



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD, EN LA  
AUTOPISTA BÁRBULA – GUACARA A LA  
ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA,  
MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO  
CARABOBO**

**Autor:** Cavallin Angélica

C.I: 23.825.630

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD, EN LA AUTOPISTA BÁRBULA –  
GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN  
DIEGO. ESTADO CARABOBO**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de

**INGENIERO CIVIL**

**Autor:** Cavallin Angélica

C.I: 23.825.630

**Tutor:** Ing. Mujica María F

San Diego, septiembre 2019



FI-L -002-2019-3CR (TG)

Valencia, 04 de diciembre de 2019

Ciudadano:  
Cavallin P, Angélica M.  
23.825.630  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 03-2019 de fecha 06-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD EN LA AUTOPISTA BÁRBULA-GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Se ratifica la designación de la Ing. María Mujica C.I: 23.574.537 como Tutora Académica que los asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Luis Lira**  
Decano de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

L/a.a.



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, profesora, María Fernanda Mujica, portadora de la cédula de identidad N° V-23.574.537, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana: **Angélica Cavallin**, titular de la cédula de identidad número **V-23.825.630**, titulado **PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD, EN LA AUTOPISTA BÁRBULA – GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO CARABOBO**, presentado como requisito parcial para optar por el título de **INGENIERO CIVIL**, acepto la tutoría del mencionado proyecto durante su etapa de desarrollo hasta su elaboración y evaluación, según las condiciones de la Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez y sus correspondientes reglamentos.

En San Diego, a los 14 días del mes de febrero del año 2020.

**Ing. Maria Fernanda Mujica**

**C.I. V-23.574.537**




REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

San Diego, 14° febrero 2020

**ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD, EN LA AUTOPISTA BÁRBULA-GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA, MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO CARABOBO.**, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. María F Mujica  
Tutor Académico

  
Firma

18/02/2020.  
Fecha

Ing. Alicia de Pizzella  
Tutor Metodológico

  
Firma

14-2-20.  
Fecha

## **DEDICATORIA**

A mi papá, Eloy Cavallin y mi mamá, María Isabel Pérez, quienes han hecho a través de los años todo lo que estaba a su alcance y más por mí, mi educación, mi formación personal, mi futuro y sobre todo por mi felicidad incluso desde la distancia. Los amo, todo este esfuerzo es por y para ustedes hoy y siempre.

A mi hermana, María Rebeca Cavallin, por ser la definición perfecta de amor, por llegar a nuestra familia a enseñarnos que desde la inocencia se puede ser muy grande e importante en la vida de quien te quiere. Eres luz.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen de la milagrosa que me acompañan siempre, por guiarme por el camino correcto durante todos mis años de vida.

A mis papás, Eloy Cavallin y María Isabel Pérez, por ser el mejor ejemplo de amor, fortaleza y ganas de seguir adelante, por traer al mundo a María Rebeca, mi mayor inspiración y mis ganas de ser cada día un mejor ser humano.

A mis abuelos y nonnos, por ser un lugar seguro, un abrazo de cariño y protección, porque sus historias siempre han sido ejemplo de valentía y amor de familia. A mi familia, por todo el amor y el apoyo.

A mis primas, Andrea y Johana Cavallin, Daniela y Tahio Pérez, por ser luz en mi vida desde que tengo uso de razón. Sus palabras, consejos, abrazos, apoyo incondicional incluso desde la distancia han sido indispensables para ser quien soy y estar donde estoy. Las amo con todo mi corazón.

A mis amigos, por enseñarme la verdadera definición de amistad: confianza, cariño, respeto, paciencia, apoyo, comprensión y sobretodo bondad, son un rayo de luz diariamente en mi vida. En especial a María Alejandra Omaña y Ariana Villamizar, por ser mi pequeña familia lejos de casa.

A mi tutora, María Fernanda Mujica, por la paciencia y estar siempre presente guiándome en la realización de este trabajo y además, por su amistad. A todos aquellos profesores que no solo enseñan su materia, sino también enseñanzas de vida.

