text{ min}})} \quad (\text{Ec.03})$$

2.2.7.3 Distribución direccional

Para diseñar una vialidad es de suma importancia conocer la distribución del tránsito en cada sentido de la carretera en estudio, con la finalidad de poder hallar el factor de ajuste según la distribución. Obtenidos a través de conteos manuales in situ, en localidades próximas y similares a la vía que se proyectara, siendo preferible realizar estos conteos en horas que reflejen el volumen horario de diseño. (Ver tabla 8)

Distribución direccional	Factor de ajuste (f_d)
80/20	0.83
70/30	0.89
60/40	0.94
50/50	1.00

Tabla 8. Distribución direccional
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

2.2.7.4 Volumen de tránsito

Hace referencia a la cantidad de automóviles que transitan por algún lugar en específico mediante lapsos de tiempo establecidos, que son tomados en cuenta a la hora de proyectar. El patrón de tránsito en un camino muestra una variación considerable en los volúmenes de tránsito durante las diferentes horas del día, y en la afluencia de vehículos cada hora durante todo el año.

Una decisión de diseño clave consiste en determinar cuáles de estos volúmenes de tránsito horario debe utilizarse como base para diseñar.

2.2.7.5 Tasa de flujo (q)

Es la frecuencia a la cual pasan los vehículos por un punto o sección transversal de un carril o una calzada durante un intervalo de tiempo específico, inferior a una hora. Se expresa en vehículos por minutos (veh/min) o vehículos por segundos (veh/seg).

$$q = \frac{N}{T} \quad (\text{Ec. 04})$$

Donde:

N = número de vehículos

T = intervalo de tiempo

2.2.8 Elementos de diseño

El alineamiento de un camino produce un gran impacto en el ambiente, la estructura de la comunidad, y el usuario vial consiste en una variedad de elementos de diseño que se combinan para crear una instalación que sirve al tránsito de forma segura y eficiente. De acuerdo con su función cada elemento del alineamiento debe complementar otros para obtener un diseño coherente, seguro y eficiente.

2.2.8.1 Alineamiento vertical

2.2.8.1.1 Terreno

El aspecto del terreno influye en el alineamiento de los caminos y las calles. La topografía afecta el alineamiento horizontal, pero tiene un efecto

incluso más pronunciado en el alineamiento vertical. Es por ello que, en terrenos planos, las distancias visuales gobernadas por las restricciones horizontales y verticales son generalmente largas o pueden hacerse así sin dificultades constructivas o costos importantes. Mientras que en terrenos ondulados, constantemente las pendientes naturales suben y bajan respecto al nivel de camino o calle y en ocasiones restringen los alineamientos. Por lo cual en los terrenos montañosos los cambios longitudinales y transversales en la cota de la tierra con respecto al camino o calle son bruscos.

2.2.8.1.2 Pendiente

Las pendientes tienen mucha importancia y por lo general suelen ser variadas; en los proyectos se establecen las siguientes nomenclaturas: las que suben, llevan signo positivo (+) y las que bajan el signo negativo (-). La pendiente máxima dependerá de la velocidad de diseño estimada de la carretera, la composición del tránsito y del tipo de terreno. De acuerdo con esto, las más recomendables están expuestas en la tabla 9.

Tipo de pendiente	Tipo de terreno	% de pendiente
Pendiente máxima	Terreno llano	2% a 3%
	Terreno ondulado	3% a 7%
	Terreno montañoso	5% a 12%
Pendiente mínima	0,25%, y preferiblemente de 0,5%	

Tabla 9. Tipo de pendiente
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

2.2.8.1.3 Visibilidad

Es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad diversas maniobras a la que se vea obligado o que decida efectuar. Se clasifica de la siguiente manera:

En primer lugar, la visibilidad de frenado establece las condiciones mínimas que debe proporcionar el diseño, para que el conductor no quede sometido a limitaciones visuales directamente vinculadas a las características geométricas del camino. Se calcula teniendo en cuenta la velocidad de diseño establecida, como lo indica la tabla 10.

Velocidad de diseño kph	Recorrido en 2,5" mts	Factor fricción	Recorrido frenado mts	Distancia calculada mts
30	20,82	0,380	9,32	30
35	24,29	0,374	12,91	37
40	27,76	0,367	17,17	45
45	31,23	0,360	22,14	53
50	34,70	0,353	27,85	63
55	38,17	0,347	34,35	73
60	41,64	0,340	41,68	83
65	45,11	0,333	49,91	95
70	48,58	0,327	59,07	108
75	52,05	0,320	69,23	121
80	55,52	0,313	80,46	136
85	58,99	0,306	92,82	152
90	62,46	0,300	106,39	169
95	65,93	0,293	121,26	187
100	69,40	0,286	137,51	207
105	72,87	0,280	155,25	228
110	76,34	0,273	174,58	251
115	79,81	0,266	195,63	275
120	83,28	0,259	218,52	302

Tabla 10. Distancia de visibilidad de frenado
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Así mismo, la visibilidad de paso hace referencia a la vista que tiene el conductor para hacer maniobras de forma segura en la carretera, evitando cualquier accidente con otros usuarios que transiten por la vía. (Ver tabla 11)

Velocidad de diseño (kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia	230	290	350	420	490	550	600	670	750	820

Tabla 11. Distancia de visibilidad de paso en carretera de dos canales
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Igualmente, la visibilidad de decisión es la distancia medida a lo largo de un trayecto, el cual realiza un conductor en un entorno viario que puede estar visualmente congestionado, de manera que perciba la información proporcionada por la señalización y la existencia de una situación inesperada o difícil de observar, las reconozca, valore el riesgo que representan y adopte una velocidad adecuada mientras realiza su recorrido, para que así se lleve a cabo con seguridad y eficiencia la maniobra necesaria ante cualquier situación. Se distinguen tres tipos de maniobra, derivadas de las fijadas por AASHTO (1990). Dichas maniobras, son las siguientes:

a) Cambio de canal y de velocidad en vías extra-urbanas, la distancia de decisión se computa con la expresión:

$$d_A = 3,16V - 17,547m \quad (\text{Ec. 05})$$

Donde:

d_A = Distancia de decisión en vías extra-urbanas (m)

V = Velocidad de proyecto (kph)

b) Cambio de canal y de velocidad en vías suburbanas, el trayecto se determina con la siguiente ecuación:

$$d_B = 3,762V - 23,128m \quad (\text{Ec. 06})$$

Donde:

d_B = Distancia de decisión en vías suburbanas (m)

V = Velocidad de proyecto (kph)

c) Cambio de canal y de velocidad en vías urbanas, se calcula con la siguiente formula:

$$d_C = 3,964V - 1,210m \quad (\text{Ec. 07})$$

Donde:

d_C = Distancia de decisión en vías urbanas (m)

V = Velocidad de proyecto (kph)

Considerando lo anteriormente mencionado, las vías extra-urbanas incluyen carreteras y autopistas, por tal motivo la maniobra A, se adapta a las características del tramo en estudio; por lo que se utilizó para determinar el valor de la visibilidad de decisión correspondiente.

2.2.8.1.4. Relación velocidad-fricción-peralte-radio en carreteras

Se vincula la velocidad de diseño de la carretera con el coeficiente de fricción resultante de la interacción entre el pavimento y los cauchos del

vehículo y a su vez la inclinación transversal máxima que se le da a la calzada en una curva.

Velocidad de diseño	Factor de fricción	Peralte máximo	i+f	Radio mínimo
30	0,171	10	0,271	26
40	0,165	10	0,265	48
50	0,159	10	0,259	76
60	0,153	10	0,253	112
70	0,146	10	0,246	157
80	0,140	10	0,240	210
90	0,134	10	0,234	273
100	0,128	10	0,228	346
110	0,121	10	0,221	431
120	0,115	10	0,215	527

Tabla 12. Relación velocidad-fricción-peralte-radio en carreteras
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

En definitiva, el alineamiento vertical se debe diseñar a través de una rasante suave con cambios graduales, en consonancia con el tipo de camino o calle y el carácter del terreno, en lugar de una línea con numerosas interrupciones y longitudes cortas de pendientes. Los criterios específicos de diseño son la pendiente máxima y la longitud crítica de pendiente.

Generalmente, se debe evitar la rasante espalda-quebrada (dos curvas verticales del mismo sentido separadas por una sección corta de pendiente recta); ya que la vista completa de ambas curvas verticales no es agradable. Cuando las intersecciones a nivel ocurren en secciones de camino con cuestas moderadas a empinadas, es recomendable reducir la pendiente a través de la

intersección. Los cambios de perfil son beneficiosos para vehículos que giran y sirven para reducir las posibilidades de choques. Las curvas verticales cóncavas deben evitarse en los cortes, a menos que pueda proveerse un drenaje adecuado.

2.2.8.2 Alineamiento horizontal

2.2.8.2.1 Peralte

Es la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de la calzada de una carretera, dicha inclinación debe contrarrestar la fuerza centrífuga y mantener la fuerza de fricción de tal forma que el vehículo se mantenga dentro de su carril y no se salga al momento de entrar y salir de ésta, cuanto mayor sea el peralte, mayor es la dificultad de maniobrar en la zona de transición. La fórmula se constituye por la siguiente ecuación:

$$P=0,007865 \frac{V^2}{R} - F \quad (\text{Ec.08})$$

Donde:

P = Peralte (m/m)

V = Velocidad de Diseño (Km/h)

R = Radio (m)

2.2.8.2.2 Factor de fricción lateral

Representa la aceleración lateral que actúa sobre el vehículo, puede calcularse como el producto del factor de demanda de fricción por la aceleración de la gravedad. Este coeficiente resulta de la interacción entre el

pavimento y los cauchos de un vehículo. Representada por la siguiente fórmula:

$$f = \frac{V^2}{127R} - 0,01e \quad (\text{Ec.09})$$

Donde:

f = Factor de fricción lateral (m/s)

V = velocidad del vehículo (km/h)

R = radio de curva (m)

e = tasa de porcentaje del peralte de carretera

2.2.8.2.3 Radio mínimo

Es un valor límite de curvatura para una dada velocidad directriz, y se determina a partir de los valores máximos de peralte y fricción lateral de diseño. Se basa en un umbral de la comodidad del conductor, suficiente para dar un margen de seguridad contra el deslizamiento y el vuelco del vehículo.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0,01e_{\max} + f_{\max})} \quad (\text{Ec.10})$$

Donde:

R_{\min} = radio mínimo (m)

V = velocidad del vehículo (km/h)

e_{\max} = tasa de porcentaje máxima del peralte de carretera

f_{\max} = Factor máximo de fricción lateral (m/s)

2.2.8.2.4 Transición de peralte

En vías sin divisoria o con barreras menores a 3 metros, la transición del peralte se construye según una relación lineal, establecida por la rata de transición desde el punto A hasta el punto D, descritos en la figura 13.

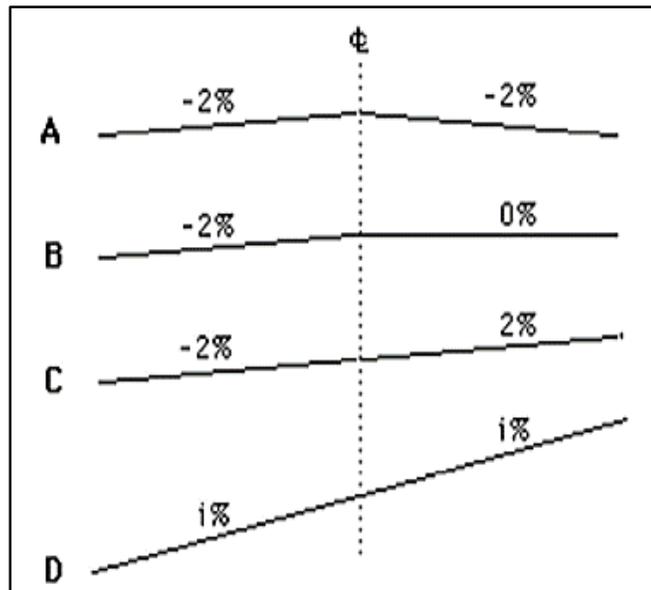


Figura 9. Transición de peralte en vías sin divisorias
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Para finalizar, se deben tener en cuenta los criterios generales para alineamientos horizontales, los cuales establecen que estos deben ser tan directos como prácticos y coherentes con la topografía para ayudar a preservar las propiedades desarrolladas y los valores de la comunidad. Una línea fluyente ajustada en general a las formas naturales es preferible a una con rectas que acuchillen el terreno. En general el proyectista debe intentar utilizar curvas abiertas, reservando el radio mínimo para las condiciones más críticas; el ángulo central de cada curva debería ser tan pequeño como las condiciones físicas lo permitan.

Las reversiones abruptas deben evitarse, ya que los conductores corren el riesgo de no poder mantener el vehículo en su propio carril, debido a la dificultad de peraltar ambas curvas adecuadamente, por lo que puede resultar una operación errática. Para evitar la aparición de distorsiones incoherentes, debe coordinarse cuidadosamente los alineamientos con el diseño altimétrico.

2.2.9 Curvas simples

Una curva simple hace referencia a los arcos de circunferencia de un solo radio que une dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales. Definiéndose estas por su radio, el cual es designado por el diseñador como mejor convenga, por comodidad y economía en su construcción, mantenimiento y funcionamiento, pero no deben ser menor a lo indicado por la norma conforme a la velocidad de diseño.

2.2.9.1.1 Tangente (T)

Es la distancia desde el punto de intersección de las tangentes (PI). Los alineamientos rectos también se conocen con el nombre de tangentes; si se trata del tramo recto que queda entre dos curvas se le denomina entrada tangencial, hasta cualquiera de los puntos de tangencia de la curva (PC o PT).

$$T=R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \quad (\text{Ec.11})$$

Donde:

Δ = Ángulo de deflexión

R = Radio

T = Tangente

2.2.9.1.2 Radio (*R*)

Es el radio de la circunferencia que describe el arco de la curva. Este es perpendicular a *PC* y *PT*. Este se elige acorde al caso, tipo de camino, vehículo y velocidad.

$$R = \frac{T}{\tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)} \quad (\text{Ec.12})$$

2.2.9.1.3 Tangente externa (*Te*)

Es la distancia desde el punto de intersección (*PI*) al punto medio de la curva sobre el arco.

$$E = R \left(\frac{1}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1 \right) \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

Δ = Ángulo de deflexión

R = Radio

E = Tangente externa

2.2.9.1.4 Longitud de la curva (*Lc*)

Es la distancia desde el punto de entrada de la curva (*TC*), hasta el punto de salida de la curva (*PT*), recorriendo su arco, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta.

2.2.9.1.5 Ángulo de deflexión (Δ)

Es el ángulo que se forma con la prolongación de uno de los alineamientos rectos y el siguiente. Puede ser a la izquierda o a la derecha, según si este está medido en sentido anti-horario o a favor de las manecillas del reloj, respectivamente.

2.3 Terminología básica

- Asfalto: son mezclas complejas de hidrocarburos de alto peso molecular, con una notable proporcionalidad de oxígeno, azufre y nitrógeno, como también cierta cantidad de metales, tales como vanadio y níquel. Adicionalmente, la mayoría de los asfaltos muestran en su composición ciertas sales orgánicas solubles en la forma de micro cristales.

- Capa de rodamiento: es la capa situada en la superficie del pavimento y tiene como función primordial proteger la base, impermeabilizando la superficie para evitar posibles infiltraciones de agua grises que podrían saturar parcial o totalmente las capas inferiores, además evita el desgaste o desintegración de la base a causa del tránsito de los vehículos.

- Concreto armado: se le da este nombre al concreto simple más acero de refuerzo; básicamente cuando se tiene un elemento estructural que trabajara a compresión y a tracción. Ningún esfuerzo de tensión será soportado por el concreto, es por ello que se debe incluir un área de acero que asuma esta sollicitación.

- Elemento estructural: es cada una de las partes diferenciadas aunque vinculadas en que puede estar dividida una estructura a efectos de su diseño. El diseño y comprobación de estos elementos se hace de acuerdo con los principios de la ingeniería estructural y la resistencia de materiales.

- Intersección: son superficies comunes donde dos o más ejes de vías se cortan y se originan uno o más puntos de conflictos, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos necesarios de cambios de trayectoria.

- Pavimento: es una estructura diseñada con la capacidad de absorber las fuerzas causadas por acción de la circulación de vehículos o cualquier otra carga móvil durante el período de tiempo para el cual ha sido diseñado; cuando existe un incremento de las corrientes de tránsito o se ha superado el período de diseño de un pavimento, es cuando se producen los deterioros que pueden ser muy diversos, generados por la pérdida de elasticidad del pavimento.

