

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



**EVALUACIÓN DE LA CURVA LA PARCHITA (124 + 200,00), Y  
LA CURVA KASHAMA (131 + 850,00), EN LA VÍA NACIONAL  
TRONCAL 16, ESTADO ANZOÁTEGUI"**

Realizado por:

**Lizardo, Edgar Eduardo**

**Ostty, Yrama Vanessa**

Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como

Requisito para optar al Título de:

**Ingeniero Civil**

Cantaura, Noviembre de 2016.

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



**EVALUACIÓN DE LA CURVA LA PARCHITA (124 + 200,00), Y  
LA CURVA KASHAMA (131 + 850,00), EN LA VÍA NACIONAL  
TRONCAL 16, ESTADO ANZOÁTEGUI"**

Realizado por:

**Lizardo, Edgar Eduardo**

---

**Ostty, Yrama Vanessa**

---

**Tutor**

---

**Daniel Cabrera**

Cantaura, Noviembre de 2016.

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



**EVALUACIÓN DE LA CURVA LA PARCHITA (124 + 200,00), Y  
LA CURVA KASHAMA (131 + 850,00), EN LA VÍA NACIONAL  
TRONCAL 16, ESTADO ANZOÁTEGUI"**

JURADO CALIFICADOR

El Jurado hace constar que asignó a esta tesis la clasificación de:

**APROBADO**

---

**Cabrera, Daniel**

Tutor Académico

---

**Martínez, Jhonatan**  
Jurado Principal

---

**Rondón, Elys**  
Jurado Principal

Cantaura, Noviembre de 2016.

## RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de Trabajo de Grado de la universidad de oriente.

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



## DEDICATORIA

Primeramente, le dedico este logro a Dios, por siempre estar a mi lado en todo momento, por darme salud, fuerza y sabiduría para llevar a cabo cada uno de mis propósitos en la vida, por darme la mano en los peores momentos, por haber puesto en mi corazón humildad y esas inmensas ganas de superación, de mantenerme alejado de lo negativo e incorrecto, confiando siempre en el propósito que me ha dado y su plan perfecto para mí. GRACIAS DIOS, estaré eternamente agradecido por conocerme y amarte.

Les dedico este logro a mis padres, Ivette y Edgar, ustedes que son mi inspiración y mi pilar para seguir adelante y cumplir todas mis metas, gracias por siempre brindarme su apoyo incondicional que solo es capaz de dar el amor de padres, gracias por los ejemplos de perseverancia, constancia y humildad y que me han moldeado como persona. A mis hermanos, Haydeliv y Edgar José que de alguna u otra forma me apoyaron para cumplir este sueño. Los amo mucho.

A mis yayas Silvia y Riquilda, que con su sabiduría siempre me cuidan, me guían y forjaron un hombre de principios. A mi abuelo Francisco, por el apoyo incondicional y los consejos que no olvidaré.

Agradezco a mis Tíos, Pedro y Lisbeth por su gran apoyo y cariño, a mi tíos Francisco, Defrans y Rolendo, por sus enseñanzas, a mis tías Angélica, Clara y Ana, por su amor de madres y sus consejos, Tíos que son padres que viven en mi corazón siempre.

***Edgar Eduardo Lizardo García.***

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedico este trabajo de grado a ti Dios, por ser mi fuente de apoyo, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, valentía y fortaleza para que este sueño se hiciera realidad.

Le dedico este logro a mis Padres, Vicente, Yaritza y Ymary, ustedes que son mi pilar fundamental, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, la cual me han servido de mucho para lograr todo lo que me propongo. A mis hermanos María Victoria, Gabriel, Melany y Ray, que siempre han estado conmigo brindándome su apoyo.

De igual manera, dedico este logro a mi Amado Hijo Santiago Marín, es una gran bendición y un motivo para seguir adelante de pie y con mucha fuerza para todo lo que me proponga más adelante.

A mi Tia Olivia Ostty y a mi Abuela Olivia Carett de Ostty, que han sido un pilar fundamental para mi vida, me han ayudado en lo que está a su alcance para obtener este logro

A mi abuelo Castor Ostty, aunque no está presente físicamente sé que cuento con tus bendiciones y siempre me guías mis pasos desde el cielo.

También dedico este logro a mi Amado compañero de vida Alejandro Marín, por su sacrificio y esfuerzo, por ayudarme a obtener este logro.

A mi compañero de Tesis Edgar Lizardo, que me brinda su mano amiga cuando lo necesito sin esperar nada a cambio.

**Yrama Vanessa Ostty Gómez**

## **AGRADECIMIENTO**

Le doy las gracias a Dios, por darme la dicha de vivir, de ser quien soy, y por haberme guiado a lo largo de mi carrera.

A mis padres, Ivette y Edgar por enseñarme el significado de perseverancia y estar allí todos los días de mi vida.

A mis hermanos Haydeliv y Edgar José, por ser parte importante de mi vida, y por el simple hecho de saber que siempre puedo contar con ustedes.

A mis yayas, gracias por siempre consentirme, y por tenerme siempre presente y dándome su apoyo incondicional.

A mi abuelo Pancho, gracias por todo el apoyo que me brindaste durante toda mi carrera universitaria y por estar siempre cuando te necesité.

A mi tíos Pedro y Lisbeth, por su cariño y amor, son mis padrinos y mis segundos padres.

A mi tías Angélica y Clara, por todos los consejos que me brindaron y poder contar con ustedes en cada momento de mi vida.

A mi tío Paco, por todos sus consejos y siempre acompañarme en cada momento de mi vida.

Gracias a mis primos, primas y hermanos de crianza que me enseñaron a ser amigo, a toda mi familia que de alguna manera u otra me apoyaron siempre.

A mi novia Eduarly, gracias por ser ese apoyo, por todo el amor que me das, y por ser ese pilar importante en las buenas y las malas, gracias por ser esa persona especial y mi compañera en todo momento. Te Amo.

A todos mis amigos y compañeros Yrama, Michi, Gabo, Royert, Cruz, Dher y mi ahijado Santiago “terremoto”, gracias por estar siempre cuando los necesité.

Al profesor Daniel Cabrera, por ser mi tutor académico y por su gran cooperación durante todo el proceso de este proyecto, gracias Profe por formar parte y ayudarme a culminar esta etapa de mi vida.

Gracias al profesor Jhonatan Martínez, por brindarme todo su apoyo, y brindarnos sus conocimientos y sus enseñanzas para el crecimiento profesional y la realización de este proyecto. Infinitas gracias.

Gracias al profesor Elys Rondón, por sus consejos y enseñanzas durante la carrera y para la realización de este proyecto.

Gracias a todas aquellas personas que de alguna manera formaron parte para la realización de este proyecto.

***Edgar Eduardo Lizardo García.***



## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente le doy gracias a Dios, por darme la dicha de vivir y de ser quien soy, el que está conmigo en todo momento ayudándome aprender de mis errores para no volverlo a cometer. El guía el destino de mi vida.

A mis padres Vicente, Yaritza y Yamary, por haberme forjado como la persona que soy, muchos de mis logros se los debo a ustedes.

Mis hermanos María Victoria, Gabriel, Melany y Ray, por ser parte importante en mi vida, ya que sé que puedo contar con ustedes.

A mi amado hijo Santiago Marin, por darme la fuerza para obtener este logro.

A mi Abuela Olivia Carett, por siempre ponerme en sus oraciones y apoyarme en todo momento.

A mi Tía Olivia Ostty, Ángel Rojas y Juan Ostty por ayudarme cuando más lo necesite, porque puedo contar con ustedes en cada momento de mi vida.

Gracias a mis Primos porque sé que puedo contar con ustedes en los momentos malos y buenos. Gracias a toda mi familia que de alguna manera u otra me apoyaron siempre.

A mi Amado Alejandro Marín, por ser mi punto de apoyo durante mi carrera.

A mis suegros Osmary Rojas y Alexander Urpin por apoyarme en los momentos difíciles y darme su mano amiga cuando más lo necesité.

A mis comadres Dhercy y Michille, por su apoyo incondicional y por siempre estar conmigo en todo momento.

A mi compañero de tesis Edgar Lizardo, gracias por soportarme todo este tiempo, por brindarme tu amistad y tu apoyo durante este largo camino.

A mis amigos Gabriel, Royert, Cruz, que de alguna u otra forma siempre me apoyaron a lo largo de mi carrera, sé que cuento con su apoyo.

Al profesor Daniel Cabrera, por ser mi tutor académico y por su gran cooperación durante todo el proceso de este proyecto, gracias Profe por todo su apoyo y ayudarme a culminar una fase de mi vida.

Gracias al profesor Jhonatan Martínez, por brindarme todo su apoyo y dedicación exclusiva para compartir sus conocimientos y enseñanzas para mi crecimiento como profesional

Gracias al profesor Elys Rondón, por su implantar sus conocimientos y enseñanzas para lograr esta meta.

Gracias a la Profesora Laurimar Rojas, por siempre estar pendiente de cada uno de mis pasos y brindarme su apoyo.

Gracias a todas aquellas personas que de alguna manera formaron parte para la realización de este proyecto.

**Yrama Vanessa Ostty Gómez**

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

**Autores: Lizardo, Edgar  
Ostty, Yrama  
Tutor Académico: Cabrera, Daniel  
Año: 2016**

**Evaluación de la Curva de la Parchita (124 + 200,00), y la  
Curva de Kashama (134 + 850,00), en la vía Troncal 16,  
Estado Anzoátegui.**

**RESUMEN**

En este trabajo de investigación se efectúa una evaluación que demuestre la geometría de dos curvas localizadas en la región sur oeste del país, las cuales llevan como nombre: Curva de la Parchita (124+200,00), y Curva de Kashama (134+850,00), ambas pertenecientes a la Troncal 16. Esta exploración surge por la gran importancia que obtienen las mismas, ya que por ellas transita gran parte de la población; dicha vía conecta con centro del país. Desde su construcción en ellas se han generado un alto índice de accidentes y se pretende realizar propuestas que ayuden a una disminución de dichos índice con el estudio realizado; se aplicaron técnicas de recolección de datos, análisis estadísticos y levantamientos planialtimétricos con una estación total en el sitio para así alcanzar las condiciones ideales de las curvas. Los efectos conquistados con el levantamiento se compararon con las Normas NORVIAL, MTC 97 y AASTHO 2011 GDHS, arrojando resultados negativos al no cumplir con una serie de parámetros y lineamientos de diseño especificados en las Normas ya mencionadas. Se realizaron propuestas de un dimensionamiento con el *software* AutoCAD Civil 3D, de las curvas antes mencionadas.

Palabras claves: Curva, Vialidad, Geometría, Levantamiento, AutoCAD 3D Civil, Estación Total, Índice de accidente.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN .....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	ix
RESUMEN .....	xi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	xvii
CAPÍTULO I .....	20
EL PROBLEMA .....	20
1.1    Planteamiento del problema .....	20
1.2    Objetivos .....	23
1.2.1    Objetivo General .....	23
1.2.2    Objetivo Específico .....	23
1.3    Descripción del sitio en estudio .....	24
1.3.1.    Ubicación Geográfica .....	24
1.3.2.    Límites .....	25
1.3.3.    Economía .....	25
1.3.4.    Temperatura .....	25
1.3.5.    Hidrografía .....	26
1.4.    Descripciones de las curva .....	26
1.4.1    Curva de la Parchita (124+200,00) .....	26
1.4.2    Curva de Kashama (131+850,00) .....	30
CAPÍTULO II .....	34
MARCO TEÓRICO .....	34
2.1.    Terminología Básica .....	34

2.2.	Clasificación de las carreteras.....	35
2.2.1.	Clasificación funcional.....	37
2.2.2.	Clasificación según su Geometría .....	37
2.3.	Inventario vial .....	38
2.3.1.	Aforos.....	38
2.3.2.	Tránsito Promedio Diario TPD.....	38
2.3.3.	Volumen de hora pico (VHP).....	39
2.3.4.	Distribución Direccional .....	40
2.3.5.	Composición del tránsito: .....	40
2.3.6.	Proyección del Tránsito.....	41
2.4.	Niveles de servicio.....	41
2.5.	Diseño de Visibilidad .....	47
2.6.	Curvas simples .....	50
2.6.1.	Ángulo de deflexión ( $\Delta$ ):.....	50
2.6.2.	Tangente (T) .....	50
2.6.3.	Radio (R):.....	51
2.6.4.	Tangente Externa (Te):.....	51
2.6.5.	Longitud de la curva (Lc): .....	51
2.6.6.	Peralte .....	52
2.6.7.	Curvatura y Peralte .....	53
2.6.8.	Velocidad de Manos Libres .....	54
2.6.9.	Transición de Peralte .....	55
2.7.	Radio de Giro .....	57
2.8.	Sobre ancho en las curvas.....	58
2.9.	Hombrillo .....	59
CAPÍTULO III .....		60
MARCO METODOLÓGICO .....		60
3.1.	Tipo de investigación. ....	60
3.2.	Nivel de investigación .....	60

3.3.	Técnicas de recolección de datos .....	61
CAPÍTULO IV .....		63
ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS. ....		63
4.1	Diseño geométrico .....	63
4.1.1.	Planificación de la carretera, capacidad y nivel de servicio .....	63
4.1.2.	Tipo de carretera de acuerdo al diseño .....	65
4.2.	Tránsito .....	66
4.3.	Velocidad.....	75
4.3.1.	Velocidad de Diseño.....	75
4.3.2.	Velocidad de Operación.....	76
4.4.	Nivel de servicio .....	81
4.5.	Volumen de Servicio .....	82
4.6.	Diseño de visibilidad .....	88
4.7.	Diagnóstico y Evaluación de la Vialidad .....	91
4.7.2.	Evaluación de la Curva La Parchita (124 + 200,00) .....	91
4.7.3.	Evaluación de la curva de Kashama (131 + 850,00) .....	92
4.8.	Diseño de Alineamientos Horizontales .....	94
4.8.2.	Propuesta y Diseño en la Curva de La Parchita (124+200,00) .....	94
4.8.3.	Propuesta y Diseño en la Curva de Kashama (131+850,00) .....	97
CAPITULO V .....		99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		99
5.1.	Conclusiones .....	99
5.1.1.	Curva de la Parchita (124 + 200,00) .....	99
5.1.2.	Curva de Kashama (131 + 850,00) .....	100
5.2.	Recomendaciones .....	101
5.2.1.	Curva de la Parchita (124 + 200,00) .....	101
5.2.2.	Curva de Kashama (131+850,00) .....	102
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....		103
ANEXOS .....		<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación administrativa de servicio. ....	36
Tabla 2. Factor de ajuste. ....	40
Tabla 3. Distancia de Visibilidad de paso. ....	49
Tabla 4. Valores de Fricción. ....	53
Tabla 5. Valores normales de Peralte y Curvatura. ....	54
Tabla 6. Rata de transición de peralte en relación a la velocidad de diseño. ....	57
Tabla 7. Radio mínimos en Curvas. ....	58
Tabla 8. Sobreancho total de pavimento en curva, carreteras de 2 canales. ....	59
Tabla 9. Clasificación administrativa. ....	63
Tabla 10. Clasificación funcional. ....	64
Tabla 11. Clasificación según su geometría. ....	64
Tabla 12. Consideraciones en las carreteras de acuerdo al diseño. ....	65
Tabla 13. Tipología de vehículos. ....	68
Tabla 14. Tipos de vehículos. ....	72
Tabla 15. Velocidades normales de diseño. ....	75
Tabla 16. Velocidades Promedio de Operación. Curva de La Parchita. ....	77
Tabla 17. Velocidad promedio de Operación. Curva de Kashama. ....	79
Tabla 18. Elementos de la Curva de La Parchita. ....	96
Tabla 19. Elementos de la curva de Kashama. ....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geografía del Municipio Pedro María Freites. ....	24
Figura 2. Ubicación Geográfica de la Curva de La Parchita. ....	27
Figura 3. Índice de accidente del año 2011.....	28
Figura 4. Índice de accidente del año 2012.....	28
Figura 5. Índice de accidente del año 2013.....	29
Figura 6. Índice de accidente del año 2014.....	29
Figura 7. Ubicación Geográfica de la curva de Kashama.....	30
Figura 8. Índice de accidente del año 2011.....	31
Figura 9. Índice de accidente del año 2012.....	32
Figura 10. Índice de accidente del año 2013.....	32
Figura 11. Índice de accidente del año 2014.....	33
Figura 12. Niveles de Servicio y Volúmenes de Servicio en carreteras de canales múltiples. ....	45
Figura 13. Factor de ajuste por ancho de canal y distancia a obstáculos latera ....	45
Figura 14. Factor de ajuste para camiones y autobuses en pendiente (Ti, Bi). ....	46
Figura 15. Equivalencia en vehículos livianos de camiones y autobuses en vías expresas y carreteras de múltiples canales, (Et, Eb). ....	47
Figura 16. Distancia de Visibilidad de Frenado. ....	48
Figura 17. Elementos de una Curva Horizontal.....	52
Figura 18. Transición del peralte, en vías sin divisoria. ....	55
Figura 19. Transición del peralte, en vías con divisoria.....	56
Figura 20. Dimensiones y radio de giro del vehículo de diseño.....	73
Figura 21. Trayectoria mínima de vehículo. ....	74
Figura 22. Velocidad Promedio de Operación. Curva de La Parchita.....	78
Figura 23. Velocidades promedio de Operación. Curva de Kashama. ....	80
Figura 24. Niveles de Servicio para Carreteras.....	81
Figura 25. Niveles de Servicio para Autopista.....	81



## INTRODUCCIÓN

La red vial de Venezuela fue construida principalmente durante el sistema democrático (1958-1998), y es importante resaltar este punto, pues existen muchos mitos creados en torno al tema de las obras viales que gestionaron los caudillos militares. La construcción de la autopista Caracas-La Guaira fue proyectada por el plan Nacional de Vialidad (1947), y elaborada por la Junta Revolucionaria de Gobierno, presidida por Rómulo Betancourt. De hecho, el inicio de la obra fue ese mismo año y se continuó hasta 1948, cuando se produjo el derrocamiento del presidente constitucional Rómulo Gallegos. Se reinició en enero de 1950, cuando gobernaba Carlos Delgado Chalbaud.

La democracia venezolana fue mucho más allá en cantidad de kilómetros construidos y también en área geográfica, pues hizo autopistas en todo el país y no sólo en la región Centro-Norte. Durante ese período, se ejecutó la Autopista Regional del Centro (tramo Coche-Las Tejerías), Valencia-Puerto Cabello, Circunvalación del Este (Valencia), Charallave-La Verota, Barcelona-El Tigre (hasta Cantaura), entre otras, durante 41 años se construyeron 1185 kms de autopistas, a razón 28,9 kms anuales.

En la década del 70, se construyó la autopista Km. 52 hasta el peaje de Mesones. Moderna carretera de 4 canales, hombrillo y sitios de parada, con posibilidades de utilizar agua para el vehículo; permitía un acceso más cómodo a Barcelona, evitando la montaña de Boca é Tigre, y le dio mayor fluidez al tránsito automotor desde un poco más allá de San Mateo hasta Barcelona.

Es en la década de los 80, el gobierno democrático le dio continuidad a la obra vial y se construye la vía expresa desde Cantaura hasta la entrada a la moderna autopista en el Km. 52. Los viajes, a partir de ese momento, desde la zona sur a Barcelona, se hacían más despejados, menos peligrosos y en menor tiempo.