A todas aquellas personas que fueron importantes en todo este trayecto, quienes estuvieron ahí en los buenos y malos momentos, todo el cariño recibido durante estos años es indispensable para poder cumplir estas metas.

*“No has llegado tan lejos para quedarte aquí, sigue adelante.  
Ya que estamos de paso, dejemos huellas”*

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1

### CAPÍTULOS

#### **I EL PROBLEMA**

1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Formulación del Problema.....	8
1.3. Objetivos de la Investigación.....	8
1.3.1. Objetivo General.....	8
1.3.2. Objetivos Específicos.....	8
1.4. Justificación del problema.....	8
1.5. Alcance.....	9

#### **II MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes.....	11
2.2 Bases teóricas.....	14
2.2.1. Clasificación de las vías.....	14
2.2.1.1. Clasificación según la ubicación geográfica.....	15
2.2.1.2. Clasificación funcional.....	15
2.2.1.3. Clasificación oficial.....	16
2.2.1.4. Clasificación según la importancia.....	17
2.2.1.5. Equivalencia de las clasificaciones.....	17
2.2.2. Capacidad de la vía.....	17
2.2.3. Condiciones geométricas de la vía.....	19
2.2.4. Intersecciones y enlaces.....	20
2.2.4.1. Justificación de un enlace.....	21
2.2.5. Tipos de enlaces.....	21
2.2.5.1. Tipo diamante.....	22
2.2.5.2. Tipo trébol parcial.....	23
2.2.6. Sistemas de transporte.....	24
2.2.7. Pavimentos.....	24
2.2.7.1. Elementos estructurales que lo integran.....	25
2.2.7.2. Tipos de pavimento.....	26
2.2.7.3. Fallas del pavimento flexible y sus causas.....	28
2.2.8. Diseño de pavimentos.....	29
2.2.9. Canales de incorporación y desincorporación.....	36
2.2.10. Curva simple.....	37

2.2.11.	Curva vertical.....	38
2.2.12.	Gestión ambiental en obras civiles.....	39
2.2.13.	Desarrollo sostenible.....	40
2.2.14.	Ordenamiento territorial.....	41
2.2.15.	Plan de desarrollo urbano local.....	41
2.2.16.	Componentes sociales y económicos.....	42
2.3.	Bases legales.....	42
2.4.	Definición de Términos Básicos.....	45
<b>III</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1.	Tipo de Investigación.....	50
3.2.	Diseño de la Investigación.....	50
3.3.	Nivel de la Investigación.....	51
3.4.	Población y Muestra.....	52
3.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	53
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos.....	53
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	53
3.6.	Fases metodológicas.....	54
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS</b>	
4.1.	Diagnóstico de la situación actual de la vialidad en la Autopista Bárbula – Guacara.....	58
4.2.	Análisis de los factores críticos que afectan la movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara.....	67
4.3.	Elaboración de los diseños de movilidad requeridos en la zona.....	83
4.4.	Integración mediante un Plan Maestro de Movilidad los diseños elaborados en la Autopista Bárbula - Guacara.....	108
<b>V</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	119
	<b>REFERENCIAS.....</b>	124
	<b>APENDICES</b>	
<b>A</b>	Diseños establecidos previamente en la zona de estudio.....	128
<b>B</b>	Análisis de factibilidad legal, ambiental y técnico del plan maestro de movilidad.....	134
<b>C</b>	Fotografías de la inspección de la urbanización Lomas de la Hacienda..	137
<b>D</b>	Planos de los diseños propuestos.....	139
<b>E</b>	Diseños renderizados.....	147