- Puentes: son estructuras que permiten la continuidad de una vía a través de un obstáculo natural, el cual puede ser río, quebrada, lago o mar, mientras que el artificial viene siendo una carretera, calle, avenida u otra construcción hecha por el hombre.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se utilizó en este proyecto se determinó tomando en cuenta las actividades a desarrollar, para así poder responder a la posible solución del problema y cumplir cada uno de los objetivos planteados, logrando de tal manera una propuesta de mejora para el tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey. Esta investigación se consideró de campo, ya que los estudios realizados directamente en el sitio indican de forma precisa y sin alteraciones las condiciones existentes del tramo vial en cuestión.

Según el autor Arias (2012), la investigación de campo se basa en obtener información a través de actividades o mediante terceras personas que hayan hecho estudios previos en el sitio en estudio sin manipular la realidad del resultado obtenido, es decir, mediante esta investigación no se puede modificar las cualidades presentes. Es por ello que se le llama investigación no experimental.

Así mismo (ídem), se pretende determinar que esta investigación es también de tipo documental, ya que este trabajo se complementó mediante la consulta de libros, manuales, normas correspondientes al tema y el internet, inclusive se tomaron en cuenta técnicas como entrevistas, visitas a entes directamente relacionadas con el tema en estudio, con el fin de obtener máximo provecho a toda la información posible.

3.2 Nivel de investigación

De igual manera se establece, (ibídem) la investigación explicativa tiene la misión de indagar por qué los hechos han sucedido de tal manera. Es decir, se encarga de determinar las causas de la investigación antes, durante y después que ocurren los acontecimientos. Empleando hipótesis y conclusiones para obtener como resultado una amplia información que pueda ser aprovechada como fuentes de aprendizaje.

El nivel de investigación se relaciona con la profundidad con que se estudie un objeto o tema de interés, y la manera en cómo se dio respuesta a las interrogantes formuladas en el estudio. Para este proyecto, se considera que el nivel de investigación es explícito, es decir, todo lo descrito está especificado de forma clara y detallada, evitando suponer o dar por conocido cualquier tipo de información, ya que se trata de una tesis de tipo exploratoria descriptiva.

3.3 Técnicas a utilizadas

3.3.1 Observación directa

Para poder efectuar el estudio y los objetivos previstos, se implementó un plan de actividades que contenga una serie de pasos con la finalidad de recolectar toda la información posible que genere ayuda para lograr los objetivos; y materializar lo que se busca, contribuyendo así en la investigación.

Según Arias (2006), cuando se habla de las técnicas empleadas, es la manera cómo se va a recolectar la información requerida para cumplir con los objetivos. Las técnicas usuales comúnmente son aplicadas a través de la

inspección de áreas en forma inmediata o indiferente para coleccionar información necesaria, de manera que se hagan aportes en el trabajo de investigación.

En este caso, se usaron técnicas para determinar el diagnóstico de la situación actual que presenta el tramo en estudio y sus distribuidores, obteniendo así la información necesaria basada en lo que sucede en la vialidad y arrojando datos reales. Por la eficacia que tiene esta técnica de investigación es una de las más usadas.

3.3.2 Investigación documental

Es aquella que tiene como objetivo analizar los diferentes fenómenos que se presentan en la realidad, siendo estos utilizados como recurso principal los diferentes tipos de documentos que produce la sociedad y a los cuales el investigador tiene fácil acceso, pudiendo realizarse a través de este proceso de investigación el análisis de un determinado estado actual del conocimiento respecto al tema objeto en estudio.

Mediante esta técnica se analizó lo que estipulan actualmente la normas e instructivos venezolanos referentes a la construcción de carreteras como: MTC, NORVIAL, AASHTO y otros manuales referenciales, de manera que se empleen los parámetros adecuados al diseño o edificación de la red vial nacional.

3.3.3 Encuesta

Para Arias (2006), las encuestas son uno de los tipos de técnicas comúnmente utilizadas en los trabajos de investigación y permite, obtener datos por medio de un cuestionario diseñado con anticipación y, por lo general,

están integradas, a menudo por personas de la vida cotidiana, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, ideas, características o hechos específicos.

Siendo así, para esta investigación, las encuestas van destinadas a los entes gubernamentales como Catastro, el Ministerio del Ambiente, Ministerio de Turismo, y el Ministerio del Poder Popular para el Transporte y Obras Públicas, todos ubicados en el estado Anzoátegui. Estos poseen información sobre los distribuidores viales Cantaura y El Merrey, así como también de la troncal 16. Serán consultadas con la finalidad clara de obtener información confiable del tramo en estudio que sirva de referencia al objetivo de esta investigación.

3.3.4 Entrevista no estructurada

Se llevaron a cabo una serie de preguntas las cuales no contaron con un orden establecido, estas adquirieron características de conversación. Es decir, consistió en realizar interrogantes al personal que se encontraba en los entes gubernamentales correspondientes y contaron con la capacidad o experiencia en el tema, de manera que dieran repuestas coherentes, para así obtener provecho del diálogo y complementar la información obtenida de otros medios, para lograr cumplir con el objetivo del trabajo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

4.1 Categorización de la vialidad

Las carreteras en Venezuela, se constituyen según las exigencias de la demanda de tránsito y la organización funcional de la misma, de acuerdo a la cantidad de movilidad y accesibilidad que presenta una vía. Usualmente están formadas por calzadas que poseen diferentes características y por lo general cuentan con uno o varios carriles por cada sentido de circulación, definidas en las tablas 13, 14 y 15, teniendo en consideración el tipo de carretera que representa la zona en estudio.

4.1.1 Clasificación administrativa

Esta vía en estudio en el estado Anzoátegui, cobra vital importancia, pues, es considerada la red vial principal del oriente venezolano y permite así el enlace con diferentes poblaciones, incluso con la región central del país. Es la ruta ideal para trayectos de larga distancia, dando pie al turismo interregional y abriendo paso a la comunicación con fronteras cercanas, dadas estas características se clasifica como troncal.

Clasificación administrativa	Descripción
Troncal	Son vías de primer orden que conectan dos o más ciudades, contribuyendo a la integración nacional, interregional e internacional.

Tabla 13. Clasificación administrativa
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.1.2 Clasificación funcional

La zona en estudio se caracteriza como una vía arterial, debido a que da acceso a las áreas colindantes, proporciona fluidez a la categoría de tránsito que circula en ella y cumple con la condición de conexión-distribución de los vehículos que acceden a la ciudad o la atraviesan sin detenerse.

Clasificación funcional	Descripción
Arterial	Canalizan mayores porcentajes de flujo vehicular local, discurriendo por medios urbanos y suburbanos, con una movilidad óptima sirviendo para el tránsito de paso.

Tabla 14. Clasificación funcional
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.1.3 Clasificación según su geometría

Estas comprenden las condiciones del terreno para situar el trazado de una carretera o calle; además de los elementos que van a determinar las características adecuadas de la vialidad.

Clasificación geométrica	Descripción
Carretera	No poseen divisoria física entre los sentidos del tránsito, la calzada puede tener más de un canal por sentido, sobre todo cuando se prevean volúmenes de tránsito considerables.

Tabla 15. Clasificación geométrica
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.2 Verificación del diseño geométrico

Según Chocontá (1998), el diseño geométrico es “el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno”.

4.2.1 Características del aforo vehicular

El conteo vehicular se llevó a cabo en un lapso de cinco jornadas, comprendidas de lunes a viernes, en un horario de 9:00 a.m. a 2:00 p.m. con intervalos de cinco minutos, teniendo en cuenta los días de mayor afluencia vehicular según lo señalado en la norma NORVIAL. Al mismo tiempo, estos aforos se efectuaron durante cinco (5) horas diarias, realizando cierres a cada sesenta (60) minutos para determinar las variaciones vehiculares en las distintas horas del día. Una vez culminado cada período, se agruparon los datos en intervalos de quince (15) y treinta (30) minutos respectivamente para observar la transición del flujo vehicular.

En cuanto a la clasificación vehicular utilizada para este aforo, se basó en lo establecido en la norma para proyectos de carreteras MTC (1997), plasmándose en la tabla 16, la tipología empleada para el conteo de los autos.

TIPOLOGÍA VEHÍCULAR
Vehículo liviano
Camiones
Semi-remolques
Bus

Tabla 16. Tipología vehicular
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

En resumen, el desarrollo del estudio realizado a través del conteo vehicular para el tramo vial troncal 16, deja como resultado los datos expuestos en el Cuadro A, con los cuales se determinó el volumen promedio horario. Detallados de manera explícita en los anexos de este proyecto de investigación (ver anexo B. Pág. 151).

DÍA	CLASIFICACIÓN VEHICULAR			
	Vehículo liviano	Camiones	Semi-remolques	Autobús
Lunes	387	58,4	24,2	7,6
Martes	273	42,8	20,6	4,6
Miércoles	283,4	46,8	20	4,6
Jueves	334,4	43	20	5,6
Viernes	370,4	44,2	22	7,2
TOTAL PROMEDIO	329,64	47,04	22	6
PORCENTAJE	81,30%	11,80%	5,40%	1,50%
VPH= 406 v/h				

Cuadro A. Volumen promedio horario
Fuente: Autores (2018)

4.2.2 Tránsito promedio diario (TPD)

Generalmente, el tránsito promedio diario se utiliza para expresar el volumen de circulación de autos en un tramo de vía. En este proyecto, se empleó el conteo vehicular manual, para que por medio de una extensión estadística se pudiera obtener el resultado promedio de los vehículos que se desplazan por el tramo estudiado.

Conviene subrayar, que se consideró este método debido a que no existen datos actualizados a través de fuentes de información confiables o entes gubernamentales responsables de la vialidad del estado, Destacando así que este conteo manual reflejaría resultados reales y precisos, teniendo en cuenta que actualmente en el país no existe la maquinaria requerida para hacer el conteo de forma mecánica. Sustituyendo en la ecuación 02, se tiene:

$$TPD= (12h \times VPH)+(12x(0.30 \times VPH))$$

$$TPD= (12h \times 406 \text{ v/h})+(12x(0.30 \times 406 \text{ v/h}))$$

$$TPD=6333,6 \approx 6334 \text{ vehículos}$$

Finalmente, al obtener los resultados, fue necesario extender el tiempo de conteo para establecer las horas de mayor afluencia de vehículos, por lo que se estableció un incremento del 30% del flujo automovilístico en el día, para poder tener en cuenta la cantidad de usuarios que se desplazan de manera continua luego de las horas estudiadas. Se asumió 10% para complementar las horas de la tarde pasadas las 2:00 p.m. y 20% restante perteneciente a la jornada nocturna, ocupando así el total de las horas del día.

4.2.3 Factor hora pico (FHP)

Partiendo de la teoría mencionada anteriormente en el Capítulo II (opcit. Pág. 56), y con los resultados obtenidos del aforo, se pudo realizar el análisis del factor hora pico, durante los períodos de máxima demanda estando este comprendidos entre las 10:00 a.m., y las 12:00 p.m.; teniendo en cuenta las especificaciones ya citadas en el conteo vehicular. Aplicando los valores obtenidos en la siguiente formula, se obtiene:

$$FHP = \frac{\text{Volumen hora pico}}{4(\text{Volumen Mayor Flujo}_{15 \text{ min}})}$$

$$FHP = \frac{541 \text{ v/h}}{4(159)} = 0,851$$

4.2.4 Composición vehicular

De acuerdo a lo observado en el sitio de estudio y mediante los conteos efectuados a través del flujo diario de los usuarios que utilizan la vialidad, se logró obtener la información de los tipos de vehículos que transitan frecuentemente, siendo su influencia obligatoria para el diseño de la carretera. Estos tipos de vehículos se muestran en la tabla 16 (opcit. Pág. 77).

4.2.5 Vehículo de diseño

Al momento de seleccionar el vehículo de diseño acorde a un proyecto de vialidad, es necesario conocer la composición del tránsito y las características específicas de los automóviles que se desplazaran por la vialidad, permitiendo que se puedan desenvolver de manera holgada.

Según AASHTO GDSH (2011), “Se debe considerar el vehículo de diseño más grande que probablemente utilice esa instalación con una frecuencia considerable, o un vehículo con características especiales de diseño adecuadas para una ubicación particular, y diseñar características críticas tales como radios en las intersecciones y radio de giro de los caminos” pág. 35.

Los controles clave del diseño geométrico de carreteras son las características físicas y sus proporciones. Normalmente, para un proyecto de

vialidad se toma en cuenta el medio de transporte terrestre de mayor tamaño, ya que generará comodidad y confort en la vía, tomando en cuenta la norma de proyecto de carretera de Venezuela, se establecieron cuatro categorías generales de vehículos.

En contraste con lo descrito anteriormente, para la escogencia del vehículo de diseño, se determinó que el indicado para el estudio sería de tipo semi-remolque según su simbología *WB-15*, cuyas dimensiones, peso y características de operación, fueron utilizados para establecer las condiciones del proyecto. En la tabla 17, se representan los radios de giro mínimos que corresponden a velocidades no mayores de 15 kph, según lo establecido en la MTC (1997). El radio de giro es aquel que se utiliza en cada una de las intersecciones que se encuentren presentes en una vía.

Símbolo	P	SU	WB-12	WB-15	WB-18	BUS
Radio mínimo	7,3	12,8	12,2	13,7	13,7	12,8
Radio mínimo interno	4,2	8,5	5,7	5,8	6,8	7,4

Tabla 17. Radio de giro mínimo del vehículo de diseño
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

No obstante, para un vehículo de diseño con las características establecidas de un camión tipo semi-remolque *WB-15*, se ilustra en la figura 14, la trayectoria que se debe realizar para llevar a cabo una maniobra que le permita ejecutar un giro en cualquier intersección de una vialidad de acuerdo a sus dimensiones.

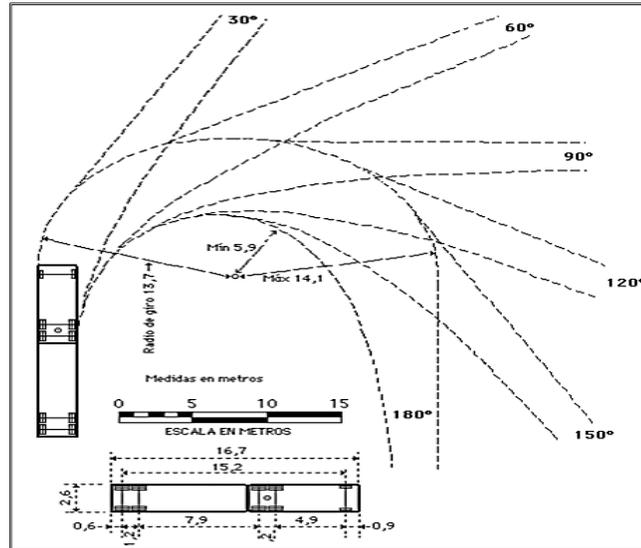


Figura 10. Trayectoria de giro mínima de vehículo
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.2.6 Velocidad

Unos de los factores más importantes para el diseño de carreteras es la velocidad, ya que a través de ella se planifican las rutas de viaje haciendo énfasis en el tiempo. En una carretera la aceleración que se puede alcanzar va a depender de las características que esta contenga, de las habilidades individuales de los conductores, las cualidades y condiciones que el vehículo posea. (Ver tabla 18)

Terreno	Llano	Ondulado	Montañoso
Autopista (km/h)	100 - 130	80 – 120	70 – 100
Carretera (km/h)	90 - 120	60 – 100	30 - 80

Tabla 18. Velocidades normales de diseño
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.2.6.1 Velocidad de diseño

Al mismo tiempo, estas son muy importante para el sistema vial, de manera que las velocidades altas deben ser preferiblemente usadas en las vías troncales o arteriales. En este proyecto de investigación, el tramo en estudio muestra que los primeros 0,20 km, pertenecientes a la autopista antes del Distribuidor El Merey, corresponden a un tipo de terreno llano, mientras que el tramo vial restante en la troncal 16, concierne a un terreno ondulado. Es por ello que la velocidad de diseño considerada en el tramo vial, es de 100 kph, para los 4,50km de carretera evaluada.

4.2.6.2 Velocidad de operación

Para obtener las velocidades a la que transitan los usuarios del tramo vial troncal 16, se llevó a cabo un estudio estadístico el cual consistió en tomar un cronometro y medir la velocidad y el tiempo de los autos que pasaban por la vía en estudio a una distancia estimada. Luego de haber analizado el criterio anterior para la evaluación de la vialidad, se tomó una distancia de cien metros (100 m) en un tramo recto ubicados entre los kilómetros 95 y 98 de la carretera nacional. Se procedió a elegir vehículos al azar para tomar los datos correspondientes y así poder estimar la velocidad de operación de la vía y también un promedio de ella.