En el gobierno del Dr. Tarek William Saab, se asfaltó un corto canal hasta la entrada de Cantaura, que dejó inconcluso. Después de más de 7 años al frente del ejecutivo regional, su sucesor está ampliando los 18 kilómetros que separan a El Tigre, del cruce de La Madama, para incorporarnos a la moderna autopista y continuar por la vía expresa hasta el Km. 52, y luego ingresar a la autopista que conduce en medio de una vía de muchos resaltos y depresiones, hasta el peaje de Mesones, en la entrada de Barcelona.

Inversamente, una carretera adecuadamente diseñada puede no operar correctamente sin un apropiado complemento de dispositivo de control de tránsito, al proyectar se debería considerar cómo será el diseño de un segmento particular cuando se finalice. Se debería determinar cómo la carretera interactuará con su ambiente. El diseño debería considerarse desde el punto de vista de los conductores no familiarizados con la carretera, para determinar cómo les parecerá el segmento y qué efectos tendrá sobre su comportamiento.

El siguiente proyecto está estructurado por 5 capítulos y se desglosa en el Capítulo 1, compuesto por el planteamiento del problema, los objetivos y también la descripción del sitio de estudio; en el Capítulo 2, el marco teórico, se hacen referencias de las definiciones claves, y procedimientos a tomar para la evaluación de una curva; en el Capítulo 3, describe la metodología utilizada para lograr cada uno de los objetivos; el Capítulo 4,

muestra el análisis y los resultados de los estudios realizados, y finalmente, para el Capítulo 5, se facilitan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Con el descubrimiento de los yacimientos petroleros en el oriente del país, a partir de los años 40, nace la necesidad de conducir los productos petroleros desde la zona sur del estado Anzoátegui, específicamente desde la población de El Tigre, hasta los principales centros portuarios de Venezuela; con ello las principales compañías empiezan sus explotaciones en distintas zonas del oriente del país, dando origen a la construcción de picas y caminos que luego se convirtieron en carreteras que permitiría la rápida conexión entre los campos de explotación petrolera y los grandes centros de colocación de crudo, por lo que con el pasar de los años estas vías de comunicación se convirtieron en eje fundamental para entrelazarse con el resto de la nación. Es partir de los años 50, cuando el gobierno conforma un plan estratégico de desarrollo de ejes carreteros que luego se convertirían en carreteras nacionales e internacionales.

De igual manera, en la década de los 70, se inició la construcción de la autopista desde la salida de Barcelona hasta el km 52, la cual está conformada por cuatro canales rápidos, dos por sentido, hombrillo y sitios de parada, que permitiría el acceso más cómodo hacia la ciudad Barcelona. Es en la década de los años 80, que se da inicio a la construcción de la autopista Cantaura – El Tigre, que estaría conformada por cuatro canales de vías rápidas, dos por sentido, desde la población de Cantaura, hasta el cruce conocido como La Madama, con una distancia aproximada de 18 kilómetros, la cual se finalizó en el año 2000. La continuación de la autopista desde el cruce La Madama hasta el sector Oasis, fue rechazada por la inviabilidad económica del proyecto para ese momento.

Debido a lo ya descrito, el cambio en el proyecto de la vialidad, se crea una discontinuidad en su geometría justo donde termina la autopista Cantaura-El Tigre, y comienza la prolongación con la carretera vieja exactamente en el kilómetro 124, de la Troncal 16. Esta curva de enlace, llamada comúnmente por los transeúntes como La Parchita, genera controversia por los que transitan en ella, ya que los vehículos llegan hasta allí desarrollando altas velocidades, y deben reducir drásticamente su velocidad forzando la estabilidad del vehículo al entrar y salir de la curva, causando accidentes considerables en esa zona en particular.

Por otro lado, existe otro tramo de esta misma vía donde sus condiciones también influyen en la seguridad de quienes la transitan. Una curva ubicada en el kilómetro 131, de la Troncal 16, justo antes de llegar a la población indígena de Kashama. Esta curva se extiende por 300 metros, y debido a la geometría de la misma, presenta un panorama que pone en riesgo la seguridad de quienes transitan por ella.

Por lo anteriormente planteando, conjuntamente con análisis de estadísticas y frecuencias de accidentes encontradas, surge la necesidad de realizar investigaciones que demuestren que la geometría de las curvas antes mencionadas, la cual podrían no poseer las condiciones óptimas para la seguridad de los usuarios y debido a que están dentro de una vía nacional de gran importancia, el evaluar un adecuado diseño de todas las variables que existen en la vía, para así generar un decrecimiento en los accidentes y lograr mayor seguridad a quienes circulan por la curva La Parchita (124 + 200,00), y la curva Kashama (131 + 850,00), en la vía nacional Troncal 16 en el estado Anzoátegui.

Ante la problemática descrita, es necesario realizar una evaluación a la curva La Parchita (124+200,00), y la curva de Kashama (134+850,00),

ubicada en la carretera nacional Troncal 16, del estado Anzoátegui, con la finalidad de proponer un diseño viable en las curvas que genere un impacto en la disminución del alto índice de accidentes que se producen en dichas curvas, basado en la información estadística de índices de accidentes ocurridos en estas zonas de la vía en los últimos años, proporcionada por entes públicos y gubernamentales.

Para todo ello y por lo antes descrito, se aplicarán técnicas de recolección de datos, análisis estadísticos y levantamientos situacionales con el fin de obtener las condiciones de geometría y diseño reales de las curvas. Esto permitirá recolectar la información suficiente para efectuar un análisis metodológico que permita comparar los resultados y así poder realizar el diagnóstico vial basado en las normas de vialidad y construcción de carreteras actuales, como las normas Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC), Normas Viales (NORVIAL), Asociación América de Oficiales de Carreteras Estadales y Transportes (AASTHO), en su norma vial Políticas sobre diseño Geométrico de Carreteras (GDHS); que permitan proponer las mejores opciones sobre lo planteado.

En el mismo orden de ideas, generar la propuesta de diseño que garanticen la seguridad de los vehículos al entrar y salir de las curvas La Parchita y Kashama, es de gran importancia para la comunidad y el estado en general, debido a que es una de las vías principales del país que atraviesa toda la región oriental de norte a sur, comunicando grandes ciudades vitales para cumplir con el desarrollo socioeconómico de la nación; del mismo modo, es un gran aporte para la Universidad De Oriente, ya que permite mejorar las bases de la investigación científica en cuanto al diseño y mejoramiento de las vialidades.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Evaluar la curva La Parchita (124 + 200,00), y la curva de Kashama (134 + 850,00), en la vía nacional Troncal 16, Edo. Anzoátegui.

### **1.2.2 Objetivo Específico.**

- Recopilar el volumen de flujo vehicular que transitan por los tramos para obtener datos estadísticos como condiciones de las curvas, factor hora pico, volumen vehicular, y otras variables.
- Realizar levantamientos planialtimétricos de las curvas en estudio con el uso de equipos de medición y equipos de topografía en sitio.
- Verificar los elementos geométricos de las curvas en estudio, en base a los datos obtenidos del levantamiento en sitio y los requisitos establecidos en las normas NORVIAL, MTC 97 y la AASTHO (GDHS 2011).
- Proponer un dimensionamiento de las curvas en estudio, acordes con los requisitos establecidos en el NORVIAL y la AASTHO (GDHS 2011), con los programas comerciales (CivilCAD, AutoCAD Civil3D).

### 1.3 Descripción del sitio en estudio.

#### 1.3.1. Ubicación Geográfica

El municipio Pedro María Freites, forma parte de los 21 municipios del Estado Anzoátegui, su capital es Cantaura y está dividido en 3 parroquias que son : Santa Rosa, Úrica y Libertador; es el municipio más extenso del Estado Anzoátegui, Cuenta con una superficie total de 7.153 km<sup>2</sup> de territorio ,lo que significa un 16.51% de la totalidad del estado, su ubicación geográfica es adecuada , ya que es una zona que se encuentra entre el mar caribe al norte y el río Orinoco al sur, y punto intermedio entre el estado Monagas al este y el estado Guárico al oeste.(Ver Figura 1).

Es una región con montañas al norte, limitante con la influenciada por la Cordillera de la Costa y el Turimiquire; penillanura al noreste; llanura y mesas en el centro y al sur. Está localizada en las coordenadas geográficas: 09°18'40" de Latitud Norte, y 64° 21'34" de Longitud Oeste. Extraído del Plan Desarrollo Urbano Local (PDUL)



**Figura 1. Ubicación Geografía del Municipio Pedro María Freites.**

**Fuente: Google Earth, editado por los Autores.**



### **1.3.2. Límites**

- Limita al Norte con el estado Sucre y el municipio libertad
- Al sur con el municipio Independencia, el municipio Guanipa y el municipio Simón Rodríguez
- Al este con el Estado Monagas
- Al oeste Municipio Santa Ana y Municipio Anaco

### **1.3.3. Economía**

Es el principal productor de petróleo y gas del Estado Anzoátegui y es el segundo municipio petrolero de Venezuela, la mesa de Guanipa sirve como depositario de la mayor riqueza acuífera del Estado y está cubierto por una red de ríos de primer orden. La agricultura y la ganadería tradicionalmente han sido la base fundamental del proceso económico de la jurisdicción del municipio.

Cantaura, alcanzó posición relevante en la producción y exportación de productos pecuarios. Grandes salazones de carne, cuero, cebo, e incluso ganado en pie, orientaban rumbo a otros países por los puertos de Carúpano, Cumaná y Angostura. Las antillas y especialmente el Puerto de La Habana, eran destinatarios de la mayor parte de esa producción.

### **1.3.4. Temperatura**

Tiene diversos climas, A continuación la temperatura promedio durante el año:

- Media: 27°
- Máxima: 34°
- Mínima: 20,5°

Como es de observar, es este asentamiento, existe una temperatura inestable. Esto debido a las estaciones que se dan en Venezuela, como lo son la época de sequía y la época de lluvia . De allí depende, en cierto modo, estos cambios.

### **1.3.5. Hidrografía**

El municipio está en una zona de mesa, esto permite que la mayor parte de las corrientes fluviales que recorren esta zona se queden en la misma área. La permeabilidad de los suelos de la Mesa permite la rápida filtración de las aguas pluviales, las cuales resumen a la superficie a los pies de los escalones, favoritos o característicos de esta formación tabular. Sin embargo, Cantaura, se nota rodeada por un sinnúmero de ríos como son: el Anaco, Aragua, Güere, Pariaguan, Moquete, Caris, Morichal Largo, Perro, Úrica y Tácata.

## **1.4. Descripciones de las curva.**

### **1.4.1 Curva de la Parchita (124+200,00)**

El nombre de curva de La Parchita, se origina debido que cerca del sitio se encuentra una zona de producción de la fruta. Para los conductores que transitaban por ahí y observaban los accidentes y como desconocían el nombre original, se fue haciendo eco de una curva peligrosa en la que muchos perdían la vida; hasta ahora es conocida esa parte de la Troncal 16, como la curva de La Parchita, al momento de la investigación del proyecto, está curva lleva como nombre el cruce de las madamas.( Ver Figura 2).

Esta prolongación se hizo a finales del año 2000, por el rechazo de la inviabilidad económica del proyecto de la Autopista Cantaura- El Tigre, para ese momento. La autopista tiene una característica de 4 canales, 2 carriles por sentido, cada carril con un ancho de 5,40m y un hombrillo de 2,40m;

este tramo de vía es una curva horizontal que se extiende aproximadamente 243 metros y posee una reducción de la calzada para obtener una vía de 2 carriles 1 por sentido, cada carril con un ancho de 5,70m un hombrillo de 30cm

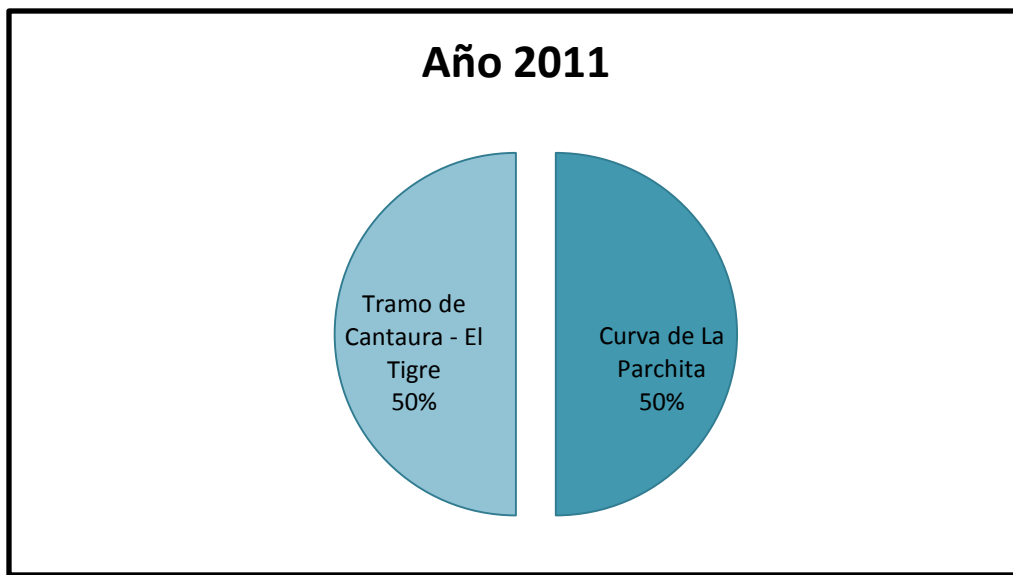


**Figura 2. Ubicación Geográfica de la Curva de La Parchita.**

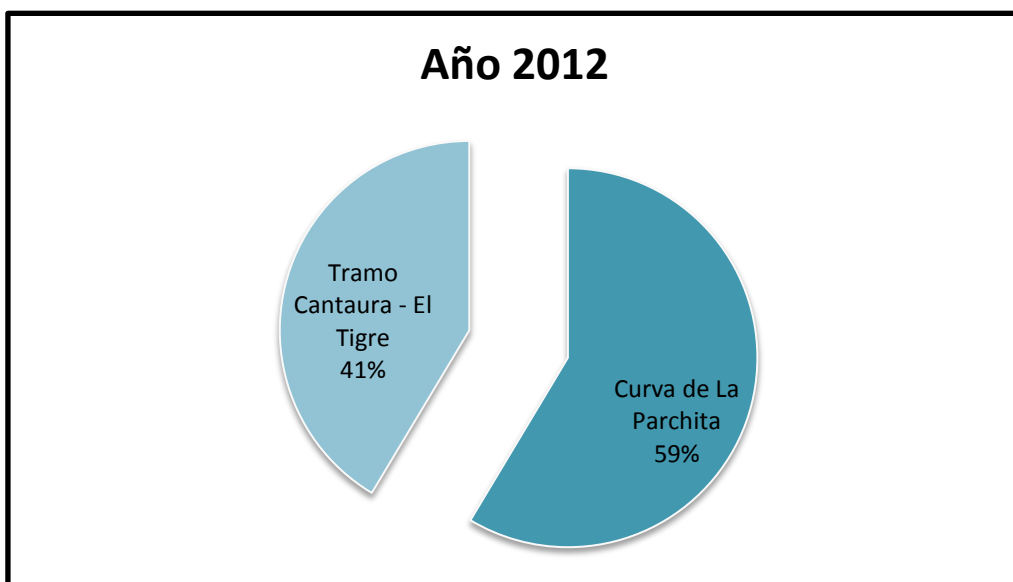
**Fuente: Google Earth, Editado por los Autores.**

### **Índice de accidentes de la Curva de La Parchita (124 + 200,00)**

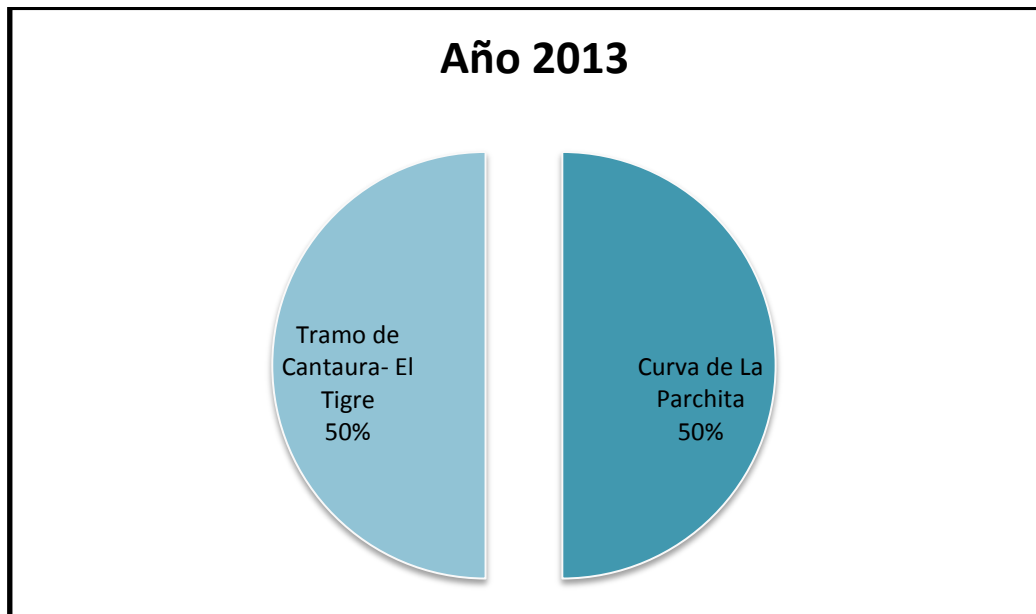
En el mismo orden de ideas, en el tramo en estudio se organizaron estadísticas de accidentes en los últimos años, los cuales representan un porcentaje mínimo del total ocurrido en este tramo, siendo estas estadísticas las registradas por los entes de seguridad vial en los municipios en los cuales tienen jurisdicción. Por lo tanto, las gráficas que se conocerán a continuación, explican las estadísticas de accidentes registradas por los entes gubernamentales de seguridad vial, donde describen los accidentes ocurridos en la curva de La Parchita (124 + 200,00), en la Troncal 16 del Estado Anzoátegui, en comparación con los accidentes ocurridos en todo el tramo vial correspondiente al sector La Madama, hasta la intersección de la ampliación con la antigua carretera vieja Cantaura – El Tigre. (Ver Figura 3, 4, 5 y 6).