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
1 Conteo vehicular Autopista Bárbula – Guacara Sentido Bárbula – San Diego.....	77
2 Conteo vehicular Autopista Bárbula – Guacara Sentido San Diego - Bárbula.....	77
3 Volumen y factor de hora pico, Autopista Bárbula – Guacara.....	78
4 Matriz FODA “Plan Maestro de Movilidad, en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, municipio San Diego. Estado Carabobo” .....	83
5 Condiciones generales del distribuidor.....	91
6 Conteo vehicular en la Entrada de la urbanización Lomas de la Hacienda 6:00 am – 7:00am.....	101
7 Conteo vehicular en la Entrada de la urbanización Lomas de la Hacienda 4:00pm – 5:00pm.....	101
8 Volumen y factor de hora pico, entrada Urbanización Lomas de la Hacienda.....	102
9 Condiciones generales de la vía alterna.....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pág.
1 Equivalencia de las clasificaciones de la vía.....	18
2 Capacidad ideal según el tipo de vía.....	18
3 Enlace tipo diamante clásico.....	22
4 Enlace tipo diamante modificado.....	23
5 Enlace tipo trébol clásico.....	23
6 Enlace tipo trébol modificado.....	24
7 Reglamentación Venezolana de límites de carga.....	30
8 Períodos recomendados de diseño.....	30
9 Valores del factor camión ponderado para tránsito muy pesado.....	31
10 Valores promedio del factor camión ponderado para vehículos pesados...	31
11 Rangos de promedios de pesos brutos.....	33
12 Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño.....	33
13 Determinación del CBR.....	34
14 Determinación de la clasificación del tránsito.....	34
15 Determinación del espesor mínimo de la carpeta asfáltica.....	34
16 Determinación del espesor mínimo de la base.....	35
18 Determinación del espesor del pavimento.....	36
19 Rangos de aceleración y desaceleración.....	37
20 Curva simple.....	38
21 Curva vertical general.....	39
22 Estado actual de las vigas del puente olvidado.....	63
23 Vigas de un tramo del puente olvidado.....	63
24 Separadores con dobles líneas amarillas.....	80
25 Sección transversal del distribuidor con separadores físicos.....	86
26 Curva simple de 80m de radio	87
27 Curva simple de 90m de radio	88
28 Gráfico de análisis de tránsito Autopista Bárbula – Guacara.....	93
29 Determinación del espesor del pavimento Autopista Bárbula – Guacara...	93
30 Curva de 40m de radio.....	95
31 Curva de 20m de radio.....	97
32 Gráfico de análisis de tránsito vía alterna.....	106
33 Determinación del espesor del pavimento de la vía alterna.....	106
34 Diseño geométrico del distribuidor.....	109
35 Sección transversal final del distribuidor.....	109
36 Diseño de pavimento del distribuidor.....	110
37 Salida de la E/S Bosqueserino.....	111
38 Entradas y salidas de Lomas de la Hacienda.....	112
39 Entrada 1 Urbanización Lomas de la Hacienda.....	112
40 Sección transversal entrada 1 Urbanización Lomas de la Hacienda.....	113

41	Entrada 2 y salida Urbanización Lomas de la Hacienda.....	114
42	Sección transversal entrada 2 y salida Urbanización Lomas de la Hacienda.....	114
43	Rutas de transporte Lomas de la Hacienda. Remanso – Bárbula.....	115
44	Rutas de transporte Lomas de la Hacienda. Remanso – Lomas de la Hacienda.....	116
45	Vía alterna Urb. Lomas de la Hacienda – Urb. San Antonio.....	117
46	Diseño de pavimento de la vía alterna.....	117
47	Sección transversal de la vía alterna.....	118
48	Zonificación de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda.....	118



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PLAN MAESTRO DE MOVILIDAD, EN LA AUTOPISTA BÁRBULA –  
GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA,  
MUNICIPIO SAN DIEGO. ESTADO CARABOBO**

**Autores:** Angélica Cavallin

**Tutora:** Ing. María Fernanda Mujica

**Fecha:** Febrero 2020

**RESUMEN INFORMATIVO**

Las vialidades como forma de comunicación han sido primordiales desde sus inicios sin embargo, en Venezuela a través de los últimos años ha sido notoria una deficiencia en ellas debido a diversas razones como la falta de mantenimiento y rediseño necesarios. La Autopista Bárbula – Guacara, en el Municipio San Diego Estado Carabobo es una muestra de ello ya que actualmente presenta una deficiencia de movilidad debido a ciertos recursos utilizados por sus usuarios que no cumplen con la normativa de diseño necesaria y ponen en riesgo la seguridad de los mismos causando accidentes. Por consiguiente, surge la necesidad de generar un Plan Maestro de Movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, además dicho Plan Maestro de Movilidad tiene la finalidad de integrar distintos aspectos necesarios para mejorar la movilidad en la zona a través de nuevos diseños y reformas de las posibles entradas y salidas de la urbanización Lomas de la Hacienda incluyendo un sistema de transporte urbano. Así mismo, metodológicamente se encuentra a un nivel de investigación descriptivo, con un diseño tanto documental como de campo y además, se considera una investigación factible permitiendo el correcto desarrollo de la misma.