Finalmente, cada uno de los resultados obtenidos se expresan en la tabla 19, con cada una de las características mencionadas anteriormente. Las velocidades de proyecto en ambos sentidos de la vialidad no sobrepasan los límites de diseño establecidos por las normas venezolanas, es decir, que las velocidades que se desarrollan en este tramo vial hacen que su funcionamiento sea eficiente.

VELOCIDADES PROMEDIOS DEL TRAMO VIAL TRONCAL 16		
Vehículo N°	Velocidad (Km/h)	Tiempo (seg)
SENTIDO EL TIGRE- CANTAURA		
1	80	4,50
2	78	4,61
3	90	4,00
4	89	4,05
5	75	4,80
6	82,5	4,36
7	65	5,54
SENTIDO CANTAURA- EL TIGRE		
8	100	3,61
9	80,5	4,47
10	92	3,92
11	64,5	5,58
12	70	5,14
13	50	7,20
14	63	5,71
<p>Velocidad sentido EL TIGRE-CANTAURA: 79,93 kph Velocidad sentido CANTAURA-EL TIGRE: 74,29 kph Velocidad Promedio de operación: 77,11 kph Tiempo sentido EL TIGRE-CANTAURA: 4,55 seg Tiempo sentido CANTAURA-EL TIGRE: 5,09 seg Tiempo promedio: 4,82 seg</p>		

Tabla 19. Velocidades promedios de operación
 Fuente: Autores (2019)

4.2.7 Nivel de servicio

La calidad de servicio de una carretera se caracteriza por las condiciones de operación de sus instalaciones. En términos generales, el rendimiento de una vía se mide a través del tránsito relacionado con la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra de las interrupciones de tránsito, su seguridad, comodidad y conveniencia. A cada nivel de servicio le corresponde un rango de flujo establecido que hace que estas se comporten de manera ideal. Se debe considerar la jerarquía que presentan las vías, es decir, en vialidades por las que se desplacen composiciones vehiculares variadas con grandes volúmenes de tránsito de origen nacional e internacional, como lo es el caso de la troncal 16, no debe de poseer un nivel de servicio menor al B. (Ver tabla 20)

CARRETERA	
NIVEL DE SERVICIO	DESCRIPCIÓN
B	Flujo estable. Velocidad de operación \geq 85 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 850 vph. Alguna restricción en las maniobras para adelantar.

Tabla 20. Nivel de servicio
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

4.2.7.1 Análisis operacional de una carretera de dos canales

El método general fue el procedimiento utilizado para el análisis de una carretera de dos canales sin divisoria física, el cual se usa cuando no se dispone de datos concretos de la vialidad y se quiere conocer características

de esta. Se utiliza la ecuación 01, descrita en el Capítulo II del trabajo de investigación.

a) Relación entre el flujo horario y la capacidad para el nivel de servicio i $(V/c)_i$.

Para ser más específicos, se computa la relación entre el flujo horario y la capacidad para el nivel de servicio de las carreteras de dos canales. Se inicia del valor obtenido sobre la velocidad de operación en el tramo en estudio y el valor límite de proyecto. Tomando en cuenta que el tipo de terreno para el tramo vial es ondulado, se hace uso de la tabla 5 (pág. 54). Para un nivel de servicio B , una velocidad promedio de operación menor a 85 kph y un porcentaje de zonas sin visibilidad de paso de 20%, se obtiene que $(V/c)_i = 0,28$.

b) Factor de ajuste por efecto de la distribución direccional del tránsito, (f_d) .

Este factor de ajuste, expresa la disminución de la capacidad por efecto de la repartición desbalanceada del flujo vehicular, aplicándose solamente en carreteras de dos canales de circulación sin divisoria, uno para cada sentido. El aforo vehicular se realizó durante cinco días consecutivos para ambas direcciones de la vía y se determinó con la cantidad de camiones que viajaban por cada lado, obteniéndose un porcentaje similar en los dos casos. A través del uso de la tabla 8 (pág. 57) se asume una distribución direccional de 50/50, equivalente a un factor de ajuste $f_d = 1,00$.

c) Factor de ajuste por efecto del ancho de los canales de circulación y la distancia del borde del canal a obstáculos laterales f_w .

Para determinar este factor, se analizó lo descrito en la teoría desarrollada en el Capítulo 2 del trabajo de investigación y haciendo uso de la tabla 6 (pág. 55). Se consideró que el ancho de los canales es mayor a 3,60 metros por carril y los obstáculos laterales se encuentran a una distancia de 1,80 metros por ambos lados de la carretera, obteniéndose un valor para $f_w = 1,00$.

d) Factor de ajuste por la presencia de vehículos pesados.

De acuerdo a lo establecido en la norma y lo desarrollado en el marco teórico del proyecto, se tomó en cuenta el tipo de terreno de la carretera en estudio y su nivel de servicio, adquiriéndose los valores correspondientes a E_T y E_B haciendo uso de la tabla 7 (pág. 56), para camiones en un nivel de servicio B, se le asigna un valor de $E_T = 5,0$ y el equivalente para buses de acuerdo a su nivel de servicio, es de $E_B=3,4$.

$$f_{VP} = \frac{1}{[1 + P_T(E_T - 1) + P_B(E_B - 1)]}$$

$$f_{VP} = \frac{1}{\left[1 + \frac{59}{500}(5-1) + \frac{3}{200}(3,4-1)\right]} = 0,663$$

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior se obtiene, el valor de $f_{VP}=0,663$.

Así pues, según en los resultados previamente definidos, se calcula el volumen de servicio máximo en el tramo vial troncal 16 entre las progresivas 95+400 Y 98+700, sustituyendo los valores en la ecuación 01, se determina:

$$VS_i = 3200 \times (V/C)_i \times f_d \times f_w \times f_{VP}$$

$$VS_i = 3200 \times 0,28 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,663$$

$$VS_i = 594,05 \text{ veh/h}$$

De modo que, el resultado obtenido representa el flujo horario en ambos sentidos de acuerdo a las condiciones y características prevalecientes de la carretera, logrando así determinar el nivel de servicio correspondiente a la vialidad en estudio. En este caso reflejó ser de tipo A/B, según la tabla 4 (opcit. Pág. 53).

4.2.8 Diseño de visibilidad

a) Distancia de visibilidad de frenado

Según lo señalado en la MTC (1997), se determinó la distancia de frenado en el tramo vial troncal 16. Partiendo con una velocidad de diseño establecida equivalente a 100 kph y haciendo uso de la tabla 10 (pág. 60), se obtuvo una distancia de reacción de 207 metros, en la cual el usuario que esté circulando según los parámetros de la vía, pueda estar en la capacidad de maniobrar ante cualquier obstáculo que se encuentre en su camino.

b) Distancia de visibilidad de paso

La distancia de visibilidad de paso se obtiene a través de los datos que se muestran en la tabla 11 (pág. 61). Tomando en cuenta que la velocidad de diseño arrojada por el estudio fue de 100km/h, se reflejó una distancia óptima de paso de 670 metros, que permiten adelantar en forma segura a otro vehículo que circule a una velocidad menor que la imperante en la vía sin

ocasionar daños colaterales a los automóviles que circulan en sentido contrario.

c) Distancia de visibilidad de decisión

La distancia de visibilidad de decisión es aquella que requiere un conductor para decidir y realizar la maniobra adecuada cuando se enfrenta a una situación inesperada y difícil de evaluar, potencialmente peligrosa. En base a lo anteriormente descrito y sustituyendo los valores en la Ec.05, se obtiene que:

$$D_A = 3,16V - 17,547$$

$$D_A = 3,16(100) - 17,547 = 298,45\text{m}$$

En secuencia con lo descrito, el producto reflejado por el estudio es la distancia para que un conductor que se desplace a la velocidad de diseño, pueda disponer y realizar la maniobra adecuada cuando se enfrenta a una situación inesperada o potencialmente peligrosa. Manteniendo estable la seguridad propia y la de los demás usuarios que transitan por la vía.

4.2.9 Relación velocidad-fricción-peralte-radio mínimo en carreteras de dos canales

Teniendo en cuenta la interacción entre el pavimento y los cauchos de un vehículo en las normas venezolanas están tabulados los peraltes máximos, el radio mínimo y el factor de fricción que puede ser utilizado sin sobrepasar el factor centrífugo correspondiente a la velocidad de proyecto. Revisando la tabla 12 (pág. 63), se observa que los datos tabulados para una velocidad de diseño de 100 kph, son los siguientes: un factor de fricción de 0.128, un peralte máximo de 10% y un radio mínimo 346 metros.

4.2.10 Evaluación del diseño geométrico del tramo vial troncal 16

En cuanto a lo desarrollado previamente, surge la necesidad de realizar un levantamiento topográfico, el cual parte configurando las mediciones con el uso de una estación total en los distribuidores y todo el tramo evaluado; se ubicó una red base apoyándose en una poligonal abierta preestablecida. Comenzando el estudio desde las progresivas 95+400 y 98+700, correspondiente a los distribuidores Cantaura y El Merrey, pertenecientes a la vía nacional troncal 16 del estado Anzoátegui. Se procedió a trazar en el eje vial secciones transversales a cada 30 metros, para obtener características que reflejaran la geometría de la vía.

De manera que, una vez analizada la información obtenida en el levantamiento topográfico a través del programa AutoCAD Civil 3D 2016, se obtuvieron variables específicas de la vialidad y sus curvas, tales como: longitud, orientación, radio mínimo, grado de curvatura por arco, longitud de cuerda, tangente externa, secante externa, peralte, perfiles transversales y longitudinales; las cuales generan información que permiten dar paso al diagnóstico y la posible propuesta de mejora en el tramo evaluado.

Considerando que la zona en estudio se encuentra delimitada por los distribuidores antes mencionados, esta vía es conocida popularmente por los viajeros como la carretera Cantaura-El Tigre o viceversa, dependiendo del sentido a la hora de dirigirse al sitio deseado. Mediante la apreciación de la evaluación queda resaltado que el tramo presenta una cantidad de inconvenientes en su geometría, y para evidenciarlo se recorrieron alrededor de cuatro kilómetros y medio, manifestándose notoriamente una transición en la vía, la cual pasa de ser una carretera a ampliarse de manera abrupta a una

autopista, cambiando el número de canales de circulación a cuatro carriles, dos por sentido con divisoria física de aproximadamente 3 metros.

Seguidamente, una de las variables que actúa de manera consecutiva y haciéndose evidente en la geometría de la carretera, es el criterio tomado al momento de realizar los diseños de la visibilidad de decisión y de paso, como consecuencia de lo estrecho de la carretera, lo cual no permite al usuario maniobrar de manera confiable ante alguna eventualidad.

Por lo que se refiere, en las normas venezolanas, los hombrillos deben cumplir con la función de proveer sitios de parada ante cualquier eventualidad; siendo el ancho mínimo establecido de 2,28 metros para cada uno de sus lados y una longitud por canal de circulación de 3,60 metros. Ambos carriles de la troncal poseen la distancia de diseño ideal para el flujo del tránsito, cumpliendo satisfactoriamente con lo decretado; mientras que los hombrillos poseen un valor menor al correspondiente, estando fuera de los parámetros estipulados en las normas.

Teniendo en cuenta que cuando finaliza la carretera en el sentido Cantaura-El Tigre, exactamente donde comienza parte de la autopista a la altura del distribuidor El Merey, se encuentra una barrera divisoria con poca apreciación, enfila el tránsito hacia el sentido contrario al no poseer ningún tipo de señalización que advierta a los usuarios que no circulan frecuentemente por esta vía.

Como resultado, el parámetro más comprometido según el levantamiento topográfico realizado con el programa AutoCAD Civil 3D, es la geometría de la vialidad, lo cual se ve aún más afectada al notarse que no cumplen con los parámetros mínimos de peralte y transición de peralte establecidos en la norma. Por lo tanto, se asume que no hubo ningún criterio de diseño al

momento de construcción de la carretera. Además, exhibe una gran cantidad de variables que afectan el buen funcionamiento de la vía, la cual no garantiza en forma absoluta que se pueda transitar con seguridad. En definitiva, el análisis de cada una de las variables que originan inconvenientes en el tramo en estudio, se comenzó a abordar la problemática con base a los datos obtenidos en el levantamiento planialtimétrico y en la evaluación realizada en el tramo vial. A efectos de este, se expone un diseño geométrico de la vialidad con las características expuestas en la tabla 21.

VARIABLES DE DISEÑO	
Velocidad de diseño	100 kph
Velocidad promedio de operación	80 kph
Distancia de visibilidad de frenado	207 mts
Distancia de visibilidad de paso	600 mts
Distancia de visibilidad decisión	299 mts
Ancho de carril	3,60 mts
Talud de carril normal	-2,00%
Número de canales	1 por sentido
Hombrillo	2,28 mts

Tabla 21. Variables de diseño
Fuente: autores (2019)

De tal manera, teniendo en cuenta estas características, cada una de ellas respaldadas y sustentadas por las especificaciones técnicas señaladas en el Capítulo II (opcit. pág. 36), y recalcando que la teoría expuesta, se encuentra apoyada y respaldadas en las Normas Venezolanas de vialidad usadas en este trabajo de investigación. Teniendo en cuenta los resultados del levantamiento planialtimétrico y del análisis del flujo vehicular citados, fueron analizados y desarrollados bajo el uso del programa AutoCAD Civil 3D 2016,

y se obtuvieron las variables de la geometría del nuevo diseño propuesto para la vialidad de esta troncal, los cuales quedan expuestos en las tablas 22 y 23.

Nº	Longitud (m)	Radio mínimo (m)	Radio (m)	Grado de curvatura por arco	Ángulo de incremento	Orientación inicial	Orientación final
C-1	18.70	358	500	3.44°	2.14°	S52° 42' 37"E	S54° 51' 13"E
C-2	10.29		500	3.44°	1.18°	S54° 51' 13"E	S53° 40' 29"E
C-3	26.57		500	3.44°	3.04°	S53° 40' 29"E	S50° 37' 50"E
C-4	6.09		550	3.13°	0.63°	S50° 37' 50"E	S51° 15' 55"E
C-5	2.60		600	2.86°	0.25°	S51° 15' 55"E	S51° 30' 50"E
C-6	19.75		650	2.64°	1.74°	S51° 30' 50"E	S49° 46' 23"E
C-7	34.28		600	2.86°	3.27°	S49° 46' 23"E	S46° 29' 58"E
C-8	27.01		600	2.86°	2.58°	S46° 29' 58"E	S43° 55' 14"E
C-9	29.52		650	2.64°	2.60°	S43° 55' 14"E	S41° 19' 07"E
C-10	20.41		550	3.13°	2.13°	S41° 19' 07"E	S39° 11' 33"E
C-11	6.86		500	3.44°	0.79°	S39° 11' 33"E	S39° 58' 43"E
C-12	9.12		358	4.80°	1.46°	S39° 58' 43"E	S41° 26' 20"E
C-13	41.76		700	2.60°	3.42°	S41° 26' 20"E	S44° 51' 26"E
C-14	19.34		650	2.64°	1.70°	S44° 51' 26"E	S46° 33' 43"E
C-15	28.00		550	3.13°	2.91°	S46° 33' 43"E	S49° 28' 45"E
C-16	12.57		450	3.82°	1.60°	S49° 28' 45"E	S51° 04' 46"E
C-17	13.74		600	2.86°	1.31°	S51° 04' 46"E	S49° 46' 05"E
C-18	23.99		650	2.64°	2.12°	S49° 46' 05"E	S47° 39' 10"E
C-19	13.83		500	3.44°	1.58°	S47° 39' 10"E	S46° 04' 05"E

Tabla 22. Elementos de las curvas troncal 16 Parte I
Fuente: Autores (2019)

Nº	Flecha del arco	Tangente externa (m)	Secante externa (m)	Ángulo incluido de PI
C-1	0.087	9.35	0.087m	177.85°
C-2	0.026	5.14	0.026m	178.82°
C-3	0.176	13.29	0.176m	176.95°
C-4	0.008	3.05	0.008m	179.36°
C-5	0.001	1.30	0.001m	179.75°
C-6	0.075	9.88	0.075m	178.25°
C-7	0.245	17.15	0.245m	176.72°
C-8	0.152	13.51	0.152m	177.42°
C-9	0.168	14.76	0.168m	177.39°
C-10	0.095	10.21	0.095m	177.87°
C-11	0.012	3.43	0.012m	179.21°
C-12	0.029	4.56	0.029m	178.53°
C-13	0.311	20.89	0.312m	176.58°
C-14	0.072	9.67	0.072m	178.29°
C-15	0.178	14.01	0.178m	177.08°
C-16	0.044	6.29	0.044m	178.39°
C-17	0.039	6.87	0.039m	178.68°
C-18	0.111	11.99	0.111m	177.88°
C-19	0.048	6.91	0.048m	178.41°

Tabla 23. Elementos de las curvas troncal 16 Parte II

Fuente: Autores (2019)

Finalmente, es importante destacar que los datos han sido previamente verificados por las normativas vigentes en el país. Al mismo tiempo fueron cargados al programa para un análisis teniendo en cuenta el peralte máximo en vías (10%), rigiéndose por la norma americana AASHTO (2011), indicando

que dichas variables corresponden a un diseño bajo los requisitos establecidos y descritos en capítulos anteriores.