**Figura 3. Índice de accidente del año 2011.**  
Fuente: Autores.

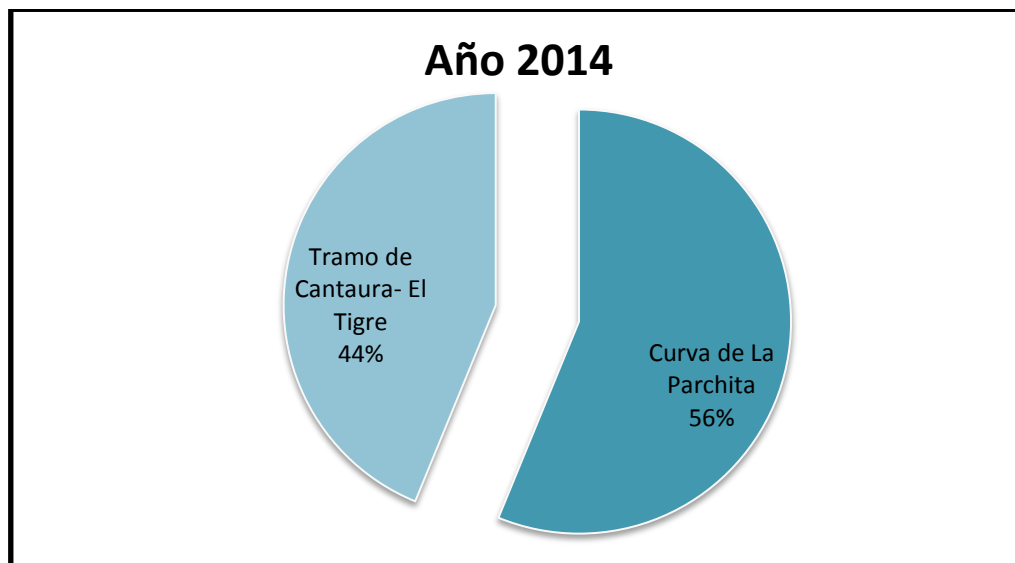


**Figura 4. Índice de accidente del año 2012.**  
Fuente: Autores.



**Figura 5. Índice de accidente del año 2013.**

**Fuente: Autores.**

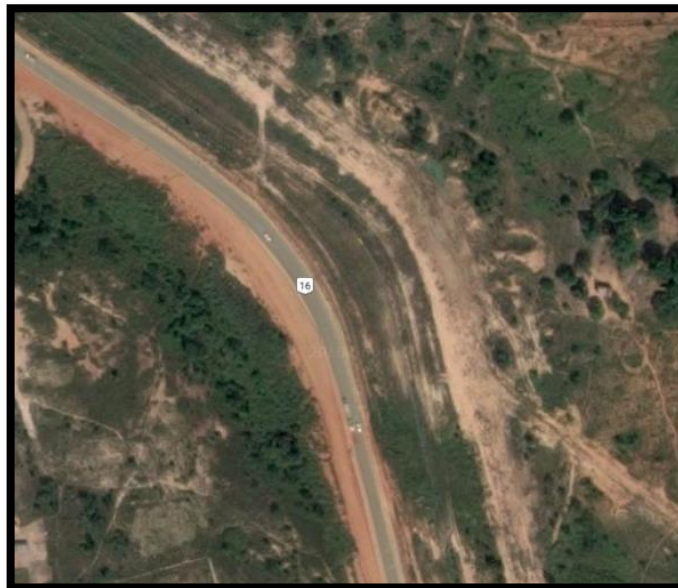


**Figura 6. Índice de accidente del año 2014**

**Fuente: Autores.**

### 1.4.2 Curva de Kashama (131+850,00)

Kashama, es una comunidad indígena que pertenece a la etnia Kariña que fue fundada en 1783, por antepasados que en aquel entonces vivían en la población de Cantaura, que fueron desalojados por los terratenientes de la época y otros que llegaron buscando mejores condiciones ambientales para su sustento. Construyeron pequeñas churuatas en donde vivían cada familia compuestas por padres, hijos, tíos y abuelos, después sustituyeron las churuatas por casa de barro y palma. La denominación de Kashama, se origina por la cantidad de peces que existían con ese nombre para ese entonces. (Ver Figura 7)



**Figura 7. Ubicación Geográfica de la curva de Kashama.**

**Fuente: Google Earth, Editado por los Autores.**

Las características que posee esta curva son 2 carriles, 1 por sentido, con un ancho de 4,15 m, sin hombrillo. Este trayecto de la vía es una curva horizontal que se extiende cerca de 320 m.

### Índice de accidentes de la Curva Kashama (134 + 850,00)

Dadas las condiciones que anteceden, en el tramo en estudio se establecieron estadísticas de accidentes en los últimos años, los cuales representan un porcentaje mínimo del total ocurrido en este tramo, siendo estas estadísticas las registradas por los entes de seguridad vial en los municipios en los cuales tienen jurisdicción. Por lo tanto, las gráficas en las gráficas que continuación se muestran, se explican las estadísticas de accidentes registradas por los entes gubernamentales de seguridad vial. (Ver figura 8, 9,10 y 11). En ellas se representan los accidentes ocurridos en la curva de Kashama (131 + 850,00), en la Troncal 16, del Estado Anzoátegui, en comparación con los accidentes ocurridos en todo el tramo vial correspondiente al sector El Rio hasta el sector Las Magnolias.

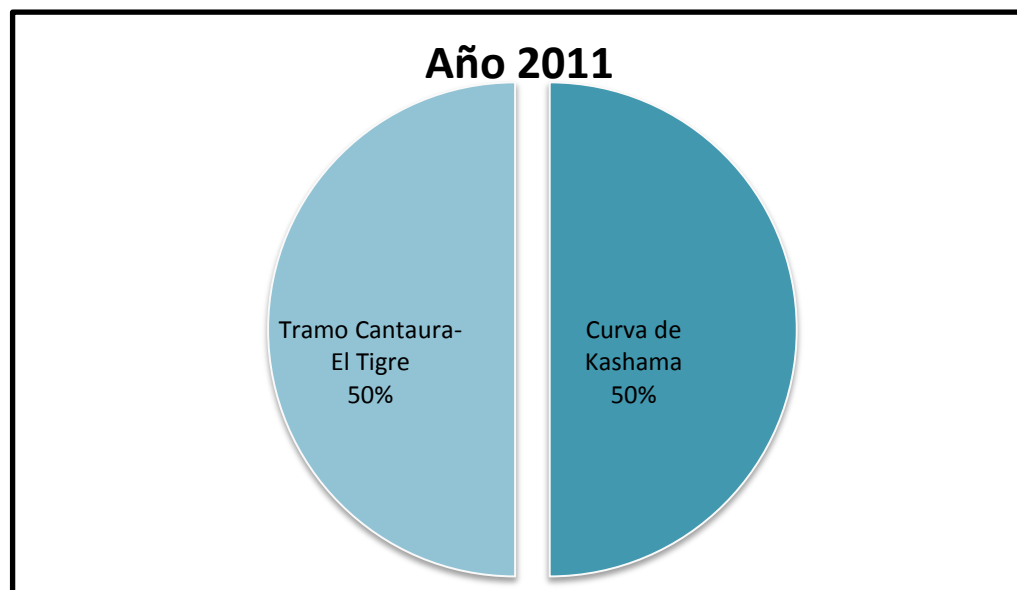
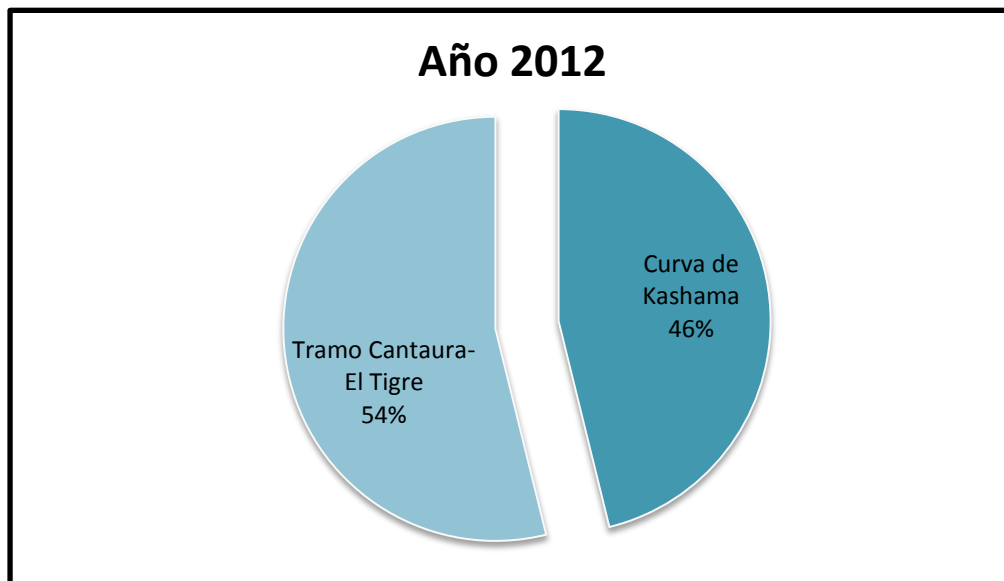


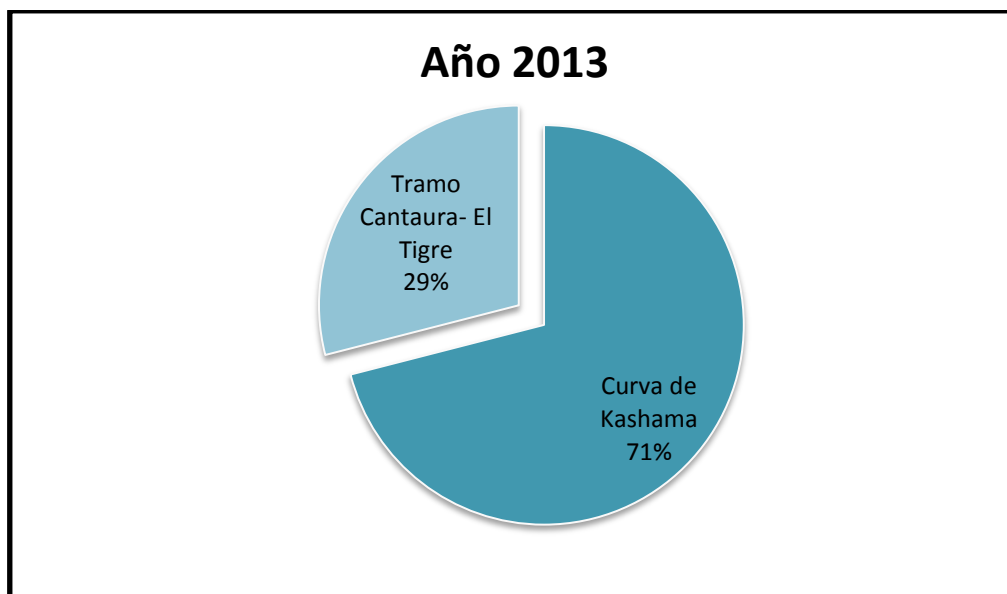
Figura 8. Índice de accidente del año 2011.

Fuente: Autores.



**Figura 9. Índice de accidente del año 2012.**

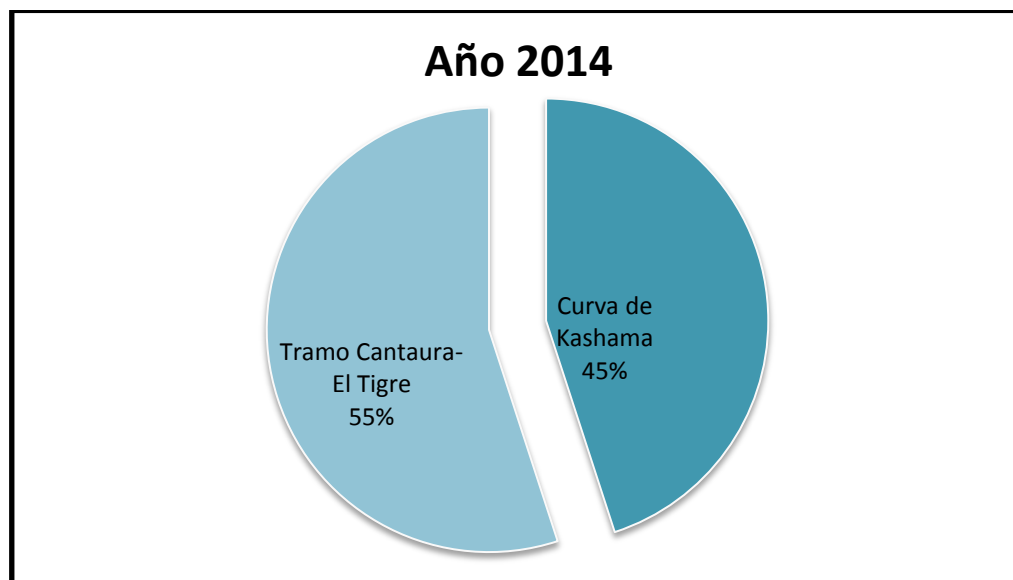
**Fuente: Autores.**



**Figura 10. Índice de accidente del año 2013.**

**Fuente: Autores.**





**Figura 11. Índice de accidente del año 2014.**

**Fuente: Autores.**

En forma general, se puede decir que los índices de accidentes reflejados son datos incompletos debido a que los entes gubernamentales que se encargan de la seguridad vial no tienen un control total o continuo de los accidentes que ocurren en la vía, y en los tramos en estudio, estos entes solo tienen registro de los vehículos asegurados y solo entregan un informe de los mismo; por lo tanto la mayoría de los accidentes quedan sin registro.

Durante la realización de la investigación se documentaron en los tramos en estudio aproximadamente cerca de 60 accidentes de tránsito con víctimas fatales, siendo la mayoría de los accidentes ocasionados en la Curva de La Parchita (124 + 200,00), acreditándoles cerca del 50 % de los accidentes a la esta curva con respecto a toda la vía comprendida entre el sector las Madamas hasta el sector Las Magnolias, lo que llama la atención y alarma a los investigadores.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### 2.1. Terminología Básica

#### ➤ **Autopista**

Según el NORVIAL (1985), una autopista es una arteria de tránsito, siempre dividida, con control total de acceso, e intersecciones resueltas siempre a desnivel, en otras palabras es una vía de comunicación entre poblaciones donde solo circulan vehículos de carga liviana y pesada a altas velocidades.

#### ➤ **Accidente de tránsito**

De igual manera se establece, (*ibídem*), cualquier inconveniente sufrido por un vehículo que ocurre en una vía pública o sitio abierto al uso público y que afecta al tránsito; en otras palabras, son las alteraciones que ocurren sobre las vías y se presenta súbita e inesperadamente, determinado por condiciones y actos irresponsables de los conductores.

#### ➤ **Carretera**

Según la Ley de Tránsito Terrestre en Venezuela, son vías de comunicación diseñadas para el uso y dominio de todas las personas que deseen o necesiten trasladarse de un lugar a otro, es decir, son todas las arterias viales que permiten el traslado de diferentes vehículos de transporte terrestre atravesando sectores, estado, países, etc.

### ➤ **Demarcación**

Por lo descrito, (*opcit. Pág. 34*), la demarcación es descrita como las líneas, símbolos y las letras que se pintan sobre el pavimento, brocales y en estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

### ➤ **Índice de accidentes de tránsito**

Según Crespo (2007), es el índice de accidente basado en el número de vehículos; es una relación entre el número de accidentes que ocurren en una ciudad, región o país expresado en decenas de millares, y el número de vehículos registrado en la unidad geografía considerada. Esto es necesario para generar estadísticas que puedan expresar cuantitativamente el porcentaje de accidentes que se generan en los tramos en estudio. Se expresa de la siguiente forma:

$$\text{índice} = \frac{\text{Número de accidente por 10,000}}{\text{Número de vehículos registrados}} \quad \text{Ec. (1)}$$

## **2.2. Clasificación de las carreteras**

Las definiciones de los conceptos utilizados para describir la siguiente clasificación, se encuentran establecidas en el vocabulario vial publicado por el NORVIAL. Por tanto, según lo descrito en la “Nomenclatura y Características de la Red de Carreteras de Venezuela” (MTC 1997), que establece la clasificación mostrada en la Tabla 1.

Clasificación Administrativa	Descripción
TRONCALES	Contribuyen a la integración nacional, trayendo consigo la conexión interregional y la comunicación internacional entre los pueblos vecinas.
LOCALES	Se concentran en el interés regional. Deben poder orientar el tránsito proveniente de ramales y sub-ramales hacia las vías troncales.
RAMALES	Su interés es local, y conectan diversos centros generadores de tránsito, orientando el mismo hacia la red Local o Troncal.
SUBRAMALES	Son vías de interés local, que conectan caseríos o centros generadores de tránsito específicos, orientando el mismo hacia redes viales de mayor jerarquía.

**Tabla 1. Clasificación administrativa de servicio.**  
**Fuente: MTC 1997, editado por los Autores.**

### **2.2.1. Clasificación funcional**

Según la norma MTC (1997). En esta clasificación se toma en cuenta las características propias de las corrientes de tránsito, según su función e importancia para conducir el tránsito eficazmente:

- Arterial      Vía en la que predomina el tránsito de paso.
- Colectora    Su función predominante es recoger el tránsito generado por el entorno y conducirlo hacia el Sistema
- Local        Vía cuya función predominante es proveer acceso a desarrollos adyacentes.

### **2.2.2. Clasificación según su Geometría**

- Autopista

Son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de accesos. Sus velocidades están por encima del promedio.

- Vía expresa

Son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, que puede tener aperturas ocasionales y con control parcial de accesos. Las calzadas pueden tener alineamientos independientes o ser paralelas.

- Carreteras

Son vías sin divisoria física entre los sentidos del tránsito. La calzada puede tener más de un canal por sentido. Se recomienda la inclusión de un hombrillo a cada lado de la calzada, sobre todo cuando se prevean volúmenes de tránsito considerables.

### **2.3. Inventario vial**

Según Crespo, (2007), lo define como el reconocimiento de los elementos geométricos, señalizaciones y características físicas de las carreteras existentes, en algún documento de manera aplicada y representada, donde se describe la ubicación y el estado operativo en que se encuentra la vía en la actualidad.

#### **2.3.1. Aforos**

De acuerdo a lo señalado (ibídem), lo definen como la ejecución de conteos, a lo largo de un período determinado de tiempo, que se consideren representativas para efectuar estimaciones razonables del volumen anual sobre en una vía. Todos los proyectos viales deben apoyarse en datos reales, entre los cuales uno de los más significativos es el tránsito, ya que define la calidad del servicio que la vía en proyecto que ofrecerá a sus usuarios.

#### **2.3.2. Tránsito Promedio Diario TPD**

En Venezuela, es difícil disponer de conteos permanentes que permitan obtener dicho promedio. En la mayoría de los casos se utilizan conteos cortos de 15 minutos como mínimo, donde el tránsito promedio diario

(TPD), se obtiene por medio de una distensión estadística sobre los datos obtenidos en el sitio de estudio.

La norma MTC1997 apunta, que en una carretera sin divisoria física entre los sentidos del tránsito, determina que el TP se obtiene de los conteos que se refieren a la totalidad del tránsito en ambos sentidos de estudios por lo tanto se determina de la siguiente manera:

$$TPD = \frac{\Sigma \text{Nro de vehículos}}{\text{Días de conteo}} \quad \text{Ec. (2)}$$

### 2.3.3. Volumen de hora pico (VHP)

Es necesario recurrir a periodos de tiempo muchos mas cortos, donde el tiempo recomendado es de una hora y su volumen resulta ser el maximo del volumen promedio diario. Según establece NORVIAL , define que no todo el flujo durante la hora pico es uniforme, se debe recurrir al Factor de Hora Pico (FHP).