**Palabras clave:** Movilidad, Pavimento, Sistemas de transporte.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en las vialidades de Venezuela se demuestra el déficit de la calidad de servicio que ha ocurrido durante los últimos años debido a la falta de un plan de conservación vial que garantice en óptimas condiciones el libre tránsito y transporte a través de todo el territorio nacional. Además, debido a la situación económica presente no se realizan proyectos necesarios para presentar una alternativa de cubrir la demanda requerida por los venezolanos ocasionando un abandono en la mayoría de vialidades del país.

La problemática anteriormente mencionada se encuentra especialmente en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda en el Municipio San Diego, Estado Carabobo a través de los factores que influyen en la correcta movilidad de los usuarios de la misma incidiendo en la seguridad y comodidad de los mismos además de la falta de funcionalidad que presenta la vía para los habitantes de la urbanización Lomas de la Hacienda.

Cabe destacar que es necesario condicionar la vialidad presente en la zona de estudio para permitir a los usuarios tanto de la Autopista-Bárbula Guacara como los habitantes de Lomas de la Hacienda la movilidad requerida por los mismos. Por consiguiente, es necesaria la realización de un estudio que permita encontrar las soluciones más factibles en base a las condiciones actuales de la vía y los estudios anteriormente planteados.

A su vez, es importante la determinación de factores externos que afecten negativamente la vialidad actualmente y que puedan afectarla luego de la aplicación de las soluciones de movilidad planteadas en la investigación para encontrarles conjuntamente la solución adecuada.

La investigación está destinada a diagnosticar la información recolectada en la zona de estudio, posteriormente realizar el análisis necesario para obtener la solución más factible a todos los problemas de movilidad presentes y finalizar con la integración de las soluciones requeridas para el funcionamiento

más óptimo de las entradas y salidas presentes en la Autopista Bárbula – Guacara a la Altura de Lomas de la Hacienda.

La Normativa para la elaboración de Trabajos de grado de La Universidad José Antonio Páez es la base fundamental de la realización de la investigación, en ella se expone toda la información necesaria para el correcto desarrollo de la misma. De acuerdo con la normativa anteriormente mencionada, la investigación se divide en cuatro capítulos estructurados de la siguiente manera:

**Capítulo I:** El problema, en el cual se encuentra conformado por el planteamiento de la problemática existente y formulación del problema, continuando con el objetivo general de la investigación y los objetivos específicos que dan inicio a la investigación y permitirán encontrar las soluciones factibles a la problemática presente, posteriormente se justifica la realización de la investigación y para finalizar se determina el alcance de la misma.

**Capítulo II:** Marco Teórico, destinado a fundamentar la investigación a través de antecedentes de trabajos de grado relacionados con la temática, incluyendo posteriormente las bases teóricas, legales y los términos básicos que respaldan la investigación.

**Capítulo III:** Marco Metodológico, en él se encuentra la definición metodológica del nivel, tipo y diseño de investigación, seguido de la población y muestra en estudio y de las técnicas e instrumentos necesarios para el desarrollo de la investigación, por último se definen las fases metodológicas necesarias para cumplir con el objeto de la investigación.