4.2.11 Evaluación del diseño geométrico de los distribuidores viales Cantaura y El Merey

4.2.11.1 Distribuidor Cantaura

Así mismo, se hizo una inspección en el distribuidor Cantaura y se determinó que es un dispositivo de tránsito de tipo diamante, con conflictos de cruce en la vía secundaria, este se encarga de resolver la intersección entre una vía con control de acceso y otra con muy poco o sin ningún tipo de control. La tabla 24 (pág. 96) y el anexo a.2.2 (pág. 150), hacen referencia a la distribución de las corrientes vehiculares y la organización de los enlaces. Compuesto por cuatro ramas, la I, III y IV constan de dos canales de circulación uno por sentido, mientras la II es de rango local denominada Av. Bolívar del municipio Freites, también cuenta con cuatro rampas que generan el paso en una sola dirección, originando comunicación a través de intersecciones con las localidades adyacentes a la carretera nacional. En efecto, este conecta a través de las ramas I y IV a los transeúntes que se dirigen por la troncal 16 con la ciudad de Cantaura, y a su extremo izquierdo con el poblado de San Joaquín haciendo uso de la intersección III.

De la misma manera, haciendo uso de las normas venezolanas, establecen que los ángulos de cruce para este tipo de dispositivos de cuatro ramas tienen que estar entre los 30° y 85° (grados), y cuando se aproxime una intersección, se debe disponer de la visibilidad adecuada para alertar al usuario. Comparando esta información con lo obtenido en el levantamiento planialtimétrico realizado, se analizó el diseño geométrico de este distribuidor

y se obtuvo un promedio de sus radios, los cuales comprendían entre los 84°. Y esto indico que efectivamente está dentro de los parámetros reglamentarios, pero las rampas no cuentan con una sección típica uniforme correspondiente a un enlace a desnivel para una sola corriente de tránsito. Este dispositivo cuenta con una calzada sin carril de adelantamiento, es decir, la corriente de flujo va en un solo sentido según sea el caso hacia donde se dirija el conductor, corroborando el incumplimiento de las normas.

RAMALES	Rama-1	Carretera Cantaura-Barcelona
	Rama-2	Carretera San Joaquín
	Rama-3	Carretera Barcelona-Cantaura
LOCAL	Local-1	Av. Principal Bolívar (Cantaura)
RAMPAS	Rampa -1	Entrada El Tigre-Cantaura/El Tigre-San Joaquín
	Rampa-2	Salida Cantaura-Barcelona/ San Joaquín-Barcelona
	Rampa-3	Entrada Barcelona-Cantaura/Barcelona-San Joaquín
	Rampa 4	Salida Cantaura-El Tigre/San Joaquín-El Tigre

Tabla 24. Distribución del tránsito en el distribuidor Cantaura
Fuente: Autores (2019)

4.2.11.2 Distribuidor El Merrey

Por consiguiente, teniendo en consideración las normas utilizadas durante el estudio y la observación detallada *in situ*, se determinaron los principales aspectos del distribuidor El Merrey. Corresponde a un dispositivo de tránsito tipo *T* sin conflictos de cruces a desnivel con intersecciones de tres ramales en la que los giros a la derecha y a la izquierda se resuelven por medio de ramales directos, semi-directos y vías de enlace; la intersección a diferente

nivel da forma similar a la de una trompeta. Su finalidad es que los vehículos puedan realizar cambios de trayectoria y es por ello que permite incorporar una carretera con otra, dando pie así a que desde ese punto se pierda la continuidad de la vía.

Por otro lado, haciendo uso del anexo a.2.3 (pág. 150), dicho dispositivo está conformado por tres ramales con circulación en ambos sentidos, cuatro rampas de intersecciones en las cuales se transita en una sola dirección, facilitando la interconexión entre ellas. Cada uno de los componentes que constituyen este distribuidor ayuda a ordenar, controlar y dirigir las corrientes de tránsito según lo descrito en la tabla 25.

RAMALES	Rama-1	Autopista El Tigre-Barcelona
	Rama-2	Carretera Barcelona-El Tigre
	Rama-3	Cantaura (Carretera vieja)
RAMPAS	Rampa 1-3	Entrada El Tigre-Cantaura
	Rampa 3-1	Salida Cantaura-El Tigre
	Rampa 2-3	Entrada Barcelona-Cantaura
	Rampa 3-2	Salida Cantaura-Barcelona

Tabla 25. Distribución del tránsito en el distribuidor El Merey
Fuente: Autores (2019)

Así pues, cuando se hace referencia a la intersección entre el tramo vial troncal 16 y la carretera que da entrada y salida a la ciudad de Cantaura, los carriles de la autopista que pasan por encima de esta vía, dan respuesta al

flujo vehicular en sentido El Tigre-Barcelona y viceversa, incorporándose este último en el círculo en ascenso para reducir su velocidad que luego ganará en el correspondiente carril de aceleración, favoreciendo al lado de mayor volumen con el alineamiento directo, mientras que la intersección de menor demanda se movilizará por el aro, donde experimentarán mayores restricciones para su velocidad y comodidad.

Seguidamente, al realizar la revisión del diseño geométrico a través de un levantamiento planialtimétrico bajo el uso de los programas AutoCAD Civil 3D 2016 y *Google Earth*, se precisaron las características principales utilizadas durante la construcción de esta estructura, es así como se conocieron los valores correspondientes a los radios de las curvas en cada una de las intersecciones que conforman el dispositivo vial.

Del mismo modo, durante el análisis se tomaron en cuenta los resultados del flujo vehicular realizado sobre el área en estudio; este dio a conocer el volumen de vehículos que transita por la vía, siendo estos lo que permiten estimar según norma las características principales que debe tener el distribuidor.

En efecto, lo establecido por la MTC (1997), asegura que el diseño de rampas, el radio de giro y el ancho mínimo de calzada deben corresponder al vehículo escogido para su diseño y en ningún caso inferior. Según lo analizado, corresponde a un vehículo tipo SU y los datos obtenidos a través del *software* indican que las curvas en las intersecciones se encuentran por encima de lo establecido por las normas, dando como resultado que estas sean muy pronunciadas y con poca visibilidad en el cruce. Mientras tanto, las señales de tránsito que se encargan de informar la intersección próxima que da entrada a la ciudad de Cantaura no se aprecian, teniendo como

consecuencia que el conductor realice maniobras que ponen en riesgo su seguridad.

Por lo que respecta, en el distribuidor vial El Merrey existe la presencia de maniobras, de las cuales tres pertenecen a rangos divergentes y una convergente. También hay existencia de un entrecruce que genera un punto de conflicto, exactamente en la rama tres, que al conectarse con la antigua carretera que comunica El Tigre con la ciudad de Cantaura, genera dificultades debido a que se intersectan corrientes de tránsito en diferentes sentidos, siendo que la longitud de entrecruce es menor a lo establecido en la normativa correspondiente. Esto genera inseguridad al momento de que el conductor tome una decisión.

4.3 Estudio patológico del tramo vial troncal 16 y los distribuidores de tránsito Cantaura y El Merrey

El propósito de este estudio es determinar y describir el estado actual de la vialidad y los distribuidores, para así poder lograr conocer cuáles son los causantes de las patologías o problemas presentes en ellos. Para tener un buen diagnóstico, se debe llevar un plan de trabajo donde se puedan explicar las fallas observadas de manera específica, tanto en los distribuidores como en la vialidad, con el objetivo de conocer, determinar y describir los orígenes de los daños presentes.

Debido a lo anteriormente mencionado, se establecieron funciones para cubrir el estudio. Estuvo comprendido en cuatro etapas, desarrollándose de la siguiente manera: realización de una ficha patológica para realizar las anotaciones correspondientes durante la inspección, para posteriormente analizar los resultados y generar el informe final.

En otro orden de ideas, para la evaluación de la vialidad y de los distribuidores, fue necesaria una inspección fotográfica, captando imágenes que pudieron ser muestra de alguna patología estructural presente en el sitio. Para finalizar, la ficha de inspección patológica donde se realizó el análisis de los hechos, las fotos y todo lo correspondiente a la inspección quedó descrito bajo la planilla que se muestra en la figura 11.

FICHA DE INSPECCIÓN PATOLÓGICA					
					CODIGO
					Fecha:
DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA			DETERMINACION Y EVALUACION PATOLÓGICA		
Estado:			Sección en estudio:		
Municipio:					
Clasificación administrativa:			Patología:		
Clasificación funcional:					
Clasificación geométrica:			Tipo de proceso patológico:		
Composición:					
IMAGEN DE MUESTRA					
DESCRIPCIÓN DE LA PATOLOGÍA					
OBSERVACIONES					
GRADO DE SEVERIDAD					
Muy Bueno	Bueno	Regular	Malo	Muy malo	Pésimo

Figura 11. Planilla de inspección patológica
Fuente: Autores (2019)

4.3.1 Información general del tramo vial troncal 16, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura entre las progresivas 95+400 y 98+700.

La vialidad estudiada está comprendida en 4,50 km (kilómetros) pertenecientes a la troncal 16, cuenta con un canal por sentido con un ancho de canal de 5 metros. Es una construcción que beneficia a todos los usuarios que transitan por el oriente del país, en su recorrido da entrada a la ciudad de Cantaura, por su Av. Principal; quedando plasmado en la tabla 26 las características primordiales de la vía.

TIPO DE MATERIAL	PAVIMENTO ASFÁLTICO FLEXIBLE
Longitud del tramo	10,00 metros
Canales por sentido	1 canal
Ancho del canal	5,00 metros aprox.
Ancho de hombrillo	No definido

Tabla 26. Características de la carretera
Fuente: Autores (2018)

4.3.1.1 Patologías observadas

a) Fisuras longitudinales

Se encuentran en forma paralela al eje de la carretera, formando ángulos parcialmente rectos y dividiéndola en dos planos; no se presentan de manera uniforme en todo el tramo, sin embargo, se debe señalar que por las cargas pesadas que transitan constantemente por la vía, logran que se pierda la flexibilidad del asfalto. Igualmente la humedad, las lluvias y los cambios de

temperaturas, producen la aparición de este tipo de fallas. (Ver anexo d.1. pág. 188)

b) Piel de cocodrilo o grieta por fatiga

Se trata de una serie de fisuras interconectadas formando patrones irregulares con ángulos agudos, ubicados en la mayor parte del tramo inspeccionado, esta patología se caracteriza por aparecer en el fondo o parte interior de las carpetas asfálticas haciendo que se pierda el material granular y formando grietas de manera consiguiente, siendo causadas por la gran demanda del tránsito, problemas de drenaje o el envejecimiento de la capa de asfalto. (Ver anexo d.1. pág. 189)

c) Ahuellamiento

Este tipo de fallas trata de depresiones o hundimientos sobre la trayectoria de la llanta de los vehículos y sus alrededores se elevan, debido a las cargas excesivas del tránsito suelen ser hundimientos pequeños o abruptos en el caso extremo. En esta oportunidad, se pudo notar que es poco notable la falla y la profundidad promedio de las ondulaciones varía entre 10 y 25 mm; estas se deben al tipo de suelo y clima cálido de la zona, la inestabilidad en bases y sub-bases granulares debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas. (Ver anexo d.1. pág.190)

d) Disgregación y desintegración

Se puede notar que esta falla no es más que el desgaste de la capa del asfalto. Debido a la pérdida del ligante las partículas del agregado se sueltan,

este tipo de falla está causada por el manejo inadecuado de los materiales asfálticos, bien sea por el recalentamiento de la mezcla en planta, o por que no hubo buena adherencia entre ellos. (Ver anexo d.1. pág. 191)

e) Grietas de borde

Son fisuras que generalmente aparecen entre las franjas paralelas a la orilla de la calzada. Son causadas por el debilitamiento debido a condiciones climáticas de la base o de la sub-rasante en sectores próximos al borde del pavimento, la falta de soportes o terraplenes construidos en materiales expansivos. (Ver anexo d.1. pág. 192)

4.3.2 Información general del Distribuidor Cantaura, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura en la progresiva 95+400.

El distribuidor Cantaura, es una de las infraestructuras viales que pertenecen a la carretera nacional del oriente del país, surge con la intención de resolver conflictos de cruce con una vía secundaria. Según la normativa venezolana, es considerado de tipo diamante, compuesto por cuatro ramales unidireccionales para entrada y salida a la vía principal. Los movimientos se resuelven con intersecciones en la carretera secundaria y permite un total de ocho movimientos, incluyendo cuatro ramales de tipo semidirecto, cada uno de los cuales permite un giro a la izquierda y a la derecha. De esta manera se logra conectar el tránsito vehicular de la troncal 16, con la prolongación de la Av. Bolívar de la ciudad de Cantaura.

En cuanto a las características principales de este dispositivo de tránsito, se observó que posee dos enlaces de entrada y salida, permitiendo que fluya

una sola corriente de tránsito, con un ancho de canal de aproximadamente 4,50 metros. Entre los elementos que conforman el distribuidor, los más relevantes que pueden ser observados a simple vista, son: defensas metálicas, carpeta de rodamiento flexible, columnas, vigas y puentes.

4.3.2.1 Patologías observadas

a) Desnivel entre calzada y hombrillo

Existe una gran diferencia entre el nivel de la calzada y el hombrillo. En esta evaluación se puede notar que se debe a la colocación de sobre carpetas asfálticas sin hacer remodelación en el hombrillo. Otro factor influyente es la erosión, bien sea por las raíces de los grandes árboles que se encuentran cercanos a la carretera o al asentamiento del hombrillo por el tipo de suelo en el que se encuentra, un desnivel entre la calzada y el hombrillo representan peligro a los usuarios de la carretera porque pueden ocasionar colisiones, vuelcos y más accidentes. (Ver anexo d.2. pág. 196)

b) Grietas de reflexión de juntas de losas de concreto

En los puentes, el deterioro de las juntas se puede producir por el desgaste o inexistencia del sello, debido al paso de agua o al aumento de cargas vehiculares mayores a las consideradas; esto puede ser causado por deficiencia en su diseño estructural, originando deformaciones que reflejaran el deterioro y desprendimiento de las partes de la superestructura a través del tiempo. Esta falla se encuentra en el distribuidor Cantaura, donde se observa considerablemente la separación de la losa del puente por la dilatación de la junta estructural. (Ver anexo d.2. pág. 198)

c) Alcantarillas

El sistema de alcantarillado ayuda a evitar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o el derrumbe de los taludes. Se pudo observar que lo más común que se presenta es la obstrucción de los sumideros a causa de residuos sólidos vertidos en este y la capa vegetal que las invade obstruyen la conducción del agua pluvial correctamente, ocasionando que la carretera obtenga daños estructurales. (Ver anexo d.2. pág. 199)

d) Grietas

La construcción de edificaciones con uso de armaduras de acero de alta calidad resistente requiere que el concreto que las rodea alcance deformaciones importantes superiores a las compatibles con su capacidad a tracción, una vez superado su esfuerzo admisible este se rompe y produce la grieta, por lo que la aparición de estas en estructuras de concreto armado se vuelven inevitable. Por lo general, también surgen por el mal uso de los materiales, la humedad, el cambio de temperatura, cuando no está diseñado adecuadamente e incluso por el mal acabado en la estructura. (Ver anexo d.2 pág. 200)

e) Exposición de acero en losetas

En los puentes se puede observar la falta de recubrimiento que deja a la vista el acero, siendo esta una causa muy grave, ya que debilita la estructura si no es atacado el problema a tiempo. El acero se expone al medio ambiente bien sea por mal acabado, recubrimiento desprendido por los vehículos e inclusive por fallas en la supervisión de la obra, es así como va produciéndose

el deterioro del material y sus propiedades mecánicas. (Ver anexo d.2. pág. 200)

f) Corrosión de la armadura

El medio ambiente en donde está situada la estructura posee características muy influyentes. Bien sea el oxígeno del aire o la humedad presentes y las filtraciones ocasionan que por la exposición del acero a la intemperie, las armaduras sufran un proceso de corrosión que deteriora la estructura progresivamente. El acero no se encuentra cubierto en su totalidad debido a que han ocurrido incidentes vehiculares que han desprendido la capa de concreto, dejándolo sin protección y con el tiempo se ha formado una capa de óxido a la que se llama corrosión. Este problema ataca a la mayoría de los metales y su efecto más grave es que debilita la estructura, pudiendo ocasionar el colapso de la misma si no es atendido a tiempo. (Ver anexo d.2. pág. 200)