Define FHP, como una medida que existe en la variación del flujo vehicular durante la hora pico, expresado mediante la relación entre el volumen de la hora pico y la máxima rata de flujo durante un determinado período dentro de esa hora. Lo anteriormente descrito aportará los datos necesarios en las curvas en estudio y determinar el nivel de operación en dichos tramos, partiendo de los volúmenes obtenidos en campo y las estadísticas aplicadas. La fórmula de FHP se representa de la siguiente forma:

$$FHP = \frac{\text{Volumen hora pico}}{4 \text{ veces el volumen de los 15 min de mayor flujo}} \quad \text{Ec. (3)}$$

**Nota:** Este factor puede variar de acuerdo a los usos y actividades en determinada población.

### 2.3.4. Distribución Direccional

Al diseñar una vía es importante conocer la distribución del tránsito en cada sentido, esto con la finalidad de poder hallar el factor de ajuste según la distribución. Se obtiene generalmente mediante conteos manuales en el campo, en localidades próximas y similares a la vía que se proyecta y preferiblemente en las horas que se asemejen a las del volumen horario de diseño elegido. En muchas de las vías principales, se ha encontrado que el rango de la distribución varía desde 60-40% hasta 80-20%. (Ver Tabla 2).

Distribución direccional	Factor de ajuste $F_d$
80/20	0.83
70/30	0.89
60/40	0.94
50/50	1.00

**Tabla 2. Factor de ajuste.**  
**Fuente: MTC 1997, editado por los Autores**

### 2.3.5. Composición del tránsito:

Todos los tipos de vehículos tienen características de operación diferentes, por lo que su influencia en el flujo del tránsito varía considerablemente. Al ser más pesados y de mayor tamaño, es claramente visible que los vehículos de carga ocupan mayor espacio, son más lentos e inciden más en el flujo que los vehículos livianos.



Esta composición se divide en 2 Grupos:

- Vehículos livianos. Son todos aquellos vehículos de 2 ejes y cuatro ruedas. Pertenecen a este grupo todos los automóviles tipo sedán o limusina y algunos camiones livianos de reparto, tales como los generalmente llamados camionetas. Todos estos vehículos tienen características operacionales semejantes.

- Vehículos pesados. Se consideran en este grupo todos los vehículos con más de 4 ruedas. Típicamente pertenecen a este grupo los camiones, autobuses, remolques y semi-remolques. Los vehículos pesados tienen características muy diferentes entre sí, pero su influencia en el tránsito es la misma.

### **2.3.6. Proyección del Tránsito**

La norma de proyectos de carreteras del MTC (1997), recomienda como proyección del tránsito idónea, como la mínima sugerida, de 15 a 20 años, tomando en cuenta los factores siguientes:

1. Crecimiento vegetativo del tránsito.
2. Tránsito atraído
3. El tránsito generado por nuevos desarrollos en el entorno

### **2.4. Niveles de servicio**

En este propósito (opcit. Pág. 34), define el nivel de servicio como las condiciones de operación para diferentes niveles de servicio en los diversos tipos de vía con tránsito continuo. Sugiere 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 ambo sentidos, se define:

<u>Nivel de Servicio A</u>	Flujo libre. Velocidad de operación $\geq 95$ kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 500 vph. Libertad para adelantar 75%.
<u>Nivel de Servicio B</u>	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.
<u>Nivel de Servicio C</u>	Flujo estable. Velocidad de operación $\geq 80$ kph.  En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 1500 vph. Restricciones en las maniobras para adelantar.
<u>Nivel de Servicio D</u>	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación $\geq 80$ kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2400 vph.
<u>Nivel de Servicio E</u>	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 para adelantar.
<u>Nivel de Servicio F</u>	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.

### Nivel de Servicio En Autopistas.

Nivel de Servicio A	Flujo libre. Velocidad de operación $\geq 95$ kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 1400 vph, en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 vph adicionales.
Nivel de Servicio B	Flujo estable Velocidad de operación $\geq 90$ kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 2200 vph, en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 vph adicionales.
Nivel de Servicio C	Flujo estable. Velocidad de operación $\geq 80$ kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3100 vph, en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1550 vph adicionales.
Nivel de Servicio D	Flujo próximo a inestable. Velocidad de operación es alrededor de 65 kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 3700 vph, en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 1850 vph adicionales.
Nivel de servicio E	Flujo inestable. La velocidad de operación varía entre 50 y 55 kph. En condiciones ideales, el volumen de servicio es de 2000 vph, por canal e igual a la Capacidad.

Para obtener el análisis del nivel de operación de una autopista, vías expresas y carreteras de canales múltiples, se expresa mediante la siguiente ecuación;

$$V_{si} = 2000 \times v_c \times N \times W \times T_i \times B_i \quad \text{Ec. (4)}$$

Dónde:

$V_{si}$  = Volumen de servicio total por sentido, en veh/h.

$V/C$  = Relación Volumen de Servicio – Capacidad.

$N$  = Número de canales por sentido.

$W$  = Factor de ajuste por ancho de la calzada y distancia de obstáculos laterales.

$T_i$  = Factor de Ajuste para camiones en pendiente.

$B_i$  = Factor de ajuste para autobuses en pendiente.

Donde cada una de las variables se obtienen en la Figuras 12, 13, 14 y 15, expresadas en las normas MTC (1997) y NORVIAL (1985). Para obtener el valor del volumen de servicio de una vía.

NIVEL DE SERVICIO	CONDICIONES DEL FLUJO DE TRANSITO		RELACION (V/C) VOLUMEN DE SERVICIO-CAPACIDAD			VOLUMEN DE SERVICIO MAXIMO BAJO CONDICIONES IDEALES. (TOTAL DE VEHICULOS LIVIANOS POR HORA, EN UN SENTIDO)		
	DESCRIPCION	VELOCIDAD DE OPERACION* (Km./h.)	VALOR LIMITE* PARA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE 110Km./h.	VALOR APROXIMADO PARA UNA VELOCIDAD DE PROYECTO PONDERADA DE:		CARRETERA DE 4 CANALES (2/SENTIDO)	CARRETERA DE 3 CANALES (3/SENTIDO)	CADA CANAL ADICIONAL
				95Km./h.	80Km./h.			
A	FLUJO LIBRE	$\geq 95$	$\leq 0,30$	— b	— b	1200	1800	600
B	FLUJO ESTABLE	$\geq 90$	$\leq 0,50$	$\leq 0,20$	— b	2000	3000	1000
C	FLUJO ESTABLE	$\geq 70$	$\leq 0,75$	$\leq 0,50$	$\leq 0,25$	3000	4500	1500
D	FLUJO PROXIMO AL INESTABLE	$\geq 55$	$\leq 0,90$	$\leq 0,85$	$\leq 0,70$	3600	5400	1800
E <sup>c</sup>	FLUJO INESTABLE	50 <sup>d</sup>	$\leq 1,00$			4000	6000	2000
F	FLUJO FORZADO	< 50 <sup>d</sup>	NO SIGNIFICATIVO*			MUY VARIABLE (desde cero hasta la capacidad)		

Figura 12. Niveles de Servicio y Volúmenes de Servicio en carreteras de canales múltiples.

Fuente: NORVIAL (1985), editado por los Autores

Distancia del borde externo de la calzada al obstáculo mts	NIVELES 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

Figura 13. Factor de ajuste por ancho de canal y distancia a obstáculos laterales

Fuente: MTC 1997, editado por los Autores.


 FACTOR DE AJUSTE POR CAMIONES $T_c$ o $T_L$ ( $B_c$ o $B_L$ Por AUTOBUSES ) <sup>b</sup>		PORCENTAJE DE CAMIONES, $P_c$ (O DE AUTOBUSES $P_b$ )															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25
2	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,83	0,80	0,77
3	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,83	0,81	0,78	0,76	0,74	0,71	0,67	0,63
4	0,97	0,94	0,92	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,74	0,70	0,68	0,65	0,63	0,57	0,53
5	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,81	0,78	0,76	0,74	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,50	0,45
6	0,95	0,91	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,69	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,50	0,44	0,40
7	0,94	0,89	0,85	0,81	0,77	0,74	0,70	0,68	0,65	0,63	0,58	0,54	0,51	0,48	0,45	0,40	0,36
8	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74	0,70	0,67	0,64	0,61	0,59	0,54	0,51	0,47	0,44	0,42	0,36	0,32
9	0,93	0,86	0,81	0,76	0,71	0,68	0,64	0,61	0,58	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,33	0,29
10	0,92	0,85	0,79	0,74	0,69	0,65	0,61	0,58	0,55	0,53	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,31	0,27
11	0,91	0,83	0,77	0,71	0,67	0,63	0,59	0,56	0,53	0,50	0,45	0,42	0,38	0,36	0,33	0,29	0,25
12	0,90	0,82	0,75	0,69	0,65	0,60	0,57	0,53	0,50	0,48	0,43	0,39	0,36	0,34	0,31	0,27	0,23
13	0,89	0,81	0,74	0,68	0,63	0,58	0,54	0,51	0,48	0,45	0,41	0,37	0,34	0,32	0,29	0,25	0,22
14	0,88	0,79	0,72	0,66	0,61	0,56	0,52	0,49	0,46	0,43	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	0,24	0,20
15	0,88	0,78	0,70	0,64	0,59	0,54	0,51	0,47	0,44	0,42	0,37	0,34	0,31	0,28	0,26	0,22	0,19
16	0,87	0,77	0,69	0,63	0,57	0,53	0,49	0,45	0,43	0,40	0,36	0,32	0,29	0,27	0,25	0,21	0,18
17	0,86	0,76	0,68	0,61	0,56	0,51	0,47	0,44	0,41	0,38	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	0,20	0,17
18	0,85	0,75	0,66	0,60	0,54	0,49	0,46	0,42	0,40	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23	0,19	0,16
19	0,85	0,74	0,65	0,58	0,53	0,48	0,44	0,41	0,38	0,36	0,32	0,28	0,26	0,24	0,22	0,18	0,16
20	0,84	0,72	0,64	0,57	0,51	0,47	0,42	0,40	0,37	0,34	0,30	0,27	0,25	0,23	0,21	0,17	0,15
22	0,83	0,70	0,61	0,54	0,49	0,44	0,40	0,37	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23	0,21	0,19	0,16	0,14
24	0,81	0,68	0,59	0,52	0,47	0,42	0,38	0,35	0,33	0,30	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18	0,15	0,13
26	0,80	0,67	0,57	0,50	0,44	0,40	0,36	0,33	0,31	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,14	0,12
28	0,79	0,65	0,55	0,48	0,43	0,38	0,35	0,32	0,29	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,13	0,11
30	0,78	0,63	0,53	0,46	0,41	0,36	0,33	0,30	0,28	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,12	0,10
35	0,75	0,60	0,49	0,42	0,37	0,33	0,30	0,27	0,25	0,23	0,20	0,17	0,16	0,14	0,13	0,11	0,09
40	0,72	0,56	0,46	0,39	0,34	0,30	0,27	0,24	0,22	0,20	0,18	0,15	0,14	0,12	0,11	0,09	0,08
45	0,69	0,53	0,43	0,36	0,31	0,27	0,25	0,22	0,20	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,08	0,07
50	0,67	0,51	0,40	0,34	0,29	0,25	0,23	0,20	0,18	0,17	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06
55	0,65	0,48	0,38	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06
60	0,63	0,46	0,36	0,30	0,25	0,22	0,19	0,17	0,16	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08	0,06	0,05
65	0,61	0,44	0,34	0,28	0,24	0,21	0,18	0,16	0,15	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05
70	0,59	0,42	0,33	0,27	0,22	0,19	0,17	0,15	0,14	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,07	0,05	0,05
75	0,57	0,40	0,31	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04
80	0,50	0,39	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04
90	0,53	0,36	0,27	0,22	0,18	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,07	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04
100	0,50	0,34	0,25	0,20	0,17	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04	0,03

Figura 14. Factor de ajuste para camiones y autobuses en pendiente ( $T_i$ ,  $B_i$ ).

Fuente: MTC 1997, editado por los Autores.

CONDICIONES TOPOGRAFICAS	EQUIVALENTE $E_T$ PARA CAMIONES	EQUIVALENTE $E_B$ PARA AUTOBUSES *
TERRENO LLANO	2	1,6
TERRENO ONDULADO	4	3
TERRENO MONTAÑOSO	8	5

\* En la mayoría de los casos no es necesario considerar separadamente los autobuses ; el equivalente solo se aplica cuando el volumen de autobuses sea significativo.

Figura 15. Equivalencia en vehículos livianos de camiones y autobuses en vías expresas y carreteras de múltiples canales, ( $E_t$ ,  $E_b$ ).

Fuente: MTC (1997), editado por los Autores

## 2.5. Diseño de Visibilidad

Son las longitudes en la vía donde un conductor ve continuamente delante de él y le permita reaccionar con anticipación ante una circunstancia; es de gran importancia tener en cuenta estas variables para fines de diseño y geometría en las curvas en estudio, el cual permitirá tener las distancias en las que un conductor puede maniobrar ante una circunstancia que se le presente. Según lo sugerido (opcit. Pág. 35), en el diseño de visibilidad intervienen la visibilidad de frenado, visibilidad de paso y visibilidad de decisión.

Se puede definir visibilidad de frenado como la distancia que necesita recorrer un vehículo para detenerse completamente, a partir del instante en que el conductor avista un obstáculo y juzga que debe detenerse. La norma MTC 97, aplica una tabla donde describe las diferentes distancias en función de la velocidad de diseño, recorrido de frenado y factor de fricción. (Ver Figura 16)

Velocidad de diseño kph	Recorrido en 2,5'' mts	Factor de fricción	Recorrido frenando 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

**Figura 16. Distancia de Visibilidad de Frenado.**

**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

En referencia a lo anteriormente descrito, (*opcit. Pág. 47*), se define como visibilidad de paso al trayecto de calzada que puede ser vista por el conductor en forma ininterrumpida y que le permite adelantar en forma segura a otro vehículo que circule a una velocidad menor. (Ver Tabla 3).



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

**Tabla 3. Distancia de Visibilidad de paso.  
Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

Por las condiciones anteriores, (*ibídem*), la visibilidad de decisión se define como aquel que requiere un conductor para decidir y realizar la maniobra adecuada cuando se enfrenta a una situación inesperada y difícil de evaluar, potencialmente peligrosa. Por lo tanto la norma sugiere que las situaciones inesperadas que pueden presentarse en la operación de una vía y que requieren considerar una distancia de visibilidad de decisión, son, entre otras, las siguientes:

- 1.- En intersecciones, cuando su geometría requiera maniobras poco usuales.
- 2.- En intersecciones no semaforizadas, por cuanto en ellas pueden presentarse situaciones conflictivas.
- 3.- En intersecciones con dispositivos de control de tránsito, cuando no pueda discernirse rápidamente la maniobra de parar o seguir.
- 4.- Cuando la visión del entorno a la vía esté congestionada con avisos relativos al tránsito, de servicios o de propaganda, que compitan para llamar la atención del conductor.
- 5.- Cambios bruscos en el número de canales de circulación por cualquier circunstancia, como plazas de peaje, por efectos de cambio de carácter de la vía o trabajos que se realicen en ella.

La visibilidad de decisión se determina mediante la siguiente ecuación;

$$dB = 3,762V - 23,128 \quad \text{Ec. (5)}$$

Dónde:

dB = Distancia en visibilidad de decisión

V = Velocidad de proyecto

## 2.6. Curvas simples

Según la norma de carreteras (opcit. Pág. 35), describe como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vialidad. Una curva circular simple (CCS), está compuesta de los siguientes elementos:

### 2.6.1. Ángulo de deflexión ( $\Delta$ ):

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. Es igual al ángulo central subtendido por el arco ( $\Delta$ ), (*ibídem*).

### 2.6.2. Tangente (T)

En el mismo orden de ideas, (*ibídem*), 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).

$$T = R \cdot \tan \frac{\Delta}{2} \quad \text{Ec. (6)}$$

### 2.6.3. Radio (R):

Según se ha citado, (*opcit. Pág. 50*) es el radio de la circunferencia que describe el arco de la curva.

$$R = \frac{T}{\tan \frac{\Delta}{2}} \quad \text{Ec. (7)}$$

### 2.6.4. Tangente Externa (Te):

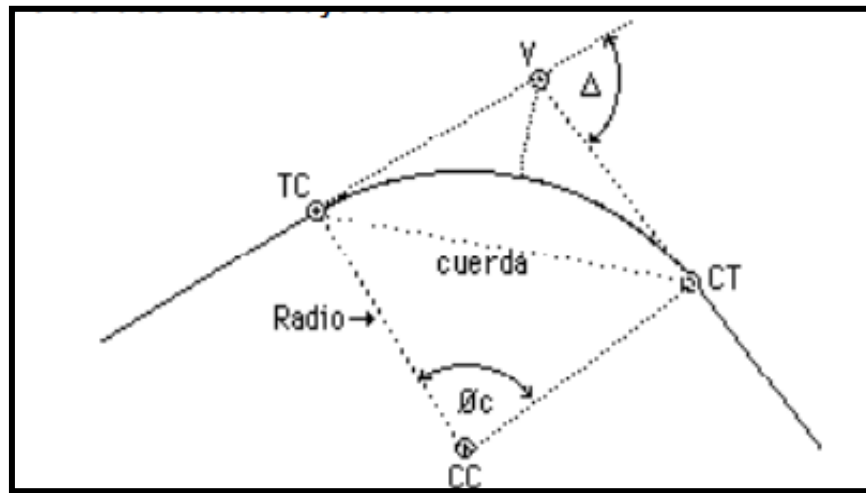
Haciendo referencia a lo anterior, (*Ibídem*), es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva sobre el arco.

$$E = R \left( \frac{1}{\cos \frac{\Delta}{2}} - 1 \right) \quad \text{Ec. (8)}$$

### 2.6.5. 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 el arco de la curva, o bien, una poligonal abierta formada por una sucesión de cuerdas rectas de una longitud relativamente corta. (Ver Figura 17)

$$L_c = \frac{\pi \cdot \Delta}{360^\circ} \times 2R \quad \text{Ec. (9)}$$



**Figura 17. Elementos de una Curva Horizontal**

Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.

### 2.6.6. Peralte

Según Crespo (2007), describe que el peralte es la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de la calzada de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso producido por la inercia, 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, por lo tanto la aplicación de esta variable influye en el diseño de las curvas en estudio, y analizar los resultados para determinar irregularidades que pudiesen existir en las mismas. La fórmula se constituye de la siguiente forma:

$$P = 0.007865 \frac{V^2}{R} - F \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

P= Peralte (m/m)

V= Velocidad de Diseño (Km/h)

R= Radio (M)

F= Fricción

Para el cual los valores establecidos de fuerza de fricción para calcular el peralte, se encuentran en la Tabla 4:

Los valores adoptados para la fricción "F" son	
Velocidad	Fricción
30	0.22
40	0.21
50	0.19
60	0.18
70	0.17
80	0.15
90	0.14
100	0.13
110	0.11
120	0.10

**Tabla 4. Valores de Fricción.**  
Fuente: NORVIAL (1985), editorial por los Autores.

### 2.6.7. Curvatura y Peralte

A efectos de éste, (*opcit. Pág. 52*), sugiere el uso de peralte correcto basado en una curva provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino, ya que, un peralte exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circule a bajas velocidades, a continuación se presenta la tabla 5 donde se muestra los valores nominales de curvatura y peralte.