**Capítulo IV:** Recursos, en donde se encuentran los recursos humanos, institucionales y materiales además, para finalizar se establece el tiempo destinado para la realización de la investigación.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1.Planteamiento del Problema

Debido al crecimiento acelerado de las poblaciones, se observa actualmente a nivel mundial una problemática de vialidad y movilidad, esto ocurre por la necesidad que tiene todo individuo de transportarse diariamente lo cual ha llevado a sobrepasar las capacidades de diseño de las vías y los planes de transportes, teniendo como consecuencia un flujo vehicular inadecuado tanto en las vías principales como secundarias. A pesar de que dichos problemas tienen mayor impacto en las grandes ciudades debido a la cantidad de usuarios, son visibles en ciudades de menor envergadura debido a la poca presencia de puntos de control, permitiendo a los usuarios ignorar las leyes locales sin repercusión.

Cabe considerar, que la mala planificación, mantenimiento e inversión en el sistema vial de Venezuela ha causado problemas notorios durante los últimos años, así como también la falta de finalización de proyectos. A pesar de existir grandes vías de comunicación que unen al territorio nacional, la gran mayoría ha sobrepasado la capacidad para la cual fue diseñada ya que no han sido modificadas desde su construcción, ocasionando congestionamientos o flujos inadecuados de vehículos.

De esta manera, el sistema de transporte urbano en Venezuela se ha visto afectado por las fallas que presenta el sistema vial así como también por falta de inversión en el mismo, además de la programación no adecuada y el mal uso de las rutas de transporte a conveniencia de los transportistas para producir mayores ganancias afectando la planificación vial establecida en un territorio determinado, por esta razón se ve afectado el desarrollo social y económico en el país.

Por otra parte, a raíz de los problemas anteriormente mencionados se han utilizado en las vialidades del país vías y rutas improvisadas para lograr alcanzar el destino pretendido por los usuarios, las cuales no cumplen con la normativa necesaria

viéndose afectada la seguridad de los mismos causando accidentes. Según la Asociación Venezolana para la prevención de accidentes y enfermedades en Venezuela, el 82% de los accidentes de tránsito se presentan en las zonas urbanas del país, causados principalmente por exceso de velocidad, consumo de alcohol, distracción, lluvia y la mala condición tanto de la vía utilizada como del vehículo.

Actualmente el estado Carabobo al igual que el resto del país se ve afectado por la mala planificación, los proyectos inconclusos, el poco o nulo mantenimiento y la baja inversión hacia los sistemas viales del estado, así como también la utilización de vías alternas que no cumplen la normativa ni garantizan la seguridad del usuario. Por esta razón, es necesario empezar con un estudio en las principales vías de acceso del estado Carabobo, como lo es la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, Municipio San Diego.

En la Autopista Bárbula – Guacara se presentan diversas problemáticas que comprometen la seguridad de los usuarios que por ella transitan, como lo son dos distribuidores planos o retornos improvisados que no cumplen con la normativa necesaria y han sido causantes de graves accidentes. Dichos distribuidores son utilizados por los usuarios para evitar un mayor recorrido, cuando el usuario está en la Autopista Bárbula – Guacara con sentido hacia San Diego y necesita regresar a Valencia recurre al retorno improvisado, por el contrario cuando el usuario hace uso de la Autopista con sentido hacia Naguanagua y decide retornar a San Diego recurre al siguiente retorno improvisado.

Los problemas anteriormente mencionados se presentan debido a la intención del usuario de ahorrar tiempo y facilitar su llegada al lugar deseado, siendo el tiempo primordial debido a la necesidad de cumplir la planificación diaria pautada por cada uno de ellos y gestionar el mismo correctamente. Dicha planificación se podría ver afectada por el incumplimiento de las horas previamente estipuladas por cada usuario para dedicar a una actividad en específico, lo cual tiene como consecuencia el uso de los retornos improvisados presentes en la vía.

Por consiguiente, una de las causas que generan accidentes en la zona se

presenta en la incorporación y desincorporación de ambos retornos improvisados, los usuarios deben utilizar el carril de vía rápida para acceder a ellos lo que hace necesaria una reducción de velocidad, así como también al momento de incorporarse en la vía de desincorporación debe ser al carril de vía rápida, interrumpiendo el flujo del sistema vial y comprometiendo la seguridad de los usuarios de dicho carril al tener que disminuir la velocidad para permitir el acceso y descarga de los vehículos del retorno. En conclusión, es la necesidad del usuario y la falta de una vía segura la que ocasiona el uso de dichos retornos comprometiendo su seguridad.