g) Falla por proceso constructivo

Los errores en el proceso de construcción de una obra pueden ser muy delicados, ya que si no son corregidos a tiempo pueden llegar a ocasionar fallas a la edificación. Uno de los más frecuentes es no seguir los parámetros indicadas en los planos o la rutina de estudios previos a cada uno de los materiales a utilizar, como la resistencia del concreto que debe cumplir con las especificaciones del diseño, las pruebas de asfalto e incluso el tipo de material y la cantidad a utilizar. Una inspección de estos elementos antes de realizar la obra es primordial para trabajar de manera adecuada. Los principales daños por el proceso constructivo son el agrietamiento del concreto, la abrasión del suelo o daños por sobrecarga. (Ver anexo d.2 pág. 201)

h) Impactos

Los impactos se hacen presentes en este distribuidor, se pudo percibir que existieron colisiones bastante graves sobre los muros de la estructura donde se recibe frecuentemente el efecto combinado del impacto y el frotamiento, lo que ha provocado la erosión y el desprendimiento constante del concreto en estos lugares específicos causados por vehículos de gran tamaño. (Ver anexo d.2. pág. 202)

i) Filtraciones

Las filtraciones están presentes debido a los cambios climáticos de la zona en estudio, bien sea por lluvias o malos drenajes. Estas complicaciones con el tiempo han causado graves efectos a la estructura debido a su permanencia intermitente y progresiva sin corrección, viéndose el gran deterioro en las mismas. (Ver anexo d.2. pág. 202)

j) Falla de control de calidad en acabados

La calidad en los acabados es muy influyente en muchos factores de la estructura como el estado de presentación de la misma y los aspectos de limpieza. Durante la inspección se observó que los acabados que tienen las obras estructurales de los distribuidores son muy pobres, lo que ha traído consecuencias considerables, sumándole la aparición de otras fallas. (Ver anexo d.2. pág. 201)

k) Falla por condiciones de operación no consideradas

Este tipo de fallas es muy común, por lo general en una planificación de proyectos de vías se deben tomar en cuenta todos los factores influyentes,

para que el proyecto sea apto para los usuarios y cumpla con las condiciones para las que fue planificado. En este caso no se tomaron en cuenta muchos aspectos como los ambientales, los geotécnicos, el tipo de suelo, los cambios de temperaturas, el agua, los tipos de vegetación e incluso el tránsito a futuro. Por lo que con el pasar de los años ha incrementado este factor y ha ido deteriorando más rápido la carretera, cumpliendo su vida útil sin recibir ningún tipo de tratamiento al igual que sus distribuidores por lo que también presentan fallas considerables. (Ver anexo d.2. pág. 201)

4.3.3 Información general del Distribuidor El Merey, ubicado en el municipio Pedro María Freites, en la ciudad de Cantaura en la progresiva 98+700.

El Merey es el nombre que recibe un distribuidor vial ubicado en el Municipio Pedro María Freites en la parte central del Estado Anzoátegui, en el oriente del país sudamericano de Venezuela. Según lo establecido por el MTC (1997), indica que corresponde a un dispositivo de tránsito sin conflictos de cruces a desnivel, tipo trompeta, el cual cuenta con tres ramas viales y cuatro rampas de acceso de entrada y salida, descritas cada una de ellas en la tabla 25. Cada uno de los enlaces que constituyen este distribuidor ayuda a organizar y controlar las corrientes de tránsito según lo descrito en la tabla 25. Entre las características más significativas tenemos que posee tres entradas de enlaces y de salida, y un ancho de calzada de aproximadamente 3,50 metros. Tomando en cuenta los elementos que lo conforman, se encuentran defensas metálicas y de concreto, carpeta de rodamiento flexible y muros de contención mecánicamente estabilizados.

4.3.3.1 Patologías observadas

a) Huecos

Son depresiones que empiezan siendo pequeñas en la superficie del pavimento y que van aumentando su profundidad debido a la acción del tránsito, se pudo visualizar que hay muchas partes donde el pavimento está muy deteriorado debido a que ya cumplió sus años de vida útil y los espesores del concreto asfáltico no son los más adecuados, por lo que el continuo tránsito vehicular empieza a arrancar pedazos de la superficie del pavimento lo que provoca la formación de esta patología. Los huecos también se van incrementando por acumulación de agua en ellos o en la carretera, creando hundimientos con fisuras y posteriormente su aparición. (Ver anexo d.3. pág. 205)

b) Defensas metálicas

Las defensas metálicas son dispositivos de seguridad que se encuentran ubicadas en una parte del puente, especialmente en los lugares donde existe mayor riesgo con el propósito de contener y redireccionar los vehículos para evitar que al perder el control se salgan de la vía. Se pudo observar que las defensas metálicas encontradas presentan fallas por colisión de vehículos, cumpliendo estas sus funciones sin recibir ningún tipo de mantenimiento, quedando dobladas, rotas, desajustadas, desalineadas, y actualmente se hallan en un estado de deterioro considerable. (Ver anexo d.3. pág. 206)

c) Muros de contención mecánicamente estabilizados

Se pudo observar que dentro de los muros está creciendo hierba considerablemente, debido a que no reciben ningún tipo de mantenimiento,

siendo este uno de los catalizadores del deterioro tanto del concreto como del refuerzo, creando lesiones como grietas, fisuras y exposición del refuerzo al ataque de componente del suelo y de las fuentes de agua. Estas han originado fisuras por la humedad que se crea en las paredes, desintegrando la capa de cemento, haciendo una expansión de los materiales y disolviendo los componentes del concreto que afectan su vida útil. Además, también se observó el derrumbe de algunas partes de los muros de contención en los puentes aparentemente se debe a la colisión de algún vehículo. (Ver anexo d.3. pág. 207)

d) Degradación por el ataque del medio ambiente

El medio ambiente es muy influyente en la vialidad y suele llegar a ocasionar impactos negativos directos e indirectos sobre la estructura vial. A lo largo del recorrido en el caso de la vía evaluada se pudo notar que los árboles en su mayoría miden más de dos metros, disminuyendo visión a los conductores en su paso; al igual que el crecimiento de la maleza, las cuales han crecido sobre el puente y entre las paredes de los muros, lo que ha ocasionado probablemente el estallamiento, fisuras y deterioros del concreto en toda la estructura sin ningún tipo de cuidado. (Ver anexo d.3. pág. 207)

e) Defensas de concreto

Las defensas están desalineadas, es decir, no se encuentra de manera uniforme en la carretera, algunas presentan fallas estructurales como fracturas y fisuras en el bloque, pudiendo notar así que las uniones se encuentran expuestas al contacto directo con el ambiente provocando la corrosión en estas por no tener el recubrimiento adecuado. (Ver anexo d.3. pág. 208)

4.3.4 Informe general de las patologías presentes en el tramo vial Troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merey

El trabajo de investigación fue realizado en la región Nor-oriental de Venezuela, exactamente en el tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merey, entre las progresivas 95+400 y 98+700, municipio Freites, estado Anzoátegui. En este informe se dan a conocer detalladamente las irregularidades que padece el área; esto se logró mediante la observación y verificación "in situ". Durante el recorrido, se registraron las fallas a través de información visual y gráfica por medio de fotografías, permitiendo que se compararan con especificaciones técnicas y contrastándola con las normas nacionales de carreteras establecidas. De esta manera se explican las causas de las patologías presentes y cómo afectan el adecuado funcionamiento de la carretera, las cuales pueden observarse en los anexos del proyecto (Ver anexos d.1, d.2, d.3 Págs. 188, 196, 206).

Con relación al tramo vial de la troncal 16, presenta una innumerable cantidad de irregularidades, entre las más comunes se encuentran las grietas por fatiga o piel de cocodrilo. Estas forman fisuras interconectadas generando una especie de malla que se va entrelazando y generan trozos de tamaño relativamente uniformes con bordes agudos y quebrados en un aspecto muy parecido a la piel de un cocodrilo; las piezas tienen aproximadamente menos de 30 cm. Este tipo de deterioro comienza en la parte inferior de la capa de concreto asfáltico, donde las tensiones y deformaciones causadas por las cargas de tránsito alcanzan sus mayores valores. Otra de las posibles causas de su aparición se debe al uso de asfalto de alta penetración que hacen deformable la mezcla y la composición deficiente del asfalto, provocando que exista una reducción del módulo, juntas mal elaboradas e implementación de

reparaciones que no corrigen el daño y ocasionan la aparición de nuevos problemas.

Así mismo, se hallaron fisuras longitudinales; estas se presentan paralelas al eje de la calzada y se forman debido a la contracción del concreto asfáltico por bajas temperaturas, por reflexión de fisuras causadas por fatiga de la estructura, movimiento excesivo de juntas o rupturas debajo del asfalto y al envejecimiento del mismo. Usualmente aparecen en las huellas de tránsito, pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante, riego de liga insuficiente o ausencia total, espesor insuficiente de la capa de rodadura, dándole a la vía un aspecto inadecuado, colocándola en una escala de mal estado continuo.

Igualmente, hay una falla que se genera en la vía y se mantiene en casi todo el tramo, es el desnivel entre la calzada y el hombrillo. En la carretera se puede decir que se debe a la diferencia entre la altura del borde del pavimento y el arcén, como consecuencia de la colocación de sobre carpetas asfálticas. También es ocasionada por la erosión o el asentamiento de la berma. En el sitio se notó que la falla es considerable ya que el desnivel entre ambos es bastante elevado, siendo este alrededor de 10,5 cm de diferencia en gran parte de la zona estudiada.

Además, estas fallas pueden dar pie a la aparición de las grietas de borde, ocurriendo a la orilla del pavimento y de allí su nombre; se ramifican hacia el paseo de la vía. Regularmente, estas grietas son debido a fallas del soporte lateral que proporciona el área; también pueden ser causadas porque el material interno ha cedido, carencia de bordes, ancho de hombrillo

insuficiente o sobre carpetas que llegan hasta el extremo del carril y quedan en desnivel con la berma, vegetación existente cerca del pavimento, inclusive pueden aparecer según sea el tipo de suelo si no se tomaron las previsiones correspondientes. En resumen, son provocadas por la falta de confinamiento lateral de una carpeta mal adherida a la base. Estas son severas, pero si no son atendidas a tiempo pueden llegar ser muy peligrosas, ya que se desploma todo el material base y se crean grandes derrumbes de carreteras como ocurre en la vía troncal 16, donde las grietas han llegado a su máximo grado de severidad y hay grandes derrumbes que han originado graves accidentes a los automovilistas.

Por lo general, en las carreteras se presentan hundimientos provocados por los cauchos de los automóviles, esta falla es mejor llamada ahuellamiento y hacen que se presente el deterioro superficial de la capa de rodadura asociado con las condiciones de carga y climáticas a las que está sometido el pavimento en servicio. En el caso del tramo evaluado, son bastantes someros y se comportan de manera gradual, aparecen como una depresión continua a lo largo de la franja de recorrido de los neumáticos y de hecho, se observan con más claridad cuando hay agua en la carretera. Estos dificultan la operación y maniobrabilidad de los vehículos, ocasionan una disminución en la seguridad y en el nivel de servicio a prestar de la vía. Las principales causas por la que aparece esta falla son la compactación insuficiente de la base o la mezcla asfáltica, capacidad de soporte inadecuada, mal diseño de la mezcla, exceso de asfalto, ligante muy blando, entre otros.

Se encontraron en el distribuidor Cantaura grietas de reflexión de juntas de losas de concreto; generadas por los movimientos entre la placa y el pavimento, debido a los cambios de temperatura y de humedad, este tipo de daño ocurre cuando existe una capa de pavimento asfáltico sobre placas de

concreto. En este caso ya se observa a simple vista el deterioro de la junta, pudiendo percibirse en la parte superior del puente una pequeña dilatación, incrementándose la severidad del daño con el paso del tiempo y el uso del mismo.

Así pues, también se notó la presencia de las defensas metálicas, las cuales están diseñadas para evitar hasta donde sea posible que vehículos errantes salgan del camino, encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto. Son indispensables en curvas pronunciadas, carreteras, caminos y zonas de peligro, ofreciendo máxima seguridad y durabilidad por su fabricación certificada en acero de alta resistencia. Se instalan en zonas con alineamientos no uniformes del camino, terraplenes altos o alcantarillas y es importante resaltar que son uno de los dispositivos de seguridad más usados en las carreteras, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios. Se observó que en el área inspeccionada existe un deterioro de las mismas, evidenciando que algunas están dobladas, decoloradas, corroídas, destornilladas, desniveladas y fuera de área, han cumplido con su función y no fueron reemplazadas o reparadas debidamente.

Retomando lo expuesto anteriormente, también fueron colocadas varias defensas hechas de concreto armado, algunas vaciadas en el sitio y otras prefabricadas. Su función principal es evitar las colisiones de frente entre los vehículos, se usan como separadores de calzada en puentes, avenidas o autopistas de alta velocidad, también para la protección de estructuras apoyadas en medio de vías como en el distribuidor El Merrey. Tienen como principales ventajas una elevada resistencia al choque y la ocupación de un espacio muy pequeño. Durante el recorrido de esta inspección se observó que las defensas están en estado deficiente hasta 70%, es decir, se encuentran desalineadas, por su mal acabado se han creado fisuras y grietas

considerables en la estructura de las defensas, dando pie a que su recubrimiento se exponga al medio ambiente, lo que provoca que pierda resistencia debido a que está corroído.

Por otra parte, en el trayecto también se encuentra la disgregación y desintegración del pavimento. Esta irregularidad viene ligada posiblemente a la falta de supervisión en el proceso de construcción, presentándose en el tramo vial y sus distribuidores de manera notable pero no tan avanzada, es decir, se puede observar que al menos 45% de la vialidad total presenta esta patología. El uso de agregados sucios o muy absorbentes, y los agentes externos también son causantes de este tipo de fallas estructurales en el pavimento.

A consecuencia de la desintegración y piel de cocodrilo localizadas en el asfalto, empieza la aparición de baches o huecos de diferentes tamaños en la carretera; su crecimiento se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo, así como también cuando el continuo paso de los vehículos arranca pedazos de la superficie del pavimento por el uso de una mezcla inapropiada. Los huecos vienen asociados a la condición de la estructura de la vía; su nivel de daño puede medirse como bajo, medio y alto. Los huecos están en 60% de la totalidad del tramo vial inspeccionado de manera intercalada, con niveles de severidad variados, y espesores variados de aproximadamente 20 cm. La causa más común es la debilitación del pavimento, debido al poco asfalto utilizado, por su superficie muy delgada, demasiado o poco agregado fino, o un pobre drenaje. Los huecos que aparecen frecuentemente en la carretera perjudican tanto el tránsito vehicular como a los mismos vehículos.

En relación con la superestructura, es normal que existan fisuras pero estas deben ser atacadas debidamente a tiempo para evitar complicaciones

en la edificación y que se generen más fallas. Se puede decir que no existe una obra de concreto que no presente esta patología, pueden aparecer por razones de climatología y también por mezclas que no fueron diseñadas de manera adecuada. A diferencia de las fisuras, las grietas vienen apareciendo como consecuencia de esfuerzos o por aplicación de cargas directas en la edificación.

Haciendo mención de lo anterior, durante la inspección en el sitio se pudo observar en el puente del distribuidor Cantaura, las vigas presentan grietas que han alcanzado su nivel de elasticidad máxima, dejando en evidencia la pérdida del recubrimiento del concreto y exponiendo el acero de la armadura a la intemperie, siendo visible problemas de corrosión en la misma y la pérdida de material. Se percibió como críticamente está flectando el puente, donde influye mucho las operaciones no consideradas en el proceso constructivo. Así mismo, en la estructura en general, sus grietas y fisuras presentan filtraciones que han ido debilitando sus paredes, los acabados y sus muros.

Por otro lado, el distribuidor El Merey también presenta problemas con respecto a las fallas mencionadas anteriormente, entre los agravantes que pueden intensificar estas fallas están las filtraciones, ya sea por aguas grises o malos drenaje, el poco mantenimiento prestado lo que ha ocasionado que entre las paredes de la estructura se acumulen sedimentos, derivando en el crecimiento de vegetación, lo que provoca deficiencia en su funcionamiento ya que ocasiona el estallamiento de las paredes del muro de esta obra estructural. También la degradación del medio ambiente y la maleza que está en toda el área superando la altura permitida resta visibilidad a los usuarios que se desplazan por la vía.

De la misma manera, el sistema de alcantarillado de la troncal se encuentra colapsado de residuos y vegetación, prestando un servicio de mala calidad, ocasionando que no se origine un buen drenaje en la carretera y dando sentido a la aparición de nuevas fallas producto del agua estancada. La señalización es un complemento de la vía que permite orientación en la zona transitada, se encuentra en buenas condiciones salvo algunas que necesitan mantenimiento, sin embargo, tiene buen sistema y puede ser mejorada con una respectiva conservación e inversión.