<b>Radio (m)</b>	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
<b>Peralte (%)</b>	10	9	8	7,5	7	6,5	6	5.5	5	5
<b>Velocidad max. (km/h)</b>	80	87	92	96	100	103	106	108	111	113
<b>Velocidad manos libre (Km/h)</b>	50	53	55	58	60	61	62	62	62	64

**Tabla 5. Valores normales de Peralte y Curvatura.**

**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

### **2.6.8. Velocidad de Manos Libres**

La velocidad de manos libres determina, la velocidad mínima en la que el vehículo puede entrar y salir de la curva manteniéndose dentro de esta sin maniobrar el volante. Según lo sugerido por la (opcit. Pág. 35) en su página 94, se obtiene directamente de la ecuación a continuación;

$$V = 11,27 \sqrt{R * i} \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

R = Radio

i = Peralte expresado en %

### 2.6.9. Transición de Peralte

En el mismo orden de ideas (*opcit. Pág. 35*), se define como la longitud de la transición del trayecto desde el punto B hasta el punto D, indicado en las (Figuras 18 y 19) transición de peralte en vías sin división, donde existe variación en el peralte antes, durante y después de la curva, 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 antes mencionada.

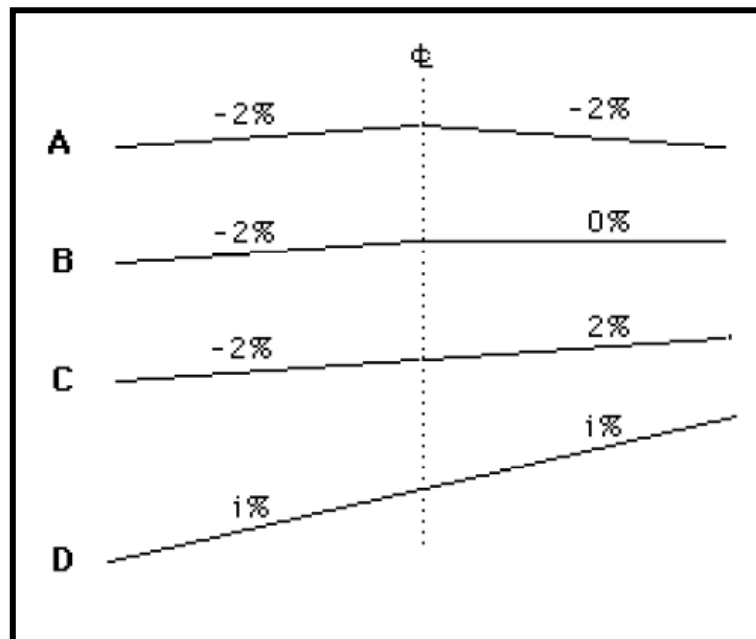
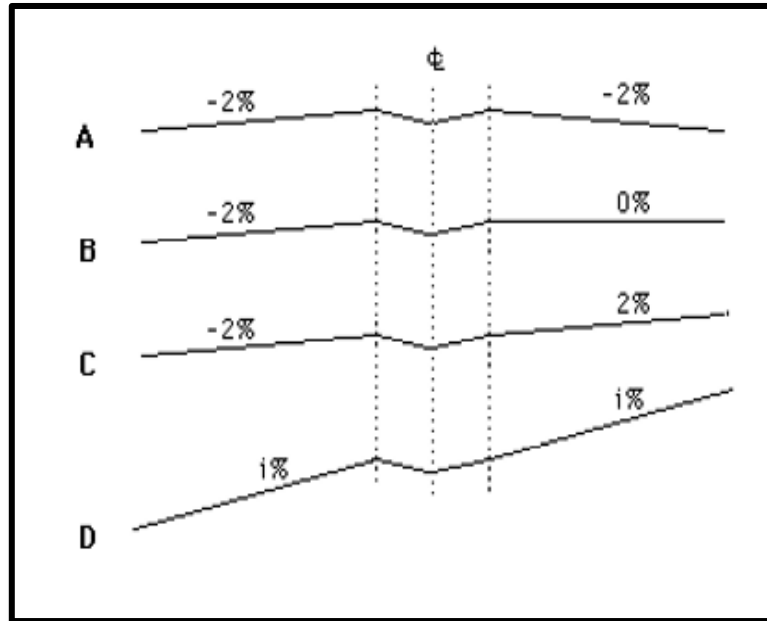


Figura 18. Transición del peralte, en vías sin divisoria.

Fuente: MTC (1997), editado por los Autores



**Figura 19. Transición del peralte, en vías con divisoria.**  
**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

En las vías con divisoria deprimida o con divisoria de barrera mayor a 3 metros, la secuencia de la rotación del peralte se realiza en forma semejante, pero la rotación de cada semi calzada se hace por los bordes adyacentes a la divisoria, de cada una de ellas. Los procesos descritos corresponden a la entrada a la curva. En la salida de la misma es igual, pero en sentido contrario, (sentido según las progresivas del proyecto). (Ver figura 14).

Según lo anterior mencionado (opcit. Pág. 35), sugiere una tabla más directa para determinar la rata de transición de peralte, en relación a la velocidad de diseño, tal y como se refleja en la Tabla 6



Velocidad de diseño kph	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Rata de transición	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280

**Tabla 6. Rata de transición de peralte en relación a la velocidad de diseño.  
Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

## 2.7. Radio de Giro

El radio de giro permite realizar la transición del peralte durante toda la trayectoria de la curva, permitiendo suavizar el recorrido del vehículo en la misma, se obtiene directamente en relación a la velocidad de proyecto (Ver Tabla 7), y se calcula según lo sugerido en la norma MTC (97), por medio de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{v^2}{127 * i + F} \quad \text{Ec. (12)}$$

Donde:

$i$  = inclinación o peralte en (m/m)

$F$  = Factor de Fricción lateral.

<b>Velocidad de proyecto</b>	<b>Radios mínimos de curvatura (m)</b>
60	100
70	150
80	200
90	300
100	400
110	600
120	900

**Tabla 7. Radio mínimos en Curvas**  
**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores**

## **2.8. Sobre ancho en las curvas**

Se adopta un sobreancho, con la finalidad de ayudar al conductor a mantener su vehículo en el centro del canal, especialmente en curvas con radios pequeños. En las carreteras modernas que poseen carriles de 5 metros de ancho o más, como es en el caso de la propuesta en la investigación, la necesidad de sobre anchos en curvas se ve innecesaria, a pesar de las velocidades, basándose en el criterio de selección a partir de los datos mostrados en la Tabla 8.

RADIO (m)	CALZADA 3,6 M	CALZADA 3,30 M	CALZADA 3,00 M
150	0,30	0.60	0.90
200	0,40	0,45	0,60
250	_____	0,30	0,45
300	_____	_____	0,30

**Tabla 8. Sobreebancho total de pavimento en curva, carreteras de 2 canales**  
**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**

## 2.9. Hombrillo

En el mismo orden de ideas, (*opcit. Pág. 35*), sugieren que en todas las carreteras deben colocarse hombrillos pavimentados a ambos lados de la vía. El ancho de estos hombrillos depende de los volúmenes de diseño. Los anchos normales sugeridos por norma son los siguientes:

Para TPD hasta 1000 vehículos: 1,80 m.

Para TPD mayores de 1000 vehículos: 2,40m.

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.**

### **3.1. Tipo de investigación.**

Según Arias (2006), la investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, donde manipulan o controlan variables algunas, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes, de allí su carácter de diseño no experimental.

El estudio que se realizó, se adecua a lo descrito anteriormente, por lo tanto se define como una investigación de campo donde se obtuvieron datos directamente del sitio que se estudió de forma clara, objetiva y completa con que fueron aplicados en las etapas del proyecto, sin alterar las condiciones existentes. De esta forma, se lograron resultados específicos y actualizados en función a las características que presentan las curvas de la vía que se estudió.

### **3.2. Nivel de investigación**

A los efectos de éste, según Arias (2006), la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de la causas a una investigación Post-Facto, como de los efectos en una investigación experimental.

Este proyecto asume el nivel de investigación anteriormente explicado ya que proyecta la evaluación de la curva La Parchita en el kilómetro

115,320, y la curva Kashama, en el kilómetro 123,650, en la vía nacional Troncal 16, Edo. Anzoátegui, involucrando la elaboración de planes, estrategias y procedimientos para la ejecución de la investigación.

### **3.3. Técnicas de recolección de datos**

Según Arias (2006), se define a las técnicas de recolección de datos como las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades entrevista o cuestionario, y el análisis documental.

En la recolección de los datos de la investigación, se aplican un conjunto de técnicas para el logro de objetivos establecidos; la técnica de observación libre, la entrevista no estructurada o informal, la observación libre no estructurada como la que se ejecuta en función de un objetivo, son las más utilizadas, pero se manejan sin una guía prediseñada que especifica cada uno de los aspectos que deben ser observados.

Cabe agregar, según Arias (2006), en cuanto a la entrevista no estructurada, afirma en esta modalidad se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente, sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista. Estas técnicas mencionadas serán utilizadas para obtener información y así plantear las posibles soluciones.

De la misma manera, la observación libre se define como una actividad realizada por una persona que detecta y asimila los rasgos de un elemento utilizando los sentidos como instrumentos principales. El término también puede referirse a cualquier dato recogido durante esta actividad. La observación, como técnica de investigación, consiste en ver y oír los hechos y fenómenos que se quiere estudiar, y se utiliza fundamentalmente para

conocer hechos, conductas y comportamientos colectivos. Así también, con la recolección, de datos se alcanzó información de importancia sobre las características y puntos relevantes en el proyecto. Con el apoyo del ente gubernamental, se consultaron distintas referencias bibliográficas, manuales, normas y la observación directa en los tramo en estudio para obtener los datos necesarios para la evaluación.

A manera de resumen, se realizaron entrevistas no estructuradas a usuarios que se trasladan a diario por esta vía para movilizarse de una ciudad a otra, así como a trabajadores que deben recorrer dicho tramo (ver anexo A).

Por último, las herramientas que se manejaron para llevar a cabo la investigación, como lo son computadores, *software* de dibujo y de cálculo comerciales como los son AutoCAD, CivilCAD, AutoCAD Civil 3D y Microsoft EXCEL, con el fin de agilizar los procedimientos de estudios, enfatizados al análisis funcional del tramo de la vía, objeto de esta investigación.

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS.**

### **4.1 Diseño geométrico**

#### **4.1.1. Planificación de la carretera, capacidad y nivel de servicio**

Las carreteras se pueden clasificar a partir de diferentes criterios, donde se presentan las diferentes tipificaciones según su uso, geometría o capacidad el cual influye para dar criterio sobre el diseño de la vialidad, las cuales se encuentran descritas en el capítulo II, definidas anteriormente (opcit. Pág. 35) en las Tabla 9, 10 y 11.

- Clasificación Administrativa:

<b>Clasificación Administrativa</b>	<b>Descripción</b>
<b>TRONCAL</b>	Contribuyen a la integración nacional, trayendo consigo la conexión interregional y la comunicación internacional entre los pueblos vecinos.

**Tabla 9. Clasificación administrativa.**

**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores**

Debido a la importancia, y la clasificación que se le amerita, es la principal y la única vía que atraviesa el estado Anzoátegui y el estado Bolívar de norte a sur, conectando ciudades de grandes actividades socio-

económicas, y es designa como una carretera internacional debido a que se comunica con Brasil y permite el tránsito de turistas de ese país hacia las costas venezolanas.

- Clasificación funcional:

<b>Clasificación funcional</b>	<b>Descripción</b>
<b>ARTERIAL</b>	Vía en la que predomina el tránsito de paso.

**Tabla 10. Clasificación funcional.**

**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores**

- Clasificación según su geometría.

<b>Según su Geometría</b>	<b>Descripción</b>
<b>AUTOPISTA</b>	Son vías con divisoria física continua entre los sentidos del tránsito y con control total de accesos. Sus velocidades están por encima del promedio.
<b>VIA EXPRESA</b>	Son vías con divisoria física entre los sentidos del tránsito, que puede tener aperturas ocasionales y con control parcial de accesos.

**Tabla 11. Clasificación según su geometría.**

**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores**



Partiendo de la vialidad ya existente, la vía posee diferentes transiciones en las cuales pasa de ser una autopista de condiciones especiales con múltiples canales, a una vía expresa o carretera tipo A, con dos y cuatro canales por sentido, tomando en cuenta las características geométricas, velocidad y volumen (Ver Tabla 12). Siguiendo el mismo orden de ideas, las curvas que se describen están ubicadas en tramos que entran en cada una de las clasificaciones, según la geometría anteriormente definidas.

#### 4.1.2. Tipo de carretera de acuerdo al diseño

CARRETERAS	Velocidad (km/h)	Volumen (veh/día)	Índice de Curvatura (grado/km)
<b>CARRETERAS PRINCIPALES</b>	<b>50 – 120</b>	<b>&gt; 200</b>	<b>&lt; 400</b>
CARRETERAS SECUNDARIA	≤ 60	≤ 200	≥ 400

**Tabla 12. Consideraciones en las carreteras de acuerdo al diseño**

**Fuente: NORVIAL (1985), editada por los Autores**

Características de las carreteras principales

- 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.

- Ambiente

Topografía ligeramente accidentada.

Poca información de las condiciones físicas.

Climatología variable según la zona 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.

## 4.2. Tránsito

Mediante el análisis de los elementos del tránsito se establecen las características y criterios básicos para la evaluación y diseño de una vialidad, lo cual te permiten determinar el nivel de funcionalidad de la misma. Las variables que se obtienen del tránsito que la componen son las siguientes:

### a) Tránsito promedio diario (TPD)

Ante los impedimentos de obtener datos actualizados a través de fuentes de información confiables, se realizó la estimación de los factores de tránsito partiendo de un estudio de volumen de tránsito mediante métodos de aforos o conteos vehiculares. El método que se utilizó fue el método manual,

el cual consistió en adquirir datos de volúmenes de tránsito a través de conteos vehiculares. Este método permitió la clasificación de vehículos por tamaño y tipo.

Teniendo en cuenta que para la realización de aforos con períodos de tiempo mayores a una semana se realizan mediante sistemas mecánicos y electrónicos, que a efectos de este estudio resultan inalcanzables por factores de economía, y en vista que no es la única variable de estudio, se efectuó un aforo con un periodo de tres días a partir de los días Martes hasta los días Jueves (opcit. Pág. 34), que sugiere que el comportamiento del tránsito es el más normal. Las horas comprendidas al momento de realizar el estudio fueron entre 7 a.m., y las 6 p.m., horas en la que transitan el mayor flujo vehicular registrados en los tramos en estudio, (curvas La Parchita (124+200) y la curva de Kashama (131+850)).

#### Consideraciones generales del aforo vehicular:

- Los conteos fueron realizados durante 3 días: martes, miércoles y jueves, los días establecidos por norma (opcit. Pág. 34).
- Los conteos se realizaron durante 4 horas diarias, con el objetivo de identificar lo más claramente posible, el comportamiento del flujo vehicular durante las horas de mayor actividad.
- Las horas de conteo fueron desde las 07:00 AM hasta 6:00 PM, en intervalos de una hora de conteo y una hora libre.
- Los conteos vehiculares fueron cerrados cada hora, con el objetivo de evaluar posibles variaciones horarias.
- Se proyectó un promedio entre los 4 aforos, para estimar el volumen de vehículos por hora.
- Los vehículos fueron agrupados según la clasificación mostrada en la Tabla 13.

---

### Tipología de vehículos

---

- Automóvil liviano de Pasajero
  - Camiones.
  - Camión remolque simple, intermedio. (CRSI)
  - Camión remolque simple, grande. (CRSG)
  - Autobús.
- 

**Tabla 13. Tipología de vehículos**  
**Fuente: NORVIAL (1985), editado por los Autores**

A manera de resumen, se expresan los datos obtenidos en los aforos realizados para el volumen vehicular, para cada uno de los tramos en estudio. Los resultados detallados se muestran en los anexos de este proyecto. Los datos obtenidos se muestran en los cuadros A y B:

Resumen de Aforo Vehicular en la curva La Parchita (124+200)

**Cuadro A**

	<b>Veh. Liviano</b>	<b>Camion</b>	<b>CRSI</b>	<b>CRSG</b>	<b>Autobus</b>
<b>MARTES</b>	506,33 v/h	38,33 v/h	32,66 v/h	42,33 v/h	13 v/h
<b>MIERCOLES</b>	549,67 v/h	114,67 v/h	60,67 v/h	35,33 v/h	11,67 v/h
<b>JUEVES</b>	463,67v/h	59v/h	36v/h	42v/h	11v/h
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>506,56 ≈ 507</b>	<b>70,67 ≈ 71</b>	<b>43,11 ≈ 44</b>	<b>39,89 ≈ 40</b>	<b>11,89 ≈ 12</b>

**VPH = 674 v/h**

Automóvil liviano	= 75,22%
Camión	= 10,53 %
CRSI	= 6,53%
CRSG	= 5,93 %
Autobús	= 1,78%

Donde el Tránsito Promedio Diario es:

$$\text{TPD} = (12 \text{ horas} \times 674 \text{ v/h}) + (12 \text{ horas} \times (0,20 \times 674\text{v/h}))$$

**TPD = 9706 Vehículos**

Resumen de Aforo Vehicular en la curva de Kashama (131+850)

**Cuadro B**

	Veh. Liviano	Camion	CRSI	CRSG	Autobus
<b>MARTES</b>	583,67 v/h	60,33 v/h	68 v/h	50 v/h	19,67 v/h
<b>MIERCOLES</b>	554 v/h	97,67 v/h	50,67 v/h	36 v/h	11,67 v/h
<b>JUEVES</b>	541v/h	63,33v/h	53v/h	43,67 v/h	13 v/h
<b>TOTAL PROMEDIO</b>	<b>559,56 ≈ 560</b>	<b>73,78 ≈ 74</b>	<b>57,22 ≈ 58</b>	<b>43,22 ≈ 44</b>	<b>14,78 ≈ 15</b>

**VPH = 751 v/h**

Automóvil liviano	= 74,56%
Camión	= 9,85 %
CRSI	= 7,72%
CRSG	= 5,86 %
Autobús	= 1,99%

Donde el Tránsito Promedio Diario es:

$$\text{TPD} = (12 \text{ horas} \times 751 \text{ v/h}) + (12 \text{ horas} \times (0,20 \times 751 \text{v/h}))$$

$$\text{TPD} = 10\ 815 \text{ Vehículos}$$

De manera que, para poder determinar las horas con mayor circulación, se entrevistó a los trabajadores y usuarios que transitan a diario haciendo transporte extra urbano por la vía, quienes manifestaron que a su parecer el flujo vehicular con mayor afluencia, se logra obtener en las horas comprendidas entre las 6 a.m. hasta las 6 p.m.; por lo tanto, se consideraron estas horas como las de mayor flujo durante el día. Posterior a esas horas, el tránsito es parcialmente bajo, por lo que se optó en utilizar principalmente el volumen comprendido en las horas de la jornada diurna. Sin embargo, se tomó 20% del total de vehículos por hora, para absorber los vehículos que circulan posterior a las horas establecidas para el estudio, es decir en la jornada nocturna, considerando los vehículos que transitan en horas de la noche.

b) Factor de Hora Pico (FHP)

Partiendo en lo descrito en el Capítulo II, y con los datos obtenidos del volumen de vehículos que circulan por los tramos en estudio, es posible determinar el Factor Hora Pico. Es importante destacar que para calcular el FHP, los volúmenes de demanda fueron medidos en tasas de flujo de 60 minutos, llevados a intervalos de 15 minutos. Por lo tanto, los resultados que se obtuvieron en los aforos permiten realizar el análisis del FHP, durante las horas comprendidas de 4:00 p.m., y las 5:00 p.m. Expresando el FHP mediante la Ec. (3), de la siguiente forma:

$$FHP = \frac{\text{Volumen hora pico}}{4 \text{ veces el volumen de los 15 min de mayor flujo}}$$

Continuando con lo descrito anteriormente, se pudo realizar el análisis de FHP, en la curva de La Parchita (124+200), de la Troncal 16 del Edo. Anzoátegui, sustituyendo los valores en la Ec. (3)

Donde:

Volumen Hora-Pico = 189Veh/h

15 min de mayor flujo = 52 veh.