La Autopista Bárbula – Guacara a pesar de tener un gran interés tanto económico como turístico fue diseñada como una vía expresa de alta velocidad que no cuenta con gran cantidad de accesos y distribuidores, lo cual ha dado lugar a la gran cantidad de accidentes fatales que en ella se han presentado teniendo un amplio registro de accidentes, muertos y diferentes sucesos que ponen en riesgo la seguridad de los usuarios de la misma. La Autopista ha sido catalogada como una de las rutas mortales de Venezuela según medios de comunicación nacionales, debido a los accidentes y robos que en esta se presentan motivados por la inseguridad de la zona, por consiguiente las rutas de transporte público se ven a su vez afectadas y deterioradas.

Los accidentes ocurridos debido a los retornos o distribuidores planos existentes en la Autopista han sido noticia desde hace varios años, no existe un registro exacto de la cantidad de accidentes ocurridos desde el principio de su utilización sin embargo, se pueden encontrar informes y noticias de dichos accidentes desde el año 2010. Desde colisiones entre vehículos pequeños que dejan heridos y pérdidas materiales hasta colisiones y volcamientos con vehículos pesados los cuales dejan un saldo de fallecidos han tenido lugar en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda

Con respecto a los accidentes que han tenido lugar en la Autopista, en agosto del año 2018 ocurrió uno de los accidentes que causo gran impacto en la población cuando un vehículo saliendo de la Estación de Servicio Bosqueserino decidió utilizar

el retorno hacia Valencia sin percatarse que venía una gandola la cual lo embistió y dejó un muerto y una persona en graves condiciones. En dicha ocasión, gran cantidad de usuarios hablaron para el medio de comunicación Notitarde sobre como diariamente gran cantidad de usuarios las 24 horas del día realizaban dicha maniobra poniendo su vida en peligro, por esta razón los vecinos del municipio San Diego pidieron a las autoridades cerrar el retorno que aún se encuentra en funcionamiento.

Mientras que las colisiones entre dos vehículos son los accidentes principales, también los vehículos de los usuarios de la Autopista han impactado contra peatones. A pesar de que la Autopista Bárbula – Guacara no cuenta con acera u hombrillo cantidades de usuarios peatonales la utilizan para llegar a su destino por distintas razones, como por ejemplo falta de transporte público, falta de dinero para la utilización del transporte e inclusive para lograr llegar a los puntos en los cuales se presenta el transporte público con mayor frecuencia. Entre las victimas peatonales se encuentran niños y adultos que han sido gravemente heridos o perdido su vida.

Además de las colisiones entre vehículos y los impactos en peatones, también se presentan con frecuencia en la Autopista Bárbula – Guacara impactos de los usuarios de los vehículos contra ciclistas. En Julio del año 2019 debido al arrollamiento de un ciclista que falleció luego de ser trasladado al hospital se recordó, en noticias 24 Carabobo que desde el año 2004 se solicita la ampliación y señalización de la vía y se explicó que en las redes sociales se guarda un historial de diversos accidentes incrementando cada año y que aproximadamente una vez a la semana se presenta algún tipo de accidente en la Autopista.

Cabe considerar que la documentación de accidentes en los retornos improvisados de la Autopista Bárbula – Guacara es de mayor envergadura en las redes sociales. Por ejemplo, la red social Twitter data de informes de accidentes fatales los días 26 de junio y 1 de octubre de 2010, el 5 de agosto del 2011, los días 18 de abril y 29 de mayo del 2012 además del 15 de agosto del 2014, 26 de octubre del año 2015 y 16 de marzo del 2017. A pesar de ser estos los que han causado mayor

impacto en las redes sociales además de los anteriormente mencionados, existe un sinnúmero de accidentes en la Autopista que no fueron registrados.

A pesar de algunos esfuerzos por parte de las autoridades de la zona de intentar impedir el uso inadecuado de los retornos no han sido suficientes para evitar los accidentes con víctimas fatales presentados en los últimos años. Actualmente, la salida de la E/S Bosqueserino cuenta con impedimentos para la utilización del retorno desde la misma sin embargo, existen usuarios que siguen poniendo en riesgo sus vidas atravesando el flujo ininterrumpido de la variante lo cual ocasiona accidentes graves o fatales como los nombrados anteriormente.