No obstante, otro factor bastante resaltante es la iluminación, ocupando un papel de suma importancia en la seguridad nocturna del auto-transportista, ya que esta le debe proporcionar la visibilidad para distinguir cualquier obstáculo que se le presente en el camino y poder maniobrar a tiempo para evadirlo; los postes en general de todo el tramo se encuentran en condiciones irregulares. Existe un total de 230 puntos para postes de luz, de los cuales 71% se hallan en buenas condiciones, es decir, levantados con sus respectivos cables y lámparas, otro 14,3% están averiados y solo se encuentra el tubo sin las lámparas ni los cables, mientras que el porcentaje restante que representa 14,7%, solo existen sus bases y los postes son inexistentes. 100% de la iluminación en el tramo estudiado no funciona debido al poco mantenimiento prestado, por lo que no se asegura un confort visual.

Aunque los resultados obtenidos durante estos estudios generan la información necesaria para analizar y obtener los parámetros de control de calidad de alineamientos, durante su vida de servicio surgen fallas que van condicionando la superficie de rodamiento; incluso la estructura de los distribuidores también se ven afectadas comprometiendo su funcionalidad

adecuada para prestar un servicio eficiente. Entre las más resaltantes a considerarse se encuentran:

- Durante el proceso constructivo: las diferentes capas del pavimento, obras complementarias e impacto ambiental, deben manejarse adecuadamente porque determinan la gestión competitiva del mantenimiento vial para contar con la funcionabilidad y sostenibilidad adecuada de las carreteras.

- La valoración de las propiedades de los materiales empleados a futuro y el incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño del pavimento.

- Muchas deficiencias en el proceso constructivo y en la calidad del material utilizado, incluso en su diseño.

- Las condiciones o factores climáticos imprevistos no han sido tomadas en consideración, notándose la insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y subterráneo.

Por último, hay otros factores que con el tiempo han sido muy influyentes para el desperfecto de la vialidad y sus distribuidores como lo es la insuficiencia o ausencia de mantenimiento o rehabilitación de pavimentos y toda la estructura de los distribuidores como tal, todas pueden ser mejoradas si son tomadas en cuenta por los entes correspondientes.

4.4 Propuesta de mejora para tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey

Luego de haber realizado un detallado análisis en los resultados de los estudios ejecutados, surge la necesidad de generar propuestas que ayuden a

complementar el desarrollo vial del estado Anzoátegui, destacando a continuación las mejoras más rentables que favorecerán a la carretera, brindando un progreso formidable a la vialidad del país, con énfasis en el tramo estudiado.

4.4.1 Diseño geométrico

Por lo que se refiere, cuando se edifican proyectos el diseño geométrico es una de las partes más importante. En construcción vial se vuelve determinante, pues allí es donde se define la configuración tridimensional, la ubicación y la forma correcta precisada para los elementos de la carretera; de manera que sean funcionales, seguros, cómodos, estéticos, económicos y compatibles con el medio ambiente.

4.4.1.1 Tramo vial troncal 16

Con respecto a el tramo vial troncal 16, entre las progresivas 95+400 y 98+700, teniendo en cuenta los resultados obtenidos mediante el análisis de los datos del flujo vehicular y los requisitos establecidos en las normas AASHTO (2011) y MTC (1997), se adoptaron valores a criterio para cada una de las variables que interactúan en la vialidad, permitiendo así que a través del uso del *software* AutoCAD Civil 3D 2016, se analicen y se plantee un nuevo diseño de la carretera.

Así mismo, se tuvieron presentes los resultados obtenidos en el levantamiento planialtimétrico, al igual que la inspección debidamente realizada en el sitio, además de todas las variables que generan puntos de conflictos. Al plantear un arreglo en este tramo vial, se establecerá proponer

un diseño geométrico el cual constará de las características principales expuestas en el Capítulo IV (opcit. Pág. 75).

De modo que, una vez analizados y verificados los datos se puede observar la sección típica de la vialidad arrojada por el programa (ver anexo e.1.1.1 Pág. 211), correspondiendo a una solución ideal de manera rápida y económica para los usuarios que transitan por esta troncal. Deben seguirse una serie de recomendaciones las cuales quedarán expresadas en la tabla 21 (opcit. Pág. 92).

Como resultado de propuesta a corto plazo se tiene: una velocidad de diseño de 100 kph, la velocidad promedio de operación de 80 kph, con un ancho de canal de 3,60 metros para cada sentido, una distancia mínima a un obstáculo de 0,90 metros, el ancho del hombrillo mínimo ha de ser de 2,28 metros y es importante que a la hora de edificar tengan una textura superficial diferente a la calzada, con el fin de alertar a los usuarios cuando se estén saliendo del carril, teniendo una longitud total de carretera de 11,80 metros con sus comodidades relativas.

Por otra parte, si se genera una solución a largo plazo correspondería a la ampliación de la carretera tal y como se muestra en los anexos del trabajo de investigación (ver anexo e.1.1.2. Pág. 211), agregándole un canal más por sentido de 3,60 metros de ancho, con un adecuado ancho de hombrillo de 2,28 metros y una divisoria de barrera mínima 0,60 metros y con una distancia a obstáculo de 0,90 metros donde se conectará a la autopista Cantaura-El Tigre. Esta sería la propuesta más segura y viable para los conductores, ya que se estaría aplicando uniformidad a lo largo de toda la troncal. La desventaja sería su elevado costo, pero se correría menos riesgo de que existan accidentes de

tránsito. Si se logra esta remodelación, la vía brindará a los usuarios calidad y reducción en el tiempo de viaje.

4.4.1.2 Distribuidor Cantaura

En relación con el distribuidor Cantaura, se utilizaron los resultados arrojados por programa aplicado, los cuales fueron adquiridos para precisar valores en las variables las cuales se deben tener en cuenta para la construcción del distribuidor vial, de manera que permita realizar maniobras apropiadas, cruces con radios de giros adecuados en intersecciones y que no representen peligros para los conductores que se desplazan por la vialidad.

Por consiguiente, se determinó que su diseño geométrico se encuentra entre los parámetros establecidos en las normas, sin embargo debido a la falta de inspección al momento de su construcción, se obtuvo como resultado una sección típica no uniforme para las rampas de entrada y salida, es por ello, que los radios de giro en cada una de las intersecciones son diferentes aun cuando se encuentren en el rango estipulado.

En congruencia con las ideas desplegadas, ante una posible ampliación de la carretera entre las progresivas 95+400 y 97+800, reconvirtiéndola en autopista de dos canales por sentido, se prevé realizar un nuevo diseño geométrico para este dispositivo, tal y como se muestra en los anexos del trabajo. Teniendo como base los resultados del estudio de tránsito se determinó que se deben tomar en cuenta los criterios generales de diseño de una intersección a desnivel expuestos a continuación:

Considerando que, para un volumen de servicio de 850 kph, en una vía principal, corresponde un ancho de carril de 3,60 m, agregando una señal

informativa a 200 m antes de llegar a la intersección, con una distancia mínima entre puntos consecutivos de entrada y salida mínima de 180 m. Incluyendo narices de entrada y salida de longitud máxima de 45 m. Para una velocidad de diseño de enlace de 40 kph, y un peralte máximo de 10%, se obtiene un radio máximo de 80 m y uno mínimo de 30 m, por lo que si se selecciona este, se reconoce que las curvas cerradas tendrán longitudes más cortas y menos oportunidades para desarrollar un valor alto de peralte. (Ver anexo e.2.1. pág.212)

En consecuencia, los vehículos que giran en las intersecciones diseñados para giros de radio mínimo, operan con baja velocidad, tal vez menores de 15 kph. Aunque es práctico diseñar para vehículos con aceleraciones rápidas, por seguridad y economía es necesario usar bajas velocidades de giro en la mayoría de las intersecciones. Las velocidades a la que estas curvas de intersección deben diseñarse, dependen de la agilidad con que anden los autos en los caminos de aproximación, el tipo de intersección, y los volúmenes de tránsito directo y de giro.

4.4.1.3 Distribuidor El Merey

Asimismo, tomando en consideración las características observadas en el levantamiento topográfico y durante el recorrido en el sitio, se obtuvo la información necesaria y este dispositivo vial se identificó de tipo trompeta. Se pudieron percibir los diferentes problemas al momento de realizar una maniobra de cruce. La zona de interacción de los vehículos que utilicen los enlaces de entrada y salida para incorporarse o desincorporarse de la vía principal, tendrán influencia en las corrientes de tránsito que se desarrollan, de acuerdo a la rampa que empleen. En la tabla 27, se expresan los valores mínimos según el MTC (1997).

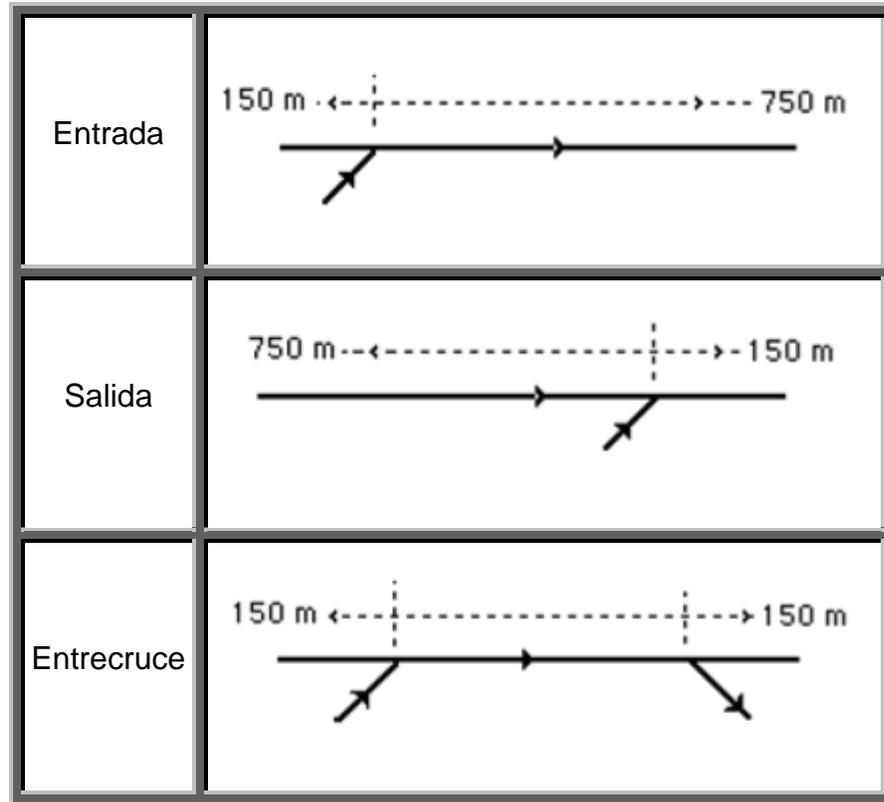


Tabla 27. Zona de influencia de enlaces
Fuente: MTC (1997), editado por los autores

Es posible que, como solución a los problemas que suceden al momento de maniobrar, se propone un canal de desaceleración paralelo a la vía principal para los vehículos que se incorporen o salgan de la autopista, con una separación mínima entre las calzadas de 0,60 m y una faja de aceleración de por lo menos 90 m de longitud, para garantizar la seguridad de los usuarios. Además, debe aplicarse una mejora a los ángulos y radios mínimos de giro en estos enlaces, que entran en el intervalo de 30 y 80 metros respectivamente, ayudando a que suavice la curvatura al momento de conectarse a la vía. (Ver plano en el anexo e.3.1 Pág. 213).

4.4.2 Pavimento

Con respecto al pavimento, se evidencia el quebranto considerable de la carretera. Estos desperfectos surgen a partir de parámetros estocásticos que disminuyen drásticamente la vida útil del pavimento flexible, usualmente causando la rotura de este por tránsito de cargas excesivas que sobrepasan las de diseño. Otros de los efectos causantes de la avería del asfalto son el deficiente escurrimiento de aguas, considerando que la vialidad venezolana tiene muchos años de construcción, sobrepasando su vida útil de 25 años, sin cuidados ni mantenimientos, lo que ha causado el deterioro parcial o total de este.

En cuanto a la estructura general de un pavimento, según cada una de sus capas en orden ascendente, se tiene la subrasante, que es de carácter económico, y se trata de formar un espesor mínimo de 30 cm, el tamaño máximo del material agregado debe ser de 7,6 cm. Mientras que la sub base, posee espesores muy variables y dependen de cada proyecto específico, pero suele considerarse de 12 a 15 cm como dimensión mínima constructiva. Por último, los espesores de las bases son muy variables, como mínimo se utilizan de 10 a 15 cm, debiendo compactar su material para que alcance el 95% o 100% de P.V.S.M (peso volumétrico seco máximo).

De acuerdo con lo anteriormente descrito, tomando en consideración las especificaciones técnicas generales se propone para una solución a corto plazo, factible, inmediata y económica la repavimentación y bacheo superficial, parcial o profundo de los 4,50 km de vialidad afectada según sea el nivel de severidad de la falla en el tramo vial troncal 16 y los distribuidores Cantaura y El Merrey.

En el mismo orden de ideas, es importante mencionar que el suelo donde pasa la troncal 16 corresponde a arcillas expansivas, entre la propuesta de solución más económica y accesible para minimizar el problema de este tipo de terrenos, esta que antes de la construcción de la carretera, se agregue polvo de ladrillo sobre la subrasante estabilizada, para originar diversos efectos los cuales provocan que estas reduzcan su plasticidad, sean más estables a efectos de lluvias prolongadas, favorezca la compactación de la superficies con humedades muy altas.

De manera tal que, una solución innovadora y de mayor duración involucra la adición de una malla geo sintética en la parte inferior o dentro de la capa base para aumentar la capacidad estructural de un pavimento mediante el desarrollo de esfuerzos a tracción, con un gran beneficio como lo es el mejoramiento de la vida de servicio del pavimento. El uso de geo mallas en carretera involucra varias funciones, los mecanismos geo sintéticos proporcionan refuerzo a un pavimento, como lo es el confinamiento lateral, minimizando la expansión lateral de los agregados de las capas base y sub base, así como también origina efecto membrana, que resulta en esfuerzos de tracción si las deformaciones del pavimento son significativas y el aumento de la capacidad portante, que puede ser desarrollado debido a las restricciones impuestas al desarrollo de superficies de falla a través de la subrasante. Esta posible solución tendría un costo económico elevado, pero resulta una opción muy favorable para este tipo de suelos, aplicada tal y como se muestra en la figura 12.

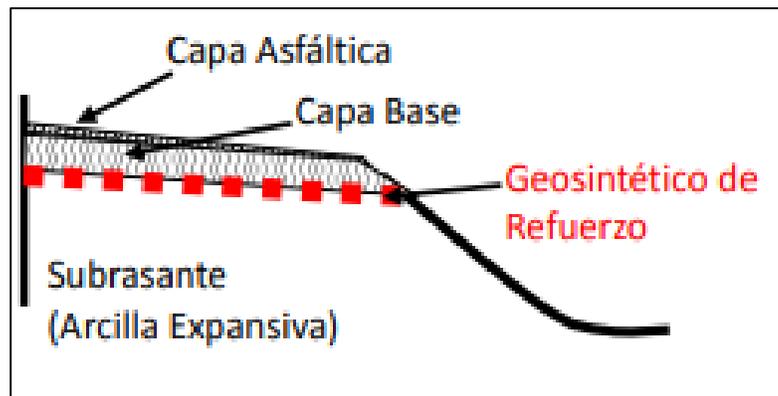


Figura 12. Sección transversal del pavimento con geo mallas
Fuente: Maccaferri, editado por los autores

En resumen, una solución que permite obtener un tiempo de vida más prolongado de la vialidad, es la escarificación total de la carpeta asfáltica dañada, realizando el corte del pavimento en una sola pasada con un espesor máximo de 25 cm en todo el ancho del carril hasta mantenerlo uniforme. Al terminar el fresado de la carpeta existente, esta capa deberá quedar libre de cualquier material o polvo, para evitar problemas de adherencia a la nueva carpeta a colocar. Lo establecido en la COVENIN (2000:1987), dicta los siguientes parámetros:

- El cemento asfáltico debe ser preparado por refinación del petróleo, siendo de naturaleza uniforme y no debe formar espuma al ser calentado a 175°.
- El vehículo que transporte material asfáltico debe llegar al sitio de obra presentando intactos los sellos de garantía colocados en el lugar de origen.
- Para material asfáltico utilizado para la aplicación de riego de adherencia en una base terminada o que ya haya sido tratada previamente con material asfáltico, el material a usar es el RC-250.