Se obtiene:

$$FHP = \frac{189 \text{ veh/h}}{4 * 52 \text{ veh}} = 0,908$$

En el mismo orden de ideas, también se obtuvo el análisis de FHP, en la curva de Kashama (131+850), de la Troncal 16 del Edo. Anzoátegui, en donde se sustituyeron los valores en la Ec. (3) descrita en el Capítulo II

Donde:

Volumen Hora-Pico = 187 Veh/h

15 min de mayor flujo = 52 Veh

Se obtiene:

$$FHP = \frac{187 \text{ veh/h}}{4 * 52 \text{ veh}} = 0,899$$

## c) Composición del tránsito:

Con la información obtenida en los conteos realizados del aforo vehicular, se pudo obtener la información de los tipos de vehículos que circulan a través de la vía que influye en el diseño de la carretera, los cuales se muestra en la Tabla 14:

	<b>Símbolo</b>	<b>Características principales</b>	<b>Uso más frecuente</b>	<b>Tipo más Frecuente</b>
<b>Vehículos livianos</b>	P en el manual interamericano VP	Bastidor rígido 4 ruedas y 2 ejes	Pasajeros y carga liviana	Sedan, Camionetas, Furgonetas
<b>Vehículos pesados</b>	WB-12 en el manual interamericano SR	Bastidor articulado	Carga pesada y extra-pesada	Gandola
	WB-15 o aparece en el manual interamericano	Igual al WB- 12 pero más largo.	-	-

**Tabla 14. Tipos de vehículos.**  
**Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.**



d) Vehículos de diseños.

Partiendo por lo descrito en la norma AASTHO GDSH(2011), sugiere que “*para el diseño de cualquier obra vial, se opta como vehículo tipo el más grande que probablemente use la obra con considerable frecuencia o un vehículo de diseño con condiciones especiales que deben tomarse para el dimensionamiento de la vía*” (pág.56). Basado en gran parte en las dimensiones y características de operación de los vehículos y de la vía, se considera un vehículo tipo como base para el cálculo del diseño de las curvas en estudio.

Basado en el criterio anterior, se define como vehículo de diseño el tipo Semi-remolque WB-15, cuyas dimensiones, peso y características de operación, serán utilizados para establecer las condiciones que regirán el proyecto, dichas características se presentan la Figura 20.

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

**Figura 20. Dimensiones y radio de giro del vehículo de diseño**

**Fuente: MTC (1997), editado por los autores**

Estos radios de giro mínimos corresponden a velocidades no mayores de 15 kph. (Ver Figura 21)

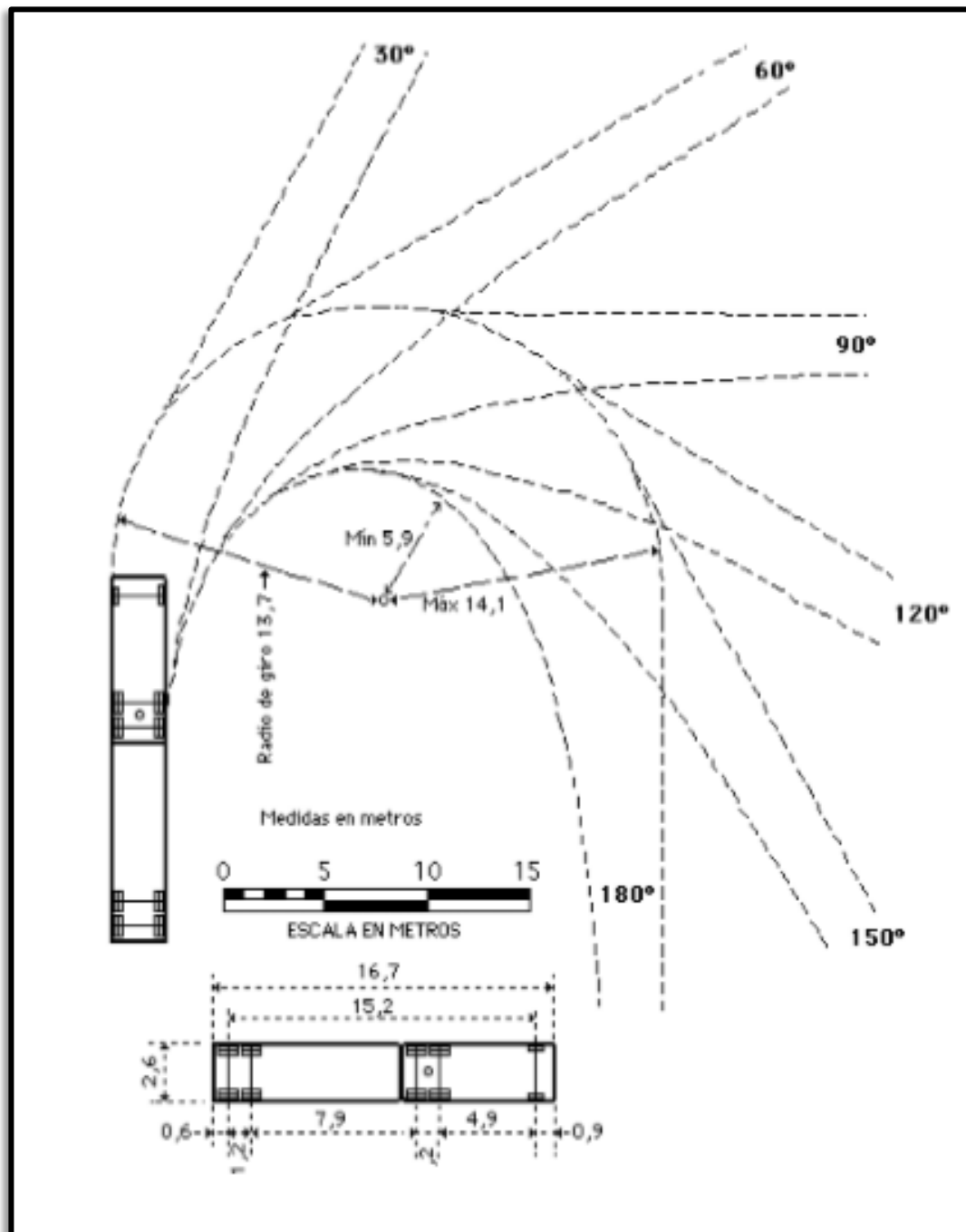


Figura 21. Trayectoria mínima de vehículo.

Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.

### 4.3. Velocidad

La velocidad es uno de las más importantes variables como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, para lo cual se toman las siguientes consideraciones mostrada en la Tabla 16:

TERRENO	AUTOPISTA (km/h)	CARRETERA (Km/h)
Llano	100 - 130	90 - 120
Ondulado	80 - 120	60 - 100
Montañoso	70 - 100	30 - 80

**Tabla 15. Velocidades normales de diseño.  
Fuente: MTC (1997), editado por los Autores**

Donde:

- Es considerado para tramo de la curva La Parchita.
- Es considerado para tramo de la curva de Kashama.

#### 4.3.1. Velocidad de Diseño

##### a) Velocidad de Diseño curva La Parchita (124+200)

La velocidad de diseño que se consideró para el tramo de la curva La Parchita (124+200), es de 110 km/h, siendo la velocidad máxima a la cual los vehículos podrán circular con seguridad sobre el camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito sean favorables; tomando en cuenta una condición física importante que se desarrolle dentro de una curva, por lo que se hace necesario una reducción de la velocidad al momento de entrar a la curva.

b) Velocidad de Diseño curva Kashama (131+850).

Manteniendo el mismo orden de ideas, la velocidad de diseño que se consideró para el tramo de la curva de Kashama (131+850), es de 100 km/h, siendo la velocidad máxima a la cual los vehículos podrán circular con seguridad sobre el camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito sean favorables, tomando en cuenta una condición física importante que se desarrolle dentro de una curva, por lo que se hace necesario una reducción de la velocidad al momento de entrar a la curva.

#### **4.3.2. Velocidad de Operación**

Para este propósito, el cálculo de la velocidad de proyecto en las curvas en estudio, fue realizado mediante el método del cronometro. Éste consiste en tomar una distancia fija (50 metros), en un tramo recto justo antes de entrar en la curva en ambos sentidos; tomar el tiempo que tarda un vehículo seleccionado al azar en recorrer esa distancia y así obtener un promedio de velocidades para obtener la velocidad de operación que posee la vía.

a) Velocidad de operación curva La Parchita (124+200).

Bajo las consideraciones anteriores, los estudios de velocidad que se realizaron en la curva La Parchita, presentaron la velocidad de operación de los vehículos al entrar en la curva. Los resultados están dados en metros por segundo (m/s), por lo que el resultado se afectó por un factor de conversión para llevarlos a Km/h, los resultados se demuestran en la Tabla 16 y la figura 22.

<b>Velocidad Promedios Curva de La Parchita (124 + 200,00)</b>			
<b>N°</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>
<b>Sentido AB</b>			
<b>1</b>	2,14	23,36	84,11
<b>2</b>	2,44	20,49	73,77
<b>3</b>	2,8	17,86	64,29
<b>4</b>	2,09	23,92	86,12
<b>5</b>	1,9	26,32	94,74
<b>Sentido BA</b>			
<b>6</b>	2,65	18,87	67,92
<b>7</b>	1,8	27,78	100
<b>8</b>	2,25	22,22	80
<b>9</b>	1,84	27,17	97,83
<b>10</b>	1,58	31,65	113,92
<b>Sentido AB</b>	<b>2,274</b>	<b>22,39</b>	<b>80,61</b>
<b>Sentido BA</b>	<b>2,024</b>	<b>25,54</b>	<b>91,93</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,149</b>	<b>23,96</b>	<b>86,27</b>

Tabla 16. Velocidades Promedio de Operación. Curva de La Parchita.

Fuente: Autores.

Tomando como ejemplo el primer valor de la tabla:

$$\frac{50 \text{ m}}{2,14 \text{ seg}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} = 84,11 \text{ km/h}$$

O por un factor de conversión expresado por:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} = \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 3,6 \text{ km/h}$$

Factor de conversión: 3,6 km/h

$$23,36 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 84,11 \text{ km/h}$$

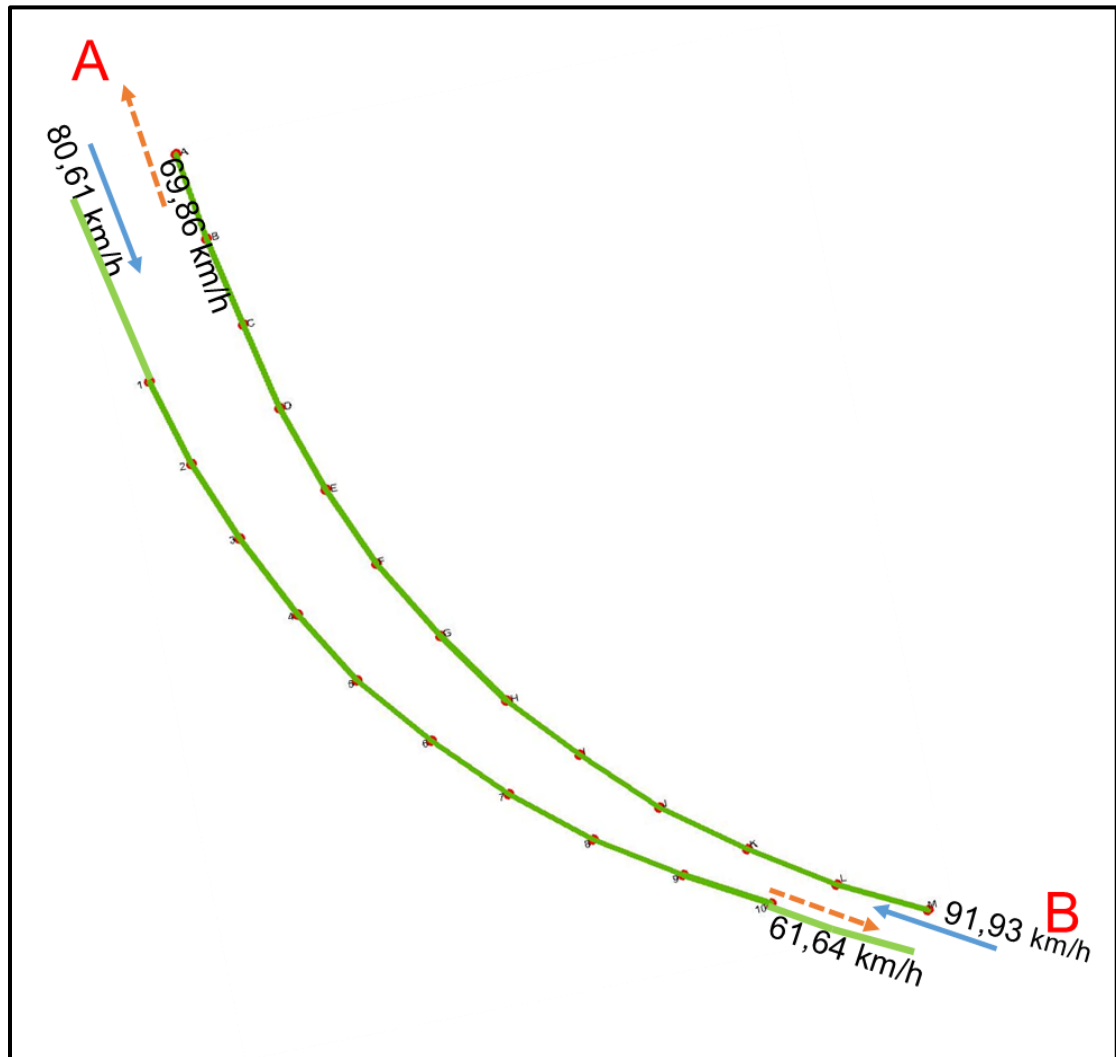


Figura 22. Velocidad Promedio de Operación. Curva de La Parchita.

Fuente: Autores

b) Velocidad de Operación curva de Kashama (131+850).

En el mismo orden de ideas, los estudios de velocidad que se realizaron en el tramo que corresponde a la curva de Kashama, en kilómetro 131 de la Troncal 16, fueron hechos siguiendo el método del cronometro. Los resultados que se obtuvieron fue necesario afectarlos por un factor numérico para transformarlos de m/s a km/h, los cuales se presentan en la Tabla 17 y la Figura 23:

<b>Velocidad Promedios Curva de Kashama (131 + 850,00)</b>			
<b>N°</b>	<b>Tiempo (seg)</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	<b>Velocidad (km/h)</b>
<b>Sentido AB</b>			
<b>1</b>	2,72	18,38	66,18
<b>2</b>	2,98	16,78	60,40
<b>3</b>	3,42	14,62	52,63
<b>4</b>	2,66	18,80	67,67
<b>5</b>	2,57	19,46	70,04
<b>Sentido BA</b>			
<b>6</b>	1,71	29,24	105,26
<b>7</b>	2,04	24,51	88,24
<b>8</b>	2,23	22,42	80,72
<b>9</b>	2,87	17,42	62,72
<b>10</b>	4,26	11,74	42,25
<b>Sentido AB</b>	<b>2,87</b>	<b>17,61</b>	<b>63,38</b>
<b>Sentido BA</b>	<b>2,62</b>	<b>21,07</b>	<b>75,84</b>
<b>Promedio</b>	<b>2,75</b>	<b>19,34</b>	<b>69,61</b>

Tabla 17. Velocidad promedio de Operación. Curva de Kashama.

Fuente: Autores.

Tomando como ejemplo el primer valor de la tabla:

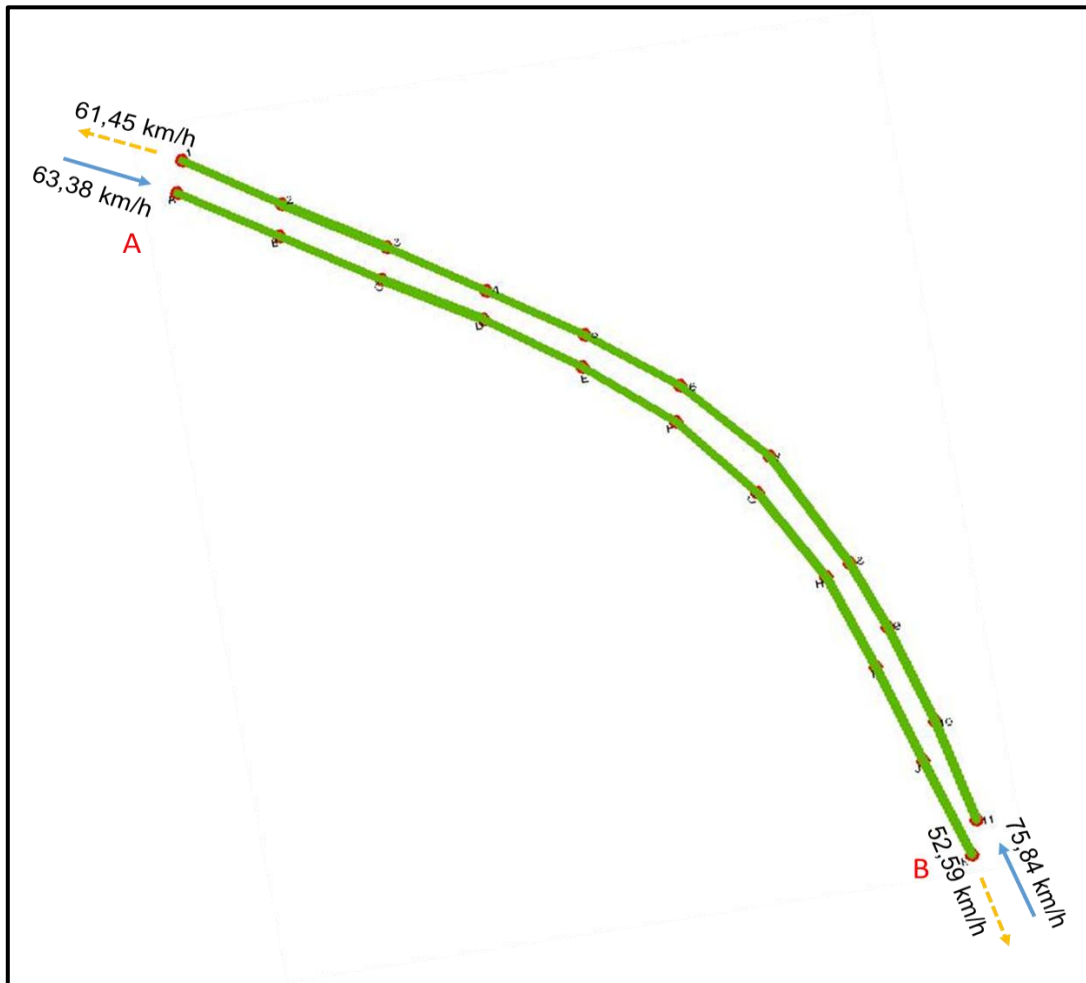
$$\frac{50 \text{ m}}{2,72 \text{ seg}} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} = 66,18 \text{ km/h}$$

O por un factor de conversión expresado por:

$$\frac{m}{s} * \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} * \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h}} = \frac{3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 3,6 \text{ km/h}$$

Factor de conversión: 3,6 km/h

$$18,38 \frac{m}{s} * 3,6 \frac{km}{h} = 66,18 \text{ km/h}$$



**Figura 23. Velocidades promedio de Operación. Curva de Kashama.**  
Fuente: Autores.



A manera de resumen, las velocidades de proyecto en ambos tramos demuestran que no exceden los límites de velocidad de diseño establecidos en las normas, por lo que las velocidades que se desarrollan al entrar en las curvas resultan eficientes. No obstante, no queda exento que los vehículos al entrar en las curvas deben hacer reducción de manera brusca de la velocidad y maniobras para mantener el control, debido a variables que existen en el pavimento y en su geometría.