En la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, se evidencian otros problemas como lo es la entrada única compartida entre la urbanización Lomas de la Hacienda y la E/S Bosqueserino además de la salida a través de la misma, causada por un mal diseño o un proyecto de urbanismo inconcluso, teniendo como consecuencia que los habitantes de Lomas de la Hacienda dependan de la libertad parcial de la vía para ingresar a sus hogares y salir de ellos, afectando el tiempo que requieren los usuarios para entrar y salir de la urbanización.

Del mismo modo, los habitantes de Lomas de la Hacienda se ven afectados por el nulo sistema de transporte causado por del mal diseño y estado del sistema vial actual, evidenciado mayormente en las horas picos. Es decir, por la falta de inversión en la finalización y aplicación del pavimento destinado tanto al proyecto de la urbanización Lomas de la Hacienda como en la vía alterna que conecta la urbanización con la entrada de San Diego. Por esta razón, la movilidad de los habitantes de la urbanización tanto en transporte privado como transporte público es ineficiente.

Por otra parte, la problemática del mantenimiento vial presentada en Venezuela produce en el pavimento presente en las vías fallas considerables, la Autopista Bárbula – Guacara no es una excepción, en la misma se presentan fallas de pavimento flexible como lo son: fisuras y grietas, deterioro superficial además de otros deterioros establecidos según el estudio de pavimento flexible. Se considera de gran

importancia el deterioro de la vialidad puesto que puede comprometer la utilización y la funcionalidad de la misma.

Además, la presencia de propiedad privada (Framex C.A) presente en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda ha limitado las diferentes propuestas de distribuidor diseñadas anteriormente en la zona, como consecuencia se han utilizado curvas cerradas las cuales posteriormente afectarían la seguridad y el correcto desplazamiento de los usuarios del distribuidor.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo se puede mejorar la movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara, municipio San Diego en el Estado Carabobo?

## **1.3. Objetivos de la Investigación**

### **1.3.1. Objetivo General**

Proponer un plan maestro de movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, Municipio San Diego Estado Carabobo

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la vialidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, San Diego Estado Carabobo.
- Analizar los factores críticos que afectan la movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara.
- Elaborar los diseños de movilidad requeridos en la zona.
- Integrar mediante un Plan Maestro de movilidad los diseños elaborados en la Autopista Bárbula - Guacara.

## **1.4. Justificación del Problema**

El crecimiento continuo de la población ha aumentado a su vez la necesidad tanto social como económica de movilidad, por esta razón la posibilidad de movilizarse dentro de una región es fundamental para el desarrollo de la misma. Se debe garantizar un sistema de vialidad que cumpla con las necesidades del usuario de manera segura y práctica, con las condiciones necesarias para funcionar

correctamente. Por consiguiente es necesario el análisis de los sistemas viales actuales para posteriormente proponer mejoras de los mismos y certificar a los usuarios un libre tránsito.

Asimismo, un factor fundamental en la movilidad es la presencia o ausencia de transporte público la cual permite a los habitantes de una ciudad o región tener mayores oportunidades. En Venezuela es elemental la reincorporación y mejora del sistema de transporte público, el cual ha tenido un declive en los últimos años que se refleja en las oportunidades que pueden o no aprovechar los habitantes del país. El estado Carabobo es uno de los estados más poblados del país, por lo tanto debe presentar un plan de movilidad adecuado para cumplir las funciones necesarias de una ciudad industrializada.

El diseño del plan maestro de movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, acopla las medidas necesarias para el buen funcionamiento de la zona, permitiendo a los habitantes de Lomas de la Hacienda mejorar el acceso y salida hacia sus hogares y al mismo tiempo lograr eliminar los distribuidores planos improvisados con la finalidad de minimizar los accidentes y garantizar seguridad a los usuarios de la autopista. Asimismo, la implementación de sistema de transporte público en la zona permitiría satisfacer la demanda de los habitantes de Lomas de la Hacienda que actualmente son una población aislada tanto en transporte como en vialidad.