- Para ese tipo de asfalto líquido, se estipula una cantidad de aplicación de material para riego de adherencia de 0,15-0,40 l/m².
- La temperatura de aplicación del material asfáltico RC-250, debe ser aquella en la cual el material tenga entre 10 y 60 SSF, comprendida entre los rangos de temperatura de aplicación siguiente 35-60°C.
- El tiempo transcurrido entre la aplicación del riego de adherencia y la colocación de la capa subsiguiente no debe exceder de 12 horas.

Para finalizar, es importante tener en cuenta todas las características mencionadas anteriormente, así como también se debe considerar realizar un mantenimiento preventivo de cada dos a cinco años, llámese bacheos o recarpeteo, para lograr así mayor vida del pavimento flexible.

4.4.3 Obras complementarias de servicios básicos de la vialidad

Son obras necesarias de ejecutar ya que mejoran el entorno, ayudan a mantener la vialidad en buen estado y complementan el servicio para los usuarios. Se consideraron principalmente las de servicios básicos como sanitarias, iluminación, señalización y serán desarrolladas a continuación:

4.4.3.1 Iluminación

La implementación de una adecuada iluminación vial, contribuye a la disminución de accidentes y delitos. Un mejor sistema permite que los usuarios tengan un buen desempeño visual, velocidad de reacción y la observación de otros vehículos y obstáculos sin riesgo de error o deslumbramiento, lo cual se traduce en una mejora de seguridad y bienestar para los conductores, ya que de esta manera se pudiera conducir con mayor confianza.

En vista de ser primordial en la construcción de carreteras y que interesa sobre todo al automovilista que circula por esta vialidad, donde los obstáculos fijos o móviles no son muy frecuentes y la iluminación se concentra más en proveer la dirección de circulación a manera de una guía visual perfecta, se propone como solución factible implementar nuevas alternativas con el fin de incorporar tecnologías que ayuden a disminuir los costos energéticos y monetarios, de manera que presten la asistencia adecuada ayudando a la protección del medio ambiente.

Por otra parte, durante el recorrido en el sitio se observó que los postes de iluminación, tanto del tramo como de los distribuidores, se encuentran en mal estado ya que no cuentan con lámparas ni bombillos y demás elementos complementarios necesarios para su buen funcionamiento; aparte, son de modelo convencional y por lo general estos emiten gases y tienen un voltaje muy pobre por lo que no soportan caídas de tensión y se dañan rápidamente. Suele suceder que en muchos casos la distribución de luz que generan es inadecuada por su mala instalación en cuanto a los ángulos de luz que deben cubrir, inclusive hay áreas donde no hay luces de carretera eficientes por lo que se encuentra a oscuras todo el sitio evaluado, motivo por el cual se considera la propuesta de iluminación.

De acuerdo con lo idealizado, se sugiere tener en cuenta que una iluminación LED (*light-emitting diode*), se convierte en una opción favorable ya que actúan como una fuente de luz no tóxica, no emiten dañinos rayos ultravioleta UVA. Aunque es costosa, proporciona un gran ahorro a largo plazo, genera ventajas como altos flujos luminosos con un consumo de energía de 60% u 80% menos, y proporcionando los mismos niveles de iluminación. Son capaces de regular su intensidad de acuerdo a la cantidad de tránsito existente, esto se debe a un controlador con un conductor altamente eficiente

y no emite ruidos durante su funcionamiento, sino que puede ser configurado para que se desempeñe de acuerdo con intervalos de tiempo. De esta manera, cuando un peatón o un vehículo se acerquen, se torne más brillante y si hay ausencia de movimiento entrará en modo de espera. Esto ayuda a reducir el consumo de energía teniendo la capacidad de ser altamente resistentes a las caídas de tensión.

Luego de haber dado detalles sobre la propuesta de las lámparas LEDS, se cree que puede resultar un proyecto factible ya que se estaría incorporando a la carretera calidad e innovación, además de un excelente servicio. Esta sugerencia aplicaría en un futuro si se hacen remodelaciones correspondientes al tramo; la tendencia en el diseño y construcción de los luminarios para el alumbrado público de vialidades va dirigida hacia la incorporación de lámparas más eficaces que utilicen dispositivos electrónicos vigorosos para su encendido y operación, lo cual permitirá tener un mayor poder óptico y eficacia energética al considerar la utilización de fuentes luminosas artificiales de última generación, como lo son actualmente los módulos de diodos emisores de luz con potencias de 90 o 110W.

Al mismo tiempo y como otra opción favorable para propuesta inmediata de mantenimiento, consistiría en sustituir las lámparas convencionales de descarga en gas por alta presión de aditivos metálicos, vapor de sodio o vapor de mercurio; por luminarios como las lámparas tubulares rectangulares de inducción electromagnética con arillos inductores externos. Para operar fuentes luminosas artificiales de avanzada tecnología, esta requiere de un generador electrónico de alta frecuencia, poseen una serie de característica como un potencial que varía entre 80 y 120 W, su vida útil promedio es de cien mil horas, tienen un índice de rendimiento para el encendido y re-encendido

rápido, baja concentración de mercurio, disfrutan de alta resistencia a la vibración e impacto mecánicos y con un costo menos elevado que el LEDS.

Por último, a la hora de implementar algún sistema de alumbrado nuevo, es indispensable exigir a los proyectistas o fabricantes el estudio técnico-económico de operación y mantenimiento de los equipos antes que estos sean aprobados, para que de esta manera la elección sea la más favorable para la vialidad.

4.4.3.1.1 Tramo vial troncal 16

Según lo antes determinado, la iluminación de las carreteras resulta imprescindible ya que se encarga de ayudar a los conductores a tener mejor agudeza visual y evitar accidentes, es por ello que se debe estipular realizar un buen sistema de alumbrado que genere confort y seguridad.

Por lo tanto, en el tramo de vía estudiado de la troncal 16, debe ser remodelado eligiendo como opción instantánea la reestructuración del sistema de iluminación, aplicando un alumbrado con lámparas tubulares rectangulares tipo semi *cut-off*, con alturas de montaje de 12 m por cada poste, y una distancia horizontal de 50 m aproximadamente. La manera de colocación será bilateral pareada. Para prestar mejor iluminación deben ser instalados fuera del acotamiento de las carreteras, así como que las luminarias queden fuera del ángulo visual del conductor esto ayudara a evitar incomodidad visual. Considerando la presencia de vegetación y árboles en la vía, si son altos de unos ocho a diez metros, se situarán a su misma altura; pero si son pequeños, las farolas usadas serán más altas que estos, de 12 a 15 m de longitud. En ambos casos, es recomendable una poda periódica de los árboles para mantener un buen alumbrado.

Por otro lado, si en un futuro se llegara a realizar la remodelación antes planteada de la vía, es preferible combinar los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas, con lámparas LEDS para tener una carretera con un sistema de alumbrado que brinde el confort deseado. (Ver anexo e.1.2. Pág. 211)

4.4.3.1.2 Distribuidor Cantaura

Una vez más se dejó claro que la iluminación de carreteras ocupa un papel de suma importancia en la seguridad nocturna del auto-transportista, ya que ésta le debe proporcionar la visibilidad para distinguir cualquier obstáculo que se le presente en el camino y poder maniobrar a tiempo para evadirlo, así como cerciorarse de los detalles de las áreas circunvecinas, tales como las señales de tránsito, ya sea que se encuentren a los lados o pintadas en el pavimento, entradas de caminos laterales y posibles baches.

Como medida de seguridad, se recomienda que los postes de alumbrado sean colocados en la parte exterior de los barandales o guarniciones metálicas que van en ambos lados del puente y en todo el recorrido del distribuidor, su instalación ha de ser a cada 50 m entre cada uno, con 12 m de altura para su montaje, dejando la zona central de circulación libre de obstáculos, logrando con ello dar mayor seguridad a los conductores de automotores y, al mismo tiempo, se evita que las luminarias queden fuera del ángulo visual de los usuarios, consiguiendo así mayor confort visual al conductor.

4.4.3.1.3 Distribuidor El Merey

En cuanto al distribuidor El Merey, se recomienda de igual manera lámparas semi *cut-off*, con colocación de postes en forma bilateral pareada.

Conviene que el nivel de iluminación sea superior al de las vías que confluyen en él para mejorar la visibilidad. Asimismo, es recomendable situar las lámparas en el lado derecho de la calzada y después del cruce. En este caso el distribuidor tiene forma de T, por lo cual se debe colocar una luminaria al final de la calle para indicar que termina, de esta manera se estaría alertando a los conductores. En las salidas del dispositivo que dan con la autopista se deben de colocar luces de un color diferente al de la vía en curso para destacarlas e indicar que se acerca el final del trayecto. En los cruces y bifurcaciones complicados es mejor recurrir a iluminación con proyectores situados en postes altos con más de 20 m, pues desorienta menos al conductor y proporciona una iluminación agradable y uniforme.

Finalmente, si en algún caso se emplea la propuesta de diseño antes descrita, se recomendaría utilizar las lámparas LEDS, ya que son duraderas. Se sugiere que en la rotaria de tres ramas se instalen luminarias en el borde exterior de estas para que iluminen los accesos y salidas. De igual manera se mantendría el sistema de instalación definida.

4.4.3.2 Señalización

Las señales de tránsito, son dispositivos conformados por líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía ubicados dentro del cono visual del usuario para atraer su atención y se facilite la lectura e interpretación, tomando en consideración la velocidad a la que se desplace el vehículo, permitiéndole al conductor disponer de suficiente tiempo y espacio para efectuar la maniobra apropiada. De esta forma ayudan a controlar el tránsito obteniendo un adecuado desenvolvimiento del mismo.

Por consiguiente, en el caso del tramo de la troncal 16 y los distribuidores estudiados, la señalización localizada se encuentra descuidada, algunas derribadas, rotas, decoloradas y con poca visibilidad a causa de la vegetación. En consecuencia, debido al abandono de los entes gubernamentales para preservarlas, la señalización ha quedado insuficiente, motivo por el cual, se recomienda aplicar el mantenimiento respectivo el cual deberá ser de primera calidad para asegurar legibilidad y visibilidad en las mismas. Adicionalmente, debe de añadirse nuevas señales en sitios estratégicos que indiquen a los usuarios la información necesaria según sea el caso, por lo que esto sería una excelente inversión y daría resultados favorables en la zona.

En efecto, los dispositivos y señales de tránsito están ordenados en normas establecidas en el Capítulo I, deben regirse por lo que estas dicten para garantizar que cumpla con sus funciones. El diseño debe cumplir una serie de características como sus colores, tamaños, contrastes, composiciones, iluminación, mensaje, forma, color, uniformidad, racionalidad, tamaño y legibilidad deberán estar combinados de manera de conseguir la debida comprensión para permitir un tiempo adecuado de percepción y reacción.

En lo particular, dentro de la agrupación de señales, se encuentran las verticales, que van de la mano con las de información, prevención y reglamentación. Son utilizadas para notificar peligros que no son tan evidentes, indicar rutas, sitios de interés o algunos puntos importantes. Deberán estar hechas con materiales retroreflectante, para mostrar la misma forma y color, tanto de día como de noche y con ángulo entre los 8° a 15°, es decir, semi-inclinadas, de tal manera que se preste el mejor servicio y calidad.

De modo que, las señales de reglamentación, deben ser colocadas a una altura de por lo menos 1,50 m, desde la superficie del pavimento hasta la parte inferior de la señal y cuando exista más de una en un solo poste la señal inferior debe estar a una altura mínima de un metro sobre el pavimento. Deberán poseer el máximo espacio lateral posible desde el borde de la calzada, lateralmente se ubicarán a un metro del hombrillo. Su diámetro está hasta el borde exterior 0,75 metros y el ancho de Orla 0,07 metros.

De la misma manera, las preventivas deben colocarse de acuerdo a las velocidades de operación o de proyecto, en combinación con la distancia de visibilidad de parada. Siendo la velocidad de proyecto 100 kph y de acuerdo a lo establecidos en las normas corresponde ubicarla a unos 155 m, deben tener una medida estándar que se elige de acuerdo al ancho de la carretera, por lo que se recomienda 71 x 71 cm.

Así mismo, las señales informativas guían al usuario sobre la ruta tomada, se recomienda su instalación a una altura mínima de 1.50 m y 1 m del borde de la calzada aproximadamente, excepto, cuando su instalación es en pórticos o estructuras metálicas transversales a la vía, para esta la altura debe estar comprendida entre los 5.50 m si no existen otras estructuras de menor altura como por ejemplo algún puente. La altura mínima de las letras para estas y la escritura ha de ser de 0,10 m, tomando en consideración detalles del alfabeto, separación de las letras y ancho de las mismas.

Seguidamente, el rayado de la carretera debe ser más efectivo. Actualmente no se observa en el tramo de carretera estudiado ningún tipo de rayado y lógicamente, debe ser reestructurado con el fin de tener vías que cumplan con las normas establecidas en el país. Por lo general estas demarcaciones en el asfalto cumplen con su función de regular el tránsito, son

señales de relativo bajo costo. Existen planas y elevadas sus alturas varían entre 6 y 21 mm y se complementan una con la otra.

Acerca de las demarcaciones mencionadas es importante señalar que, hoy en día en el mercado hay una variedad de materiales para demarcar entre ellos pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, cintas preformadas, tachas, estoperoles u ojos de gato, por lo general, se considera el tipo de pavimento y otras características de estos elementos ya que son plásticos, cerámicos o metálicos; y que además producen un efecto vibratorio y sonoro cuando son pisadas, manteniendo alerta al conductor que está atravesando una línea fuera de su recorrido. Claramente, la calidad y la duración del material dependerán del costo y el método de instalación que se emplee.

En este caso se recomienda utilizar pintura de material termoplástico, agregando un sello de imprimación de resina epóxica sobre la superficie del pavimento antes de aplicar la pintura, la cual debe estar bien mezclada antes de emplearse para que pueda cumplir con los beneficios que ofrece. Destacando que las líneas longitudinales centrales tienen que tener un ancho mínimo de 100 mm, mientras que las discontinuas deben contar con 5 m de largo en intervalos de 10 m. Las líneas centrales se aplican en el pavimento de las carreteras cuya calzada tiene únicamente dos carriles en diferente sentido, se traza continua para indicar que los vehículos no pueden rebasar y discontinua cuando se puede adelantar. Tienen un espesor de 2.5 mm para las líneas centrales y para las laterales.

Es importante tener en cuenta que para demarcar las rampas de los distribuidores, tanto de entrada como de salida, se deben considerar ciertas características para proveer un área neutral que reduce la posibilidad de conflictos en esta zona de confusiones.

Pues bien, en la rampa de salida, las líneas deben ubicarse a ambos lados de la zona neutral entre la calzada principalmente y el canal de rampa de salida. Se ubicará una línea blanca continua de 20 cm de ancho a lo largo del triángulo del área neutral formada en la conjunción de la vía directa y la entrada de la rampa a esta y en el canal de desaceleración paralelo, debe pintarse una línea segmentada desde el vértice hasta aproximadamente la mitad del largo del canal de desaceleración. El triángulo neutral puede llevar líneas diagonales o líneas indicadoras de obstáculos.

Mientras que, en las rampas de entrada el uso de la línea de canalización ayuda a realizar una incorporación eficiente y segura a la corriente de tránsito pasante. También se realiza una línea blanca de 20 cm de ancho aproximadamente a lo largo del triángulo del área neutral formada por la bifurcación de la vía directa y la rampa de salida. En el canal de aceleración paralelo, debe pintarse además una línea segmentada desde el vértice hasta aproximadamente la mitad del largo del canal de aceleración. En entradas directas también debe pintarse una línea segmentada a partir del vértice del triángulo, pero este no debe llegar sino hasta donde teóricamente alcanzaría el borde del canal del tránsito rápido directo.

4.4.3.3 Alcantarillado

La carencia de adecuados medios para canalizar el agua provoca que esta se filtre en el pavimento y reduzca su vida útil. Es urgente atender este tema, por lo que se recomienda la inclusión de brocales cunetas a lo largo de todo el tramo, como un buen sistema de alcantarillado en los distribuidores que garanticen la recolección del agua de manera rápida y adecuada, para así poder tener un mejor drenaje en la carretera y evitar que se formen daños en el pavimento, agudizando los problemas de esta carretera nacional.

Por lo tanto, se recomiendan brocales cunetas con altura de 0,20 m y la pata de estas será entre 0,35 y 0,60 m el ancho del brocal, deberán ubicarse al borde de la calzada, (observado en el detallado del anexo e.1.3. Pág. 212). Del mismo modo, las alcantarillas deberán realizarles un respectivo mantenimiento, removiendo la maleza y los sedimentos que hay en sus alrededores y dentro de las mismas lo que las ha vuelto inoperantes, de esta manera se estaría habilitando su buen funcionamiento.