#### 4.4. Nivel de servicio

La AASHTO, exhorta a optar el nivel de servicio de una carretera, en función de su clasificación y las características del terreno. Para efectos de la investigación, el Nivel de Servicio que debe poseer la vía mediante la velocidad promedio de viaje de los vehículos, comprendiendo tanto vehículos ligeros como pesados, no debe ser menor a un nivel de servicio B (Figura 24 y 25), ya que la importancia de la vía por ser de tráfico tanto nacional como internacional se adecua a las necesidades, criterios y velocidades comprendidas entre 70 a 120 km/h, establecido en los criterios anteriores para ambas curvas en estudio.

<u>Nivel de Servicio B</u>	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.
----------------------------	--

**Figura 24. Niveles de Servicio para Carreteras**  
Fuente: MTC (1997), editado por los Autores

<u>Nivel de Servicio B</u>	Flujo estable Velocidad de operación $\geq 90$ kph. En condiciones ideales el volumen de servicio es de 2200 vph en 2 canales de un mismo sentido. Cada canal adicional puede llevar 700 vph adicionales.
----------------------------	---

**Figura 25. Niveles de Servicio para Autopista.**  
Fuente: MTC (1997), editado por los Autores.

#### 4.5. Volumen de Servicio

En relación con este último, las carreteras se diseñan para funcionar con volúmenes horarios por debajo de la capacidad de la vía. Definiendo capacidad como el volumen máximo de tránsito que circula en una carretera, la cual esté dispuesta a tolerar sin un mínimo de congestionamiento.

##### **Volumen de servicio en curva La Parchita (124+200,00)**

El análisis del volumen de servicio correspondiente a la curva La Parchita, en el kilómetro (124 + 200,00), de la Troncal 16, del Estado Anzoátegui, posee una depreciación o reducción de su calzada, pasando de una autopista de múltiples canales por sentido a una carretera negra tipo A; por lo tanto, para el análisis y cálculo del nivel de servicio, se asume como una vía expresa de múltiples canales por poseer las condiciones más desfavorables que pueden afectar la funcionalidad del tramo en estudio. Se utiliza la fórmula para analizar la operación de Autopistas, vías expresas y carreteras de canales múltiples Ec. (4) expresada en el Capítulo II.

La Ec. (4) para calcular el volumen de servicio en autopistas, vías expresas y carreteras de canales múltiples. Se expresa de la siguiente manera:

$$V_{si} = 2000 \times v_c \times N \times W \times T_i \times B_i$$

Donde:

- a) Relación entre la rata de flujo y la capacidad (v/c)<sub>i</sub>

Para calcular relación entre la rata de flujo y la capacidad de las carreteras de dos canales, se parte del valor obtenido sobre la Velocidad de operación en el tramo en estudio y el valor límite para Velocidad de Proyecto.

Utilizando la Figura 12 Niveles de Servicio y Volúmenes en Carreteras de Múltiples Canales, descrita en el Capítulo II, obteniendo para una Velocidad de Operación menor a 90 km/h y un valor límite para velocidad de proyecto ponderada de 110 km/h, obtiene que  $(V/C)_i = 0,50$ .

- b) Factor de ajuste por ancho de la calzada y distancia de obstáculos laterales ( $W$ ).

Para el cálculo del factor de ajuste por ancho de calzada y obstáculos laterales, se utilizó la Figura 13 descrita en el Capítulo II, debido a que los valores de ancho de calzada de la curva son de 5,70 metros por canal, y los obstáculos laterales se encuentran a una distancia mayor de 7 metros en ambos lados, asumimos un valor de  $W = 1$ .

- c) Factor de ajuste para camiones en pendiente ( $T_i$ )

Para obtener el valor de ajuste para camiones, se ubicó en la Figura 14 Factor de Ajuste para Camiones y Autobuses en Pendiente, descrita en el Capítulo II del proyecto. Se hace necesario obtener la equivalencia en vehículos livianos de camiones ( $E_t$ ), dado por la Figura 15, también descrita en el Capítulo II, obteniendo como valor correspondiente a terreno llano  $E_t = 2$ .

Teniendo en cuenta que el porcentaje de camiones que transitan en el tramo en estudio representa 23% del volumen promedio por hora, es posible ingresar a la Figura 14 Factor de Ajuste de Camiones en Pendiente, y se realiza una interpolación que permite conocer el valor exacto para un volumen de 23%, por lo tanto el valor para  $T_i = 0,82$ .

d) Factor de ajuste para autobuses en pendiente ( $B_i$ )

Para obtener el valor de ajuste para autobuses se utilizó la Figura 14, Factor de Ajuste para Camiones y Autobuses en Pendiente, descrita en el Capítulo II del proyecto. Para obtener el valor requerido, es necesario conocer el valor de equivalencia en vehículos livianos de autobuses ( $E_b$ ), dada por la Tabla 6, descrita en el Capítulo II de este proyecto.

Tomando en consideración que el porcentaje de autobuses representa 1,78%, del volumen promedio hora que transita por la vía. Según NORVIAL sugiere que en la mayoría de los casos no es necesario considerar separadamente los autobuses, el equivalente solo aplica cuando el volumen de autobuses sea significativo. Surge la necesidad de considerar la equivalencia en vehículos livianos de autobuses, debido a que la vía posee una gran importancia dentro del sistema carretero de la nación, y por las consideraciones de diseño de la curva se hace necesario conocer todas las variables que pudiesen afectar el funcionamiento en dicha curva.

En referencia a lo anterior, se obtiene el valor correspondiente a la Figura 15, Equivalencia en Vehículos Livianos de Autobuses, por lo que se obtiene que  $E_b = 1,6$ . Debido a que Factor de Ajuste para Camiones y Autobuses en Pendiente Figura 14, el valor de  $E_b$  no supera el mínimo para ingresar en la tabla, se asume el valor mínimo  $E_b = 2$

Por lo tanto, haciendo una interpolación entre el porcentaje de autobuses, arroja que el valor exacto de ajuste para autobuses en pendiente es  $B_i = 0,982$

Con base a los datos anteriores ya definidos, se determina el flujo vehicular máximo en la curva La Parchita (124+200,00), de la Troncal 16, del Estado Anzoátegui. El número de canales en sitio es de dos canales por sentido  $N = 2$ , sustituyendo los valores definidos anteriormente en la Ec. (4), se obtiene:

$$V_{si} = 2.000 \times 0,50 \times 2 \times 1 \times 0,82 \times 0,982$$

$$V_{si} = 1610,48 \approx 1611 \text{ Veh/h.}$$

El resultado anterior representa flujo horario en ambos sentidos de la vialidad antes de producirse un congestionamiento. Conviene aclarar que al hablar de congestionamiento en una carretera, no se refiere a la paralización de todo el movimiento vehicular, sino cuando la corriente de tránsito empieza a perder su capacidad de flujo libre. Y basándose en los resultados obtenidos se determinó por la Figura 12 que el nivel de servicio de la curva en estudio es "B/C".

### **Volumen de servicio en la curva de Kashama (131+850,00)**

En el mismo orden de ideas, se realizó el análisis de volumen de servicio de la curva de Kashama en el kilómetro (131+850,00), de la Troncal 16, del estado Anzoátegui. La vía posee una calzada de 10 metros de ancho aproximadamente, con canales de 4,15 metros cada canal, la curva está en un tramo de la vía, que es una carretera tipo A de dos canales. Para la realización del análisis de volumen de servicio se utiliza la Ec. (3) descrita en el Capítulo II.

En la misma forma en la que se hizo el análisis anterior se plantea de manera más resumida así:

$$V_{si} = 2000 \times v_c \times N \times W \times T_i \times B_i$$

Donde:

a) Relación entre la rata de flujo y la capacidad  $(v/c)_i$

En relación a éste, se utilizó la Figura 12, Niveles de Servicio y Volúmenes de Servicio en Carreteras de Múltiples Canales, entrando con los valores de velocidad de operación igual o mayor a 70 km/h, y una velocidad de proyecto de 100 km/h se interpola un valor para la relación de la rata de flujo y la capacidad, obteniendo que  $(V/C)_i = 0,583$

b) Factor de ajuste por ancho de la calzada y distancia de obstáculos laterales (W).

En referencia a esta variable, se utilizó la Figura 13, Factor de Ajuste de Ancho de Canal y Distancia a Obstáculos Laterales, descrita en el Capítulo II del proyecto, por lo tanto se obtiene que  $W = 0,97$ .

c) Factor de ajuste para camiones en pendiente ( $T_i$ )

Para obtener el factor de ajuste de camiones en pendiente, es necesario obtener la equivalencia de vehículos livianos en camiones ( $E_t$ ). Se obtiene mediante la Figura 15, según las condiciones topográficas para terreno llano, cuyo resultado es  $E_t = 2$ .

Continuando con lo anteriormente referido y tomando en cuenta el porcentaje de camiones que transitan por el tramo en estudio que es de 23,43%, permite obtener el factor de ajuste de camiones utilizando la Figura 14. Interpolando el valor del porcentaje se obtiene  $T_i = 0,81$

d) Factor de ajuste para autobuses en pendiente ( $B_i$ )

En el mismo orden de ideas, éste se efectúa de la misma forma que la variable anterior. Primero, es necesario conocer la equivalencia de vehículos livianos en autobuses ( $E_b$ ) el cual se obtiene en la Figura 15 en condiciones topográficas sobre terreno llano y corresponde  $E_b = 1,6$  ; tomando en cuenta el porcentaje de autobuses en el tramo en estudio que representa 1,99% del promedio horario.

Por lo tanto, utilizando la Figura 14, e ingresando las variables anteriormente planteadas, se obtiene que  $B_i = 0,98$

Ahora, con base a los datos anteriormente definidos, se determina el volumen de servicio máximo, sustituyendo los valores en la  $E_c$  (4), descrita en el Capítulo II de este proyecto, se obtiene:

$$V_{si} = 2.000 \times 0,583 \times 2 \times 0,97 \times 0,81 \times 0,98$$

$$V_{si} = 1795,60 \approx 1796 \text{ Veh/h.}$$

Cabe destacar que al hablar de congestionamiento, en una carretera no se refiere a la paralización de todo el movimiento, sino cuando la corriente de tránsito empieza a perder su capacidad de flujo libre, y basándose en los resultados obtenidos se determinó que el nivel de servicio de la curva en estudio es "C/B".

#### **4.6. Diseño de visibilidad**

##### a) Distancia en visibilidad de frenado

a.1) Distancia en visibilidad de frenado en la curva La Parchita (124 + 200,00)

Según se ha definido en el Capítulo II, y partiendo de la velocidad de diseño en la curva en estudio que corresponde a 110 km/h, y partiendo de los valores de la Figura 16 descrita en el Capítulo II de este proyecto, se obtiene como resultado una distancia de 251 metros. Esta es la distancia mínima que debe existir en toda la longitud del camino, necesaria para que un conductor que transita cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él y producir un accidente.

a.2) Distancia en visibilidad de frenado en la curva de Kashama (131 + 850,00)

Tal y como se ha definido en el Capítulo II, se determinó la distancia de visibilidad de frenado mediante la Figura 16, partiendo de una velocidad de diseño para el tramo en estudio de 100 km/h, se obtiene una distancia de frenado de 207 metros, la mínima que necesita el conductor para poder reaccionar ante una situación que ponga en riesgo su seguridad y sea necesario detener el vehículo.



b) Distancia en visibilidad de paso

b.1) Distancia en visibilidad de paso en la curva de La Parchita (124 + 200,00)

De igual forma, partiendo de la velocidad de diseño en el tramo de estudio que corresponde a 110 km/h, se obtiene a partir de la Tabla 3 descrita en el Capítulo II del proyecto, la distancia de visibilidad de paso es de 750 metros, distancia óptima para que un vehículo que circula a velocidad de diseño realice dicha maniobra y rebase a otro que va a una velocidad menor, sin que se ocasione una colisión con otro vehículo que venga en sentido contrario.

b.2) Distancia en visibilidad de paso en la curva de Kashama (131 + 850,00)

Se obtiene la distancia de visibilidad de frenado en este tramo utilizando la Tabla 3, descrita en el Capítulo II del proyecto, y partiendo de la velocidad de proyecto del tramo en estudio que corresponde a 100 km/h, por lo tanto la distancia de visibilidad de paso es de 670 metros, distancia necesaria para que un vehículo que circula a velocidad de proyecto realice dicha maniobra y propase a otro vehículo que va a una velocidad menor, sin que se ocasione un choque con otro vehículo que venga en sentido contrario.

c) Distancia en visibilidad de decisión

c.1) Distancia en visibilidad de decisión en la curva de la Parchita (124 + 200,00)

Se computa utilizando la Ec. (5), definida en el Capítulo II, donde se sustituyeron las variables y se obtuvo:

$$dB = 3,762V - 23,128$$

$$dB = 3,762 \times (110 \text{ km/h}) - 23,128$$

$$dB = 390,70 \text{ m}$$

Siendo 390,70 metros, la distancia mínima requerida para un conductor que circule a velocidad de Proyecto, poder tomar una decisión de maniobrar su vehículo ya sea para rebasar, frenar o esquivar algún obstáculo.

c.2) Distancia en visibilidad de decisión en la curva de Kashama (131 +850,00)

En base a lo anterior, se sustituyen los valores en la Ec. (5), definida en el Capítulo II de este proyecto, con la cual se obtiene que:

$$dB = 3,762V - 23,128$$

$$dB = 3,762 \times (100 \text{ km/h}) - 23,128$$

$$dB = 353,07 \text{ m}$$

Este resultado es la distancia necesaria para que un conductor que conduzca a velocidad de diseño pueda tomar una decisión para maniobrar su vehículo sin poner en riesgo su propia seguridad o la de otras personas que circulen en la vía.

#### **4.7. Diagnóstico y Evaluación de la Vialidad**

Ante la situación planteada, se realizó un levantamiento topográfico mediante la utilización de una estación total en los tramos en estudio, siendo la curva de La Parchita, en la progresiva (124+200,00), y la curva de Kashama, en la progresiva (131+850,00), en orden correspondiente de la vía nacional Troncal 16, del Estado Anzoátegui, en donde los resultados obtenidos fueron analizados y dibujados utilizando *softwares* especializados para este propósito (AutoCAD 2015, AutoCAD Civil 3D 2016).

Al desarrollar y analizar la información del levantamiento topográfico con el *software* AutoCAD Civil 3D, permitió conocer más específicamente las variables de operación de la vía, como lo son: el ángulo de deflexión, la tangente del eje, tangente externa, radio de curvatura, longitud de la curva, peralte, radio de giro, y perfiles transversales de la vía, definidos en los planos de detalle (ver Anexos C). Dichas variables más adelante permiten acceder al diagnóstico de los tramo en estudio.

##### **4.7.2. Evaluación de la Curva La Parchita (124 + 200,00)**

La curva que está situada en el kilómetro 124, de la vía nacional Troncal 16, del Estado Anzoátegui, conocida por los usuarios como curva de La Parchita, un hito de gran renombre por quienes conocen y transitan por esta vía, debido a la gran cantidad de accidentes que han ocurrido y han dejado una larga lista de pérdidas materiales y humanas. Al haber realizado los análisis pertinentes a los estudios hechos en el tramo en estudio, junto a los resultados que se obtuvieron por medio del *software* Civil 3D 2016, se concluyó que la curva presenta una serie de inconvenientes en su geometría, presentando una reducción de la calzada evidente en la progresiva (0+400,00), ya que existe una transición que parte de una autopista y se

reduce a una carretera de dos canales, la cual ocurre a lo largo de la curva en estudio.

Otra variable que afecta la geometría de la curva es la visibilidad de los usuarios. Tanto la visibilidad de paso como la visibilidad de decisión, lo referido en las especificaciones para visibilidad establecidos en la norma (opcit. Pág. 35). Descritos en el Capítulo II en este proyecto, describe que la visibilidad de decisión es afectada por el cambio brusco en el número de canales de circulación de la curva.

De igual forma, la curva no cumple los lineamientos mínimos de peralte y transición de peralte establecidos por la norma vial venezolana, ya que, el análisis del levantamiento planialtimétrico realizado con el programa AutoCAD Civil 3D, no se logró apreciar una elevación transversal de la calzada ni alguna transición que ayude al conductor a tomar la curva de una manera segura y confortable (ver anexos C), por lo tanto, se asume que no hubo ningún criterio de diseño al momento de la construcción de la curva para el cual. En su momento, la curva se construyó como una solución provisional mientras se realizaban propuestas para la continuación de la autopista, manteniéndose como la única vía de comunicación hasta el momento.

#### **4.7.3. Evaluación de la curva de Kashama (131 + 850,00)**

Considerando los estudios que se han realizado de volumen vehicular, velocidad y los análisis en la geometría en este segmento de la vía, se observó que la mayoría de las variables están afectando la servicialidad de la curva; sin embargo, al realizar el análisis del levantamiento topográfico con el *software* AutoCAD Civil 3D, para obtener datos generales de la curva, se determinó que el radio de giro de la misma no cumple con el mínimo

requerido por la norma vial venezolana, que establece que el radio de giro mínimo para una curva horizontal en una carretera principal como esta no debe ser menor a 200 metros. Dadas por las condiciones geográficas en la que ésta se encuentra la curva de Kashama (131+850,00), posee un radio de giro de 182,21 metros por lo que se encuentra muy por debajo del requerimiento mínimo para este tipo de vía.

Continuando con el mismo orden de ideas, al haber analizado los datos del levantamiento planialtimétrico, también se puede apreciar que al momento de trazar los arcos de intersección para obtener las distancias de tangente de entrada (TE), y tangente de salida (TS), del vértice del eje en la curva y el centro del arco de la curva, no se encuentran paralelos entre sí, detallados en planos 3 y 4 (ver Anexos C) , por lo que hace complicado obtener la distancia de tangente externa. En este sentido, existe un probable déficit de aplicaciones de especificaciones técnicas al momento de haber sido diseñada esta curva.

De igual forma, en la visita en sitio se pudo observar que existen elementos de gran tamaño e importancia muy cercanos a la vía. esto ocasiona un problema de obstáculos laterales de considerables magnitudes en el tramo en estudio, como lo son: la estación de servicio que se encuentra al borde de la calzada, la proximidad de un puente que atraviesa el río Guanipa y el oleoducto GT-1823 del Centro Operacional Bare, que posee una llave de paso con defensas de concreto, que pasa aproximadamente a 10 metros del borde de la calzada; de la misma manera, las altas velocidades con que entran los vehículos a la curva y añadiendo el bajo porcentaje de elevación transversal en la calzada, hacen que las condiciones del tramo en estudio afecten significativamente la seguridad de los usuarios que transitan por esta vía.

A manera de resumen, la curva en el kilómetro 131 de la vía nacional Troncal 16, del Estado Anzoátegui, comúnmente conocida como la curva de la Estación de Servicio El Río o Curva de Kashama, presenta una serie de variables que afectan directa e indirectamente el correcto funcionamiento de la vía, lo que incrementaría la probabilidad de accidentes de tránsito que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios.

#### **4.8. Diseño de Alineamientos Horizontales**

A lo largo de los planteamientos hechos, se presenta una propuesta y un nuevo diseño de la curva de La Parchita y la curva de Kashama, los cuales fueron evaluados para proveer comodidad y seguridad a los usuarios que transitan la vía, y más aún, al momento de atravesar las curvas. Mediante el uso de las normas AASTHO (2011) y la norma MTC (97), se adoptaron valores a criterios y variables en curvas horizontales, como también se usó el *software* AutoCAD Civil 3D 2016, para realizar los nuevos diseños de las curvas, considerando que el *software* usa en su data interna la norma AASTHO 2011, para diseño geométrico de vías. Por lo tanto, algunos valores que fueron necesarios para ingresar en el programa, se obtuvieron de especificaciones de diseño en las normas venezolanas.

##### **4.8.2. Propuesta y Diseño en la Curva de La Parchita (124+200,00)**

Para el nuevo diseño en este tramo en estudio, se analizaron todas las variables que ocasionan un problema en dicho tramo, por lo tanto, se comenzó a partir en base a los datos obtenidos en el levantamiento topográfico y a la evaluación realizada en esta curva. A efectos de éste, se propone un diseño geométrico de la curva cuyas variables principales se determinan:

- Velocidad de diseño: 120 km/h
- Velocidad de operación en la curva: 96 km/h
- Distancia de Visibilidad de frenado: 302 metros
- Distancia de Visibilidad de paso: 820 metros
- Distancia de Visibilidad de decisión: 428 metros
- Ancho de canal: 6 metros
- Número de canales: 2 por sentido
- Ancho de calzada: 32 metros

En referencia a lo anterior, según las variables descritas, soportados en las especificaciones establecidas en el Capítulo II, la visibilidad de frenado se obtuvo de la Figura 16, de igual forma la velocidad de paso es establecida por la Tabla 3, y estima la distancia óptima para realizar la maniobra de paso. Cabe destacar que no se recomienda realizar la maniobra de paso en curvas horizontales y curvas verticales. La visibilidad de decisión se determinó por medio de la ecuación 5, sustituyendo la velocidad de proyecto para obtener el resultado.

Partiendo de los resultados del levantamiento topográfico y haciendo uso del *software* AutoCAD Civil 3D, (*software* especializado para el diseño de alineamientos curvos y rectos), se obtuvieron las variables de la geometría del nuevo diseño propuesto para esta curva, obteniendo los valores que se muestran en la Tabla 18:

<b>Tabla de Elementos de Curva de La Parchita (124 + 200,00)</b>	
<b>Dirección</b>	S34° 40' 26'' E
<b>Angulo Delta (<math>\Delta</math>)</b>	50° 13' 07''
<b>Radio de Giro</b>	350 m
<b>Tangente Externa (T)</b>	164,02 m
<b>Longitud (L)</b>	306,77 m
<b>Longitud de Cuerda (Lc)</b>	297,04 m
<b>Secante Externa (E)</b>	36,53 m
<b>Punto de Intersección (PI)</b>	1011256,35N 350080,87E
<b>Coordenada de inicio de la curva (TC)</b>	1011418,09N 350053,62E
<b>Coordenada de final de la curva (CT)</b>	1011173,80N 350222,61E

**Tabla 18. Elementos de la Curva de La Parchita.**

**Fuente: Autores.**

Los valores arrojados por el *software*, tomando en cuenta los datos anteriores, permitieron arrojar las variables de peralte y transición de peralte. Dichas variables se consideraron según la norma AASTHO (2011), para diseño de carreteras, adoptando valores de 8% de elevación transversal, con una transición de peralte cada 20 metros aproximado, lo que cumple con los parámetros descritos en el Capítulo II. Con los resultados obtenidos por el *softwar* AutoCAD Civil 3D, se presenta un nuevo diseño geométrico de la curva de La Parchita (124 + 200,00), descrito en el plano 5 (Ver Anexo C), y es recomendable mantener el ancho de canal definido anteriormente a lo largo de todo el tramo recto que continúa por 2.5 km, lo cual mejorará la seguridad y aumentará la servicialidad.



#### 4.8.3. Propuesta y Diseño en la Curva de Kashama (131+850,00)

Para la propuesta del nuevo diseño, se consideraron todas las variables que ocasionan un problema en dicho tramo, por lo tanto se abordó a partir de los datos obtenidos en el levantamiento topográfico y a la evaluación ejecutada en esta curva; de manera que, se propone un diseño geométrico de la curva cuyas variables determinan las siguientes características:

- Velocidad de diseño: 100 km/h
- Velocidad de operación en la curva: 87 km/h
- Distancia de Visibilidad de frenado: 207 metros
- Distancia de Visibilidad de paso: 570 metros
- Distancia de Visibilidad de decisión: 353 metros
- Ancho de canal: 4.40 metros
- Número de canales: 2 canales por sentido
- Ancho de calzada: 17,60 metros

Según las variables planteadas, basadas en las especificaciones establecidas en el Capítulo II de este proyecto, la visibilidad de frenado se obtuvo de la Figura 16. De igual forma la velocidad de paso es determinada por la Tabla 3 y estima la distancia óptima para realizar la maniobra de paso. Cabe agregar que no se recomienda realizar la maniobra de paso en curvas horizontales y curvas verticales. La visibilidad de decisión se determinó por medio de la ecuación 5, sustituyendo la velocidad de proyecto para obtener el resultado.

Entonces, a partir de los resultados del levantamiento topográfico, y haciendo uso del *software* AutoCAD Civil 3D (*software* especializado para el diseño de alineamientos curvos y rectos), se determinaron las variables de la geometría del nuevo diseño propuesto para esta curva, obteniendo los valores que se presentan en la Tabla 19:

<b>Tabla de Elementos de la Curva de Kashama (131 + 850,00)</b>		
<b>Dirección</b>	N17° 22' 14'' W	
<b>Ángulo Delta (<math>\Delta</math>)</b>	42° 22' 35''	
<b>Radio de Giro</b>	200 m	
<b>Tangente Externa (T)</b>	77,53 m	
<b>Longitud (L)</b>	147,92 m	
<b>Longitud de Cuerda (Lc)</b>	144,57 m	
<b>Secante Externa (E)</b>	14,50 m	
<b>Punto de Intersección (PI)</b>	1005312,19N	355182,36E
<b>Coordenada de inicio de la curva (TC)</b>	1005234,83N	355177,20E
<b>Coordenada de final de la curva (CT)</b>	1005372,82N	355134,03E

**Tabla 19. Elementos de la curva de Kashama.**

**Fuente: Autores.**

Las variables arrojadas por el *software*, tomando en cuenta los datos anteriores, y los valores de peralte y transición de peralte, estos valores se consideraron según la norma AASTHO (2011), para diseño de vías, adoptando valores de peralte de 8% con una transición cada 20 metros aproximado establecidos por el *software*. De forma que se concluyó que con los resultados obtenidos por el *software* AutoCAD Civil 3D se presenta un nuevo diseño geométrico de la curva de Kashama (131 + 850,00), descrito en el plano 6 (Ver Anexo C), el nuevo diseño proporciona de manera más eficiente el confort de los usuarios que circularan por esta vía, y es recomendable mantener las dimensiones descritas en el cuadro anterior.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1. Conclusiones**

##### **5.1.1. Curva de la Parchita (124 + 200,00)**

- Según los datos recolectados en sitio para volumen vehicular, factor hora pico, velocidad de operación, número de carriles, se obtiene como resultado que el nivel de servicio en la curva es B-C, lo que indica que la vía se encuentra en condiciones estables con tendencia a generarse su deterioro y disminuir el nivel de servicialidad de la curva.
- Del levantamiento planialtimétrico se concluyó que no existe ninguna elevación de peralte, ni transición que permita tomar la curva de forma segura, lo que provoca la disminución del agarre del vehículo y el aumento de la fuerza centrífuga. Esto hace que los vehículos salgan de la curva, aumentando el porcentaje de accidentes.
- La comparación del levantamiento en sitio con las normas, se logró concluir que las condiciones geométricas de la curva no cumplen con la mayoría de las especificaciones técnicas descritas en las normas MTC (97) y AASTHO (2011), por lo tanto, se realizó una nueva propuesta con un nuevo diseño que cumple con las especificaciones técnicas y genere un mejoramiento en la vía.
- Los análisis realizados en los *softwares* de diseño permitieron realizar la propuesta a la curva en estudio siendo estas; modificar las variables de geometría, como el radio de giro a 350 metros, su longitud de curva a aproximadamente 300 metros, las progresivas de entrada y salida de la curva, propuestas en el capítulo IV para así generar una curva más segura y comfortable para los usuarios.

### **5.1.2. Curva de Kashama (131 + 850,00)**

- Según las visitas a campo donde se obtuvieron las condiciones de la curva, el volumen de vehículo, velocidad de operación, factor hora pico, se concluyó que el nivel de servicio de la curva en estudio es de C-B, indicando que la vía tiene tendencia a ser inestable y posee ciertas características que favorecen su servicialidad en la vía.
- Del levantamiento planialtimétrico se obtuvo que el radio de curvatura no cumple con el mínimo de 200 metros, establecido por la norma MTC 97, lo que genera una longitud de curvatura muy corta provocando incomodidad al momento de abordar la curva. Por tanto se genera un rediseño en la geometría de la curva que permita un mejor funcionamiento de la misma.
- Se propone modificar los valores de geometría de la curva en estudio y adoptar los que se proponen en el capítulo IV, como es modificar el radio de giro a 200 metros, su longitud de curva a 145 metros aproximadamente, modificar las progresivas de entrada y salida de la curva en sus respectivas coordenadas, el cual generara un diseño geométrico más seguro para los usuarios.
- La estación de servicio y los locales comerciales se encuentran muy próximos al borde de la calzada, lo que pone en riesgo la seguridad e integridad física tanto de sus habitantes como de los conductores.

## **5.2. Recomendaciones**

### **5.2.1. Curva de la Parchita (124 + 200,00)**

#### **A corto plazo**

- Implementar elementos de seguridad antes durante y después de la curva como; señalizaciones que indiquen la aproximación de una curva, barreras de defensa en lugares específicos, y la correcta demarcación en la carpeta asfáltica que prevean al conductor de información suficiente para preparar el abordaje de la curva.

#### **A largo plazo**

- Adoptar el ancho de la calzada de 32 metros en la curva y las elevación transversal de 8% con su respectiva transición propuesta en el capítulo IV y descrita en el plano 5 (ver anexos C), lo que reducirá los índices de accidentes producidos por espelamiento de los vehículos de la vía.
- Mantener el ancho del canal definido en el tramo final de la curva por todo el tramo recto que continua por aproximadamente 2.5 kilómetros, lo cual mejorara el nivel de servicio de la vía y aportara comodidad y seguridad a los usuarios.
- Implementar elementos de seguridad a lo largo de la curva como; señalizaciones que indiquen la aproximación de una curva, barreras de defensa en lugares estratégicos, y la correcta demarcación en la carpeta asfáltica que prevean al conductor de información suficiente para preparar el abordaje de la curva.

### **5.2.2. Curva de Kashama (131+850,00)**

#### **A corto plazo**

- Colocar dispositivos reductores que moderen la velocidad de los vehículos al acercarse al tramo estudiado advirtiendo a los conductores la proximidad de un puente estrecho, una estación de servicio y locales comerciales cercanos a la vía.
- Implementar elementos de seguridad e información como señalizaciones que indiquen la aproximación de una curva pronunciada, el mantenimiento del buen estado de la vía y la correcta demarcación de la carpeta asfáltica con todos los elementos que se necesiten para brindarle al conductor la suficiente información, confort y seguridad al transitar por la curva.

#### **A largo plazo**

- Adoptar el ancho de canal sugerido de 16 metros aproximadamente, el peralte en la curva a 8% y su transición de peralte respectiva descrita en el plano 6 (ver anexos C), lo que reducirá los accidentes producidos en la curva y proporcionara más comodidad al tomar dicha curva.
- Implementar elementos de seguridad e información como señalizaciones que indiquen la aproximación de una curva pronunciada, el mantenimiento del buen estado de la vía y la correcta demarcación de la carpeta asfáltica con todos los elementos que se necesiten para brindarle al conductor la suficiente información, confort y seguridad al transitar por la curva.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

AASTHO (1994). **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 6ª edición.** Sevilla, España: Episteme.

Arias, F (1999). **El proyecto de investigación 3ª edición.** Caracas, Venezuela: Episteme.

BERVIS, E. (2001). **Guía Hidráulica Para el Diseño de Obras de drenajes en Caminos Rurales.** Lima, Perú:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999) Caracas, Venezuela.

COVENIN (1987) **Parte I carreteras.** 1987 – 2000 Venezuela: Caracas Fondonorma.

Crespo, C. (2007). **Vías de Comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos, 4ta Edición.** México: Limusa:

NORVIAL (1985). Caracas, Venezuela.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2011). **Conceptos de obra: drenaje y subdrenaje.** México.

Sitio Wed

Camposano, J. y Garcia, K. (2012). **Diagnóstico del estado situacional de la vía: Av. Argentina- Av. 24 de junio por el método: índice de condición**

**de pavimento.** Universidad Peruana: Los Andes, recuperado el 22 de enero del año 2016, de <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/45203801.pdf>

Lozano y Tabares, G. Ricardo (2005). **Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del Café – Via Badea.** Universidad nacional de Colombia: Manizales, recuperado el 13 de Diciembre de 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/743/1/ricardotabaresgonzales.2005.pdf>

Hurtares, Chilán y Otros, (2011). **Trazado y replanteo del proyecto horizontal de una carretera utilizando estación total. Caso práctico: camino vecinal La Chorrera (km 0+000 – 2+187).** Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, recuperado el 12 de Diciembre del año 2015, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/17078/1/Trazado%20y%20Replanteo%20del%20Proyecto%20Horizontal%20de%20una%20carretera%20utilizando%20Estaci%C3%B3n%20Total.pdf>.



**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA CURVA DE LA PARCHITA (124 + 200,00), Y LA CURVA DE KASHAMA (131 +850,00), EN LA VIA NACIONAL TRONCAL 16, ESTADO ANZOÁTEGUI.</b>
<b>SUBTÍTULO</b>	

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CVLAC / E MAIL</b>
<b>Lizardo García, Edgar Eduardo</b>	<b>CVLAC: V – 24.707.719. E MAIL: jgfedgarlizardo@gmail.com</b>
<b>Ostty Gómez, Yrama Vanessa</b>	<b>CVLAC: V – 24.493.977. E MAIL: yra2710@gmail.com</b>
	<b>CVLAC: E MAIL:</b>
	<b>CVLAC: E MAIL:</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

Evaluación

Vía

Curva

Índice de accidentes

Levantamiento topográfico

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

ÁREA	SUBÁREA
INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS	Ingeniería Civil

**RESUMEN (ABSTRACT):**

En este trabajo de investigación se efectúa una evaluación que demuestre la geometría de dos curvas localizadas en la región sur oeste del país las cuales llevan como nombre: Curva de la Parchita (124+200,00), y Curva de Kashama (134+850,00), ambas pertenecientes a la Troncal 16; esta exploración surge por la gran importancia que obtienen las mismas, ya que por ellas transitan gran parte de la población, dicha vía conecta con centro del país. Desde su construcción en ellos se han generado un alto índice de accidentes y se pretende lograr una disminución de dichos índice con el estudio realizado; se aplicaron técnicas de recolección de datos, análisis estadísticos y levantamientos planialtimétricos con una estación total en el sitio para así alcanzar las condiciones ideales de las curvas. Los efectos conquistados con el levantamiento se compararon con las Normas (NORVIAL, MTC 97 y AASTHO 2011 GDHS), arrojando resultados negativos al no cumplir con una serie de parámetros y lineamientos de diseño especificados en las Normas ya mencionadas. Se realizaron propuestas de un dimensionamiento con el *software* AutoCAD Civil 3D, de las curvas antes mencionadas.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS (X)	TU	JU
Cabrera Velásquez, Daniel Jesús	CVLAC:	V – 17.421.606			
	E_MAIL	danieldjc1986@gamil.com			
	E_MAIL				
Martínez Guerra, Jhonatan Alex	ROL	CA	AS	TU	JU (X)
	CVLAC:	V – 15.376.400			
	E_MAIL	ingmartinezgj@gmail.com			
	E_MAIL				
Rondón Gómez , Elys José	ROL	CA	AS	TU	JU (X)
	CVLAC:	V – 8.440.241			
	E_MAIL	elysrondon@gmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>2016</b>	<b>11</b>	<b>24</b>
<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>

LENGUAJE. SPA

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
TESIS. Evaluación de la curva de La Parchita (124 + 200,00), y la curva de Kashama (131 + 850,00), en la vía nacional Troncal 16, Estado Anzoátegui.	Application. MS.word

**ALCANCE****ESPACIAL:****(OPCIONAL)****TEMPORAL:****(OPCIONAL)****TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Ingeniero Civil

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**

Pregrado

**ÁREA DE ESTUDIO:**

Departamento de Ingeniería Civil

**INSTITUCIÓN:**

Universidad de Oriente / Extensión Cantaura

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CUN°0975

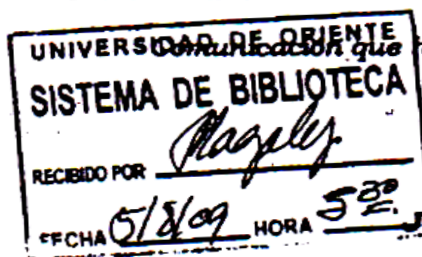
Cumaná, 04 AGO 2009

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 Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/marija

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:****DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)

**“Los Trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizadas para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”**

Lizardo G, Edgar E.

**AUTOR**

Ostty G, Yrama V.

**AUTOR**

---

Prof. Cabrera Daniel

**TUTOR**

---

Prof. Martínez Jhonatan

**JURADO**

---

Prof. Rondón Elys

**JURADO**

---

Prof. Loaiza Ramón

**POR LA COMISION DE TRABAJOS DE GRADO**