4.4.3.4 Defensas

En esta área inspeccionada, se observó cómo las defensas se encuentran en completo estado de deterioro; debe aplicárseles un mantenimiento tanto a las de concreto como a las de metal, ya que cumplen un rol muy importante en la vía y por su estado precario, no están prestando el servicio debidamente.

Si bien se sabe que, las defensas metálicas están diseñadas para evadir hasta donde sea posible que los vehículos salgan del camino cuando se impactan con ellas, estas deben ser instaladas en ambos lados de la carretera si existen riesgos y también en terraplenes altos. En este caso, se deben aplicar en los extremos de los puentes de los distribuidores, de esta manera se ayuda a disipar la energía del impacto a la hora que ocurra alguno, debido a que están hechas de acero galvanizado altamente resistente y ofrecen máxima seguridad para los usuarios. Es por ello que la propuesta va directo a la recuperación de las que estén dañadas o su reemplazo inmediato y colocación de nuevas defensas en los sitios donde sea necesario. Suelen ser de alto costo pero terminan siendo muy duraderas, por lo que la inversión se vuelve realmente mínima.

En líneas generales, existen en algunas zonas, donde las defensas de concreto están un poco deterioradas y se recomienda también su remodelación. Ajustarla a la vía sería ideal y adjuntarlas, ya que algunas están despegadas. Por lo general, estas son vaciada "in situ", también hay prefabricadas con módulos de tres metros de largo, las llaman new jersey, cuentan con acero de refuerzo, lo que las hace resistentes a impactos. Estas podrán ser instaladas sobre la capa de rodadura del pavimento y se apoyan sobre una capa de 20 cm de espesor de concreto, de tal forma que garantice que la superficie de apoyo sea firme, homogénea, uniforme y libre de protuberancia.

Claramente, se observa que estas barreras en el distribuidor El Merey, funcionan como separador central entre calzadas de las vías y como barrera lateral. Su función principal es evitar las colisiones de frente entre los vehículos, lo que las torna muy importantes. Se recomienda atención y mantenimiento, ya sea recuperación o reemplazo total; de la misma manera, que sean señalizadas para que cubran con el requerimiento de seguridad del distribuidor y así pueda brindar comodidad a los usuarios que transitan por esta vía.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

a) Mediante la evaluación del flujo vehicular en el sitio, se conoció una serie de detalles que son indispensables para la construcción de una carretera, la planificación depende de la cantidad de autos que por ella transiten. Según las inspecciones y datos obtenidos en la zona de estudio con un valor de tránsito promedio diario, factor hora pico, velocidades y características del tramo, se logró determinar que el nivel de servicio de la carretera es A/B. Asumiéndose de clase B, por ser una vía con capacidad de recibir flujo nacional e internacional; pudiendo ser un factor determinante que al momento de su edificación se tuvo en cuenta un aforo de tránsito menor, el cual hoy en día es causante de su deterioro.

b) Con el levantamiento planialtimétrico realizado en el sitio de estudio, correspondiente al tramo vial y los dispositivos de tránsito, se verificaron las condiciones geométricas a través de las cuales fueron construidos, fundamentándose en las normas MTC (1997) y AASHTO (2011), concluyéndose que con respecto a la troncal 16 entre las progresivas 95+400 y 98+700 no se cumplieron los lineamientos establecidos de sección típica correspondiente a una carretera de un carril por sentido sin divisoria física, encontrándose hombrillos y anchos de canales menores a los ideales, También el peralte y transición de peralte en algunos segmentos de la vía no cumplen con los parámetros mínimos, por lo que no garantiza que los usuarios puedan transitar por el tramo con la seguridad necesaria.

c) El informe patológico arrojó como resultado que la carretera, sus componentes y distribuidores no se encuentran en condiciones convenientes para prestar los servicios, hace falta un mantenimiento correctivo intenso para reparar todos los detalles y graves fallas encontradas en la zona.

d) Al verificar el diseño geométrico en base a los datos de estudio de flujo, se determinó que en referencia al distribuidor Cantaura sus ángulos para enlaces de cruce se encuentran basados en la norma, oscilando entre los parámetros reglamentarios. Mientras, el distribuidor El Merey, presenta conflictos en los radios de giro y en cada uno de los enlaces donde se conecta a una red vial principal, puesto que cuenta con ángulos elevados que son de mucho peligro al momento que el usuario realice una maniobra.

e) Finalmente, una vez realizado un análisis de todos los datos obtenidos, se lleva a cabo la idea de implementar una propuesta que ayude a mejorar la vialidad y sus distribuidores con la finalidad de que se brinde un buen desempeño a los usuarios que por allí transitan, con el apoyo del programa AutoCAD CIVIL 3D, se plasmaron una serie de opciones, siendo las más relevantes un mantenimiento completo de forma inmediata incluyendo sus obras complementarias y en un futuro se prevé la modificación del tramo vial y de sus distribuidores con el fin de mejorarlos y de brindar un servicio idóneo. Dicho esto es importante indicar que la propuesta queda mejor detallada en el Capítulo IV del presente trabajo de investigación.

5.2 Recomendaciones

5.2.1 Tramo vial troncal 16

Realizar propuestas a corto, mediano y largo plazo con la finalidad de buscar soluciones rápidas y una mejor planificación vial para obtener los resultados deseados.

Es por ello que, una vez evaluado el diseño geométrico, se recomienda de manera inmediata ajustar la carretera a ciertas características, tales como: ancho de canal de 3,60 m para cada sentido, distancia mínima a un obstáculo de 0,90 m, ancho del hombrillo de 2,28 m, y una longitud total de carretera equivalente a 11,80 m, con el fin de contar con una velocidad de diseño y operación de 100 y 80 kph.

Los datos obtenidos al aplicar el programa utilizado arrojó una propuesta la cual sugiere que se agregue un canal más por sentido, con cada una de las características descritas en el capítulo anterior. Este nuevo diseño ayudaría a la uniformidad del tramo vial al conectarse con la autopista Cantaura-El Tigre y además restaría tiempo de viaje lo cual sería ideal para los usuarios.

5.2.2 Distribuidor Cantaura

Como solución a corto plazo se recomienda la realización del mantenimiento necesario para lograr la recuperación y conservación del dispositivo, de esta manera se estaría proporcionando una solución inmediata hasta que se pueda realizar la alternativa más conveniente.

En una proyección a largo plazo, si se ejecutara la ampliación del tramo de vía en la troncal 16 sería ideal que en el distribuidor Cantaura se realizará

un nuevo diseño geométrico quedando con una velocidad de diseño de enlace de 40 kph y un peralte máximo de 10%, se obtiene un radio máximo de 80 m y uno mínimo de 30 m, con un ancho de canal de 3.60 m, incluyendo narices de entrada y salida de longitud máxima de 45 m, donde sus velocidades para los giro serian mínimos de aproximadamente 15kph por seguridad.

5.2.3 Distribuidor El Merey

De la misma manera, se sugiere que se ejecute un mantenimiento previo para poder seguir contando con los servicios de este dispositivo, esto aplicaría con carácter de urgencia ya que para un tiempo venidero se recomendaría el reajuste de la estructura para que funcione de manera ideal, pudiéndose lograr empleando un canal de conexión paralelo a la vía principal donde los automóviles se incorporen o salgan de la autopista con mejor visibilidad, presentando las siguientes características; separación mínima entre las calzadas de 0,60 m y una faja de aceleración de 90 m de longitud para generar seguridad y que los vehículos puedan maniobrar con facilidad, así como también la mejora de los ángulos y radios mínimos de giro en estos enlaces para suavizar las curvaturas. Por ultimo se propone la construcción de una rotonda para solucionar el problema presente en el entrecruce de la vía.

5.3 Recomendaciones Generales

5.3.1. Pavimento

Con respecto al pavimento asfáltico, para la solución inmediata y más económica se recomienda repavimentación y bacheo superficial, parcial o profundo de toda el área estudiada. Mientras que a mediano plazo, sería ideal la realización de un estudio del suelo que nos permita emplear la utilización de

algún material alternativo como el polvo de ladrillo para reducir el potencial expansivo del suelo o la adición de una malla geo sintética en la parte inferior o dentro de la capa base para aumentar la capacidad estructural del pavimento, esto va a garantizar mayor durabilidad al asfalto, además suele ser una alternativa amigable con el medioambiente. Acotándose que para la preparación de una buena mezcla asfáltica se tome en cuenta las especificaciones indicadas en la norma COVENIN.

Se recomienda la realización de un mantenimiento preventivo de dos a cinco años, llámese bacheos o recarpeteo, para lograr así mayor vida del pavimento flexible.

5.3.2. Obras complementarias de la vialidad

En general como solución inmediata y a futuro se recomiendan que se apliquen los siguientes parámetros para lograr que se tenga un mejor sistema vial:

- Ejecutar el desmalezamiento y poda de árboles que restan visibilidad a los usuarios de la vía.

- Realizar una nueva demarcación vial con pintura termoplástica apropiada, de esta manera será duradero el rayado y transmitirá la información requerida. Además, en cuanto a la hora de construir carreteras se plantea que las señales demarcadas tengan una textura superficial diferente a la calzada, con el fin de alertar a los usuarios cuando se estén dirigiendo al sentido contrario.

- Proceder a hacer mantenimiento a las señales de tránsito, sustituir las que no cumplen con su función y agregar otras donde sea necesario.

- Mejorar el sistema de drenaje, aplicándole mantenimiento a las alcantarillas existentes, obstruidas por sedimentos y desechos sólidos y además agregarle un nuevo sistema con brocales-cunetas para que de esta manera pueda fluir mejor las aguas pluviales y restarle fallas a la carretera.

- Reparar y sustituir si es el caso, las defensas metálicas y de concreto que estén averiadas y además aplicarles pintura para que formen parte del mensaje de la señalización correspondiente.

- Ajustar los postes de luz descompuestos, agregarles bombillas con lámparas tubulares rectangulares tipo semi *cut-off* con alturas de montaje de 12 m y en un futuro realizar el cambio de iluminación, si se realiza la sugerencia de ampliar la carretera es preferible tener poste de iluminación y combinar los brazos dobles con la disposición al tresbolillo o aplicar iluminación unilateral en cada una de ellas, con lámparas LEDS para aplicar innovación a la carretera por sus innumerables beneficios que además va a generar durabilidad y economía.

- Aplicar en un futuro la realización de un sistema de paisajismo y paradas turísticas donde los transportistas puedan tener un tiempo de descanso en el viaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASTHO (2011). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

AASHTO (1990). **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Arias, F (2006). **El proyecto de investigación** (5ta ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.

Arias, F (2012). **El proyecto de investigación** (6ta ed.). Caracas, Venezuela: Episteme.

Cal y Mayor, R y Cárdenas G (2007). **Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones**. 8va edición. México: Alfaomega.

Chocontá, P (1998). **Diseño geométrico de vías**. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

COVENIN (1987). **Comisión Venezolana de Normas Industriales, Parte I: Carreteras**. Caracas, Venezuela: Fondonorma.

Huber, O. y Alarcon, C. E. (1988), **Mapa de vegetación de Venezuela**. Caracas, Venezuela: Oscar Todtmann.

Instituto Nacional de vías (2008). **Manual de diseño geométrico de carreteras**. Colombia.

Manual de carreteras (2014). **Diseño Geométrico**. Perú

MTC (1987). **Normas para el proyecto de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicación**. Caracas, Venezuela: Provisional.

NORVIAL (1985). **Normas de vialidad**. Caracas, Venezuela.

PDUL (2004). **Plan de desarrollo urbano local**. Anzoátegui, Venezuela.

Arrayago, N (2013). **Propuesta para diseñar la distribución vial de puente Bárbula en Naguanagua estado Carabobo.** Universidad José Antonio Páez, Valencia, Carabobo. Recuperado el 03 de julio 2017 de: <https://bibliovirtualujap.files.wordpress.com/2013/05/teg-nelson-arrayago.pdf>

Gutiérrez, C (2014). **Patología estructural del puente elevado los dos caminos ubicado en el municipio Sucre, estado Miranda.** Universidad Nueva Esparta. Caracas, Venezuela. Recuperado el 20 de noviembre 2017 de: <http://miunespace.une.edu.ve/jspui/bitstream/123456789/2453/1.pdf>

Joya, H y Santander C (2005). **Pre diseño geométrico a nivel y a desnivel de la intersección el jazmín. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.** Recuperado el 29 de julio 2017 de: <https://core.ac.uk/download/pdf/11051616.pdf>

Lizardo, E y Ostty, Y (2017). **Evaluación de la curva la parchita (124 + 200,00), y la curva Kashama (131+850,00), en la vía nacional troncal 16, estado Anzoátegui".** Universidad de Oriente, Cantaura, Anzoátegui. Recuperado el 30 de junio 2017 de: <file:///C:/Users/Vidmarys/Desktop/Vidmarys/Universidad/TESIS/NORMAS%20Y%20TESIS/tesis%20lista%20total%20X.01%20Clave%20edgaryrama.pdf>

Peña, R (2015). **Propuesta de mejora de niveles de servicio en dos intersecciones.** Universidad Peruana de ciencias aplicadas, Lima, Perú. Recuperado el 30 de junio de 2017 de: http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581516/1/REYN_A_PP.pdf

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 1/6

Título	PROPUESTA DE MEJORA EN TRAMO VIAL TRONCAL 16 Y LOS DISTRIBUIDORES CANTAURA Y EL MEREY, ENTRE LAS PROGRESIVAS 95+400 - 98+700, MUNICIPIO FREITES, ESTADO ANZOÁTEGUI
Subtítulo	

Autor(es):

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
De Almada S., Michelle A.	CVLAC	25.321.988
	e-mail	michelledealmada7@gmail.com
	e-mail	michelle_salazar_94@hotmail.com
Rivas N., Vidmarys D.	CVLAC	22.574.640
	e-mail	vidmarys.rivas@gmail.com
	e-mail	vidmarys_rivas@hotmail.com

PALABRAS O FRASES CLAVES: Vialidad, distribuidores, levantamiento planialtimétrico, geometría, patología, vehículos, accidentes, autoCAD Civil 3D.

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Escuela de ingeniería y ciencias aplicadas	Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

Resumen

Este trabajo de grado se desarrolla con la finalidad de describir la situación en la que se encuentra el tramo vial troncal 16 y sus distribuidores Cantaura y El Merey, localizados al este del estado Anzoátegui. Se llevaron a cabo técnicas de recolección de datos, levantamiento planialtimétrico e inspecciones patológicas; con el propósito de realizar la propuesta de mejora en la vialidad. La investigación surge por la importancia que tiene esta carretera, ya que se encarga de conectar al oriente con el centro del país transitando por ella una cantidad considerable de usuarios. El propósito de este trabajo es proponer alternativas y destacar las ventajas y beneficios que mejoren la calidad del servicio que ofrece la vía y sus distribuidores. Se indican las características adecuadas de funcionalidad, seguridad y comodidad de fluidez vehicular que proporcionen ayuda para alcanzar las condiciones ideales del sitio en estudio. Se consideró la revisión de las normas NORVIAL, COVENIN, MTC y AASHTO, en comparación con todos los estudios realizados, arrojando resultados no tan favorables; por lo tanto, se procedió a enfocar la propuesta a través del uso del programa AutoCAD Civil 3D.

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail									
Prof. Rondón, Elys	ROL	CA		AS	X	TU		JU		
	CVLAC	8.440.241								
	e-mail	elysrondon@gmail.com								
	e-mail									
Prof. González, Anabel	ROL	CA		AS		TU		JU	X	
	CVLAC	16.573.233								
	e-mail	anabelyoedelin@hotmail.com								
	e-mail									
Prof. Cabrera, Daniel	ROL	CA		AS		TU		JU	X	
	CVLAC	17.421.606								
	e-mail	danieldjc1986@gmail.com								
	e-mail									

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2019	12	13

Lenguaje: SPA

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 4/6

Archivo(s):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
PG-MichelleD.doc	Application/msword

Alcance:

 Espacial: TERRITORIO VENEZOLANO

 Temporal: INTEMPORAL

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Civil

Nivel Asociado con el Trabajo: Magister(a) Scientiarum

Pregrado

Área de Estudio:

Escuela De Ingeniería Y Ciencias Aplicadas

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

**Universidad de Oriente – Núcleo Anzoátegui/Extensión Centro-Sur
Cantaura**

HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE ASCENSO – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNVELO
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

**HOJA DE METADATOS PARA TESIS Y TRABAJOS DE
ASCENSO – 6/6**

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009): “Los trabajos de grados son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y solo podrá ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Concejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Concejo Universitario, para su autorización”.

De Almada S., Michelle A.

C.I: 25.321.988

AUTOR

Rivas N., Vidmarys D.

C.I: 22.574.640

AUTOR

Prof. Rondón, Elys.

TUTOR