El plan maestro de movilidad en dicha zona convendría tanto a los habitantes de Lomas de la Hacienda como a todos los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara, además de ser un aporte novedoso para el sistema vial de la comunidad y mejorando la calidad de vida en general de los Carabobeños.

El desarrollo de este proyecto sigue las líneas de investigación de la Universidad José Antonio Páez de la escuela de Ingeniería Civil: vialidad, lo cual lo justifica académicamente.

### **1.5. Alcance**

En el presente trabajo de investigación el área se encuentra delimitada en el

municipio San Diego, iniciando específicamente en las coordenadas N10°16'3.70"; O67°57'43.68" con referencia en el primer semáforo luego de los Tulipanes y culminando específicamente en las coordenadas N10°16'16.79"; O67°59'8.24" con referencia del segundo distribuidor plano de la Autopista Bárbula Guacara.

La investigación se encuentra limitada por la normativa de diseño y la normativa ambiental establecidas en el país, así como también por los documentos que se encuentren del existente "Puente olvidado".

El diseño del plan maestro de movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, permitirá eliminar los dos distribuidores planos improvisados con la implementación de un distribuidor aprovechando la estructura presente conocida como "Puente olvidado", así como también la mejora del sistema tanto vial como de transporte con diversas alternativas para los habitantes de Lomas de la Hacienda generando las rutas de transporte público que funcionarán en la zona.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

Actualmente, es necesario el diseño de un plan maestro de movilidad en la zona en estudio debido a la gran cantidad de complicaciones anteriormente mencionadas que allí se encuentran. En base al argumento planteado, es fundamental descifrar las causas de dichas complicaciones que afectan la movilidad de la zona con objeto de dar una solución factible a todas ellas. Para realizar un plan maestro de movilidad que consiga solucionar correctamente lo planteado es necesario basar la investigación en estudios previos y además, es indispensable contar con los conocimientos teóricos necesarios y las normativas que se deben cumplir para concluir la investigación con la solución más factible para los usuarios de la zona.

#### **1.1. Antecedentes**

Se presentan a continuación trabajos de investigación que comprenden la temática de estudio, los cuales enfatizan o presentan alguna semejanza con el problema planteado en la actual investigación presentando un aparte significativo. Su utilización y análisis se realiza con la finalidad de comprender las problemáticas de estudio y obtener los resultados más factibles para la misma.

Sánchez, A. (2019) en su trabajo de grado titulado **“Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.”** Presentado para optar por el título de ingeniero civil en la facultad de ingeniería de la Universidad José Antonio Páez teniendo como objetivo principal proponer un estudio de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Llevando a cabo dicho objetivo a través del diseño geométrico de la vía entre ambas urbanizaciones evaluando previamente la factibilidad de diseños viales propuestos en rutas diferentes.

Los aportes del trabajo de grado a la presente investigación son la factibilidad

de la vía elegida para la unión entre la urbanización Lomas de la Hacienda y la urbanización San Antonio contando con un diseño geométrico y diseño de pavimento establecido. Además, de la utilización de cunetas establecidos en dicho diseño cumpliendo con la normativa necesaria y respetando los estudios hidrológicos.

Rivero, J. (2019) en su trabajo de grado **“Plan de reestructuración de las rutas de transporte público urbano en el municipio San Diego, estado Carabobo”** presentado para optar por el título de ingeniero civil en la facultad de ingeniería de la Universidad José Antonio Páez, tiene como objetivo diseñar y reestructurar rutas de transporte público urbano en el municipio San Diego. Este objetivo se lleva a cabo a través de la modificación de rutas existentes y creación de nuevas rutas de transporte público, así como también de nuevos puntos de paradas turísticas y pasarelas peatonales para garantizarles a los usuarios mayor seguridad, confiabilidad y protección.

El aporte de este trabajo de grado hacia la presente investigación radica en evidenciar la falta de transporte público de los habitantes de lomas de la hacienda, además de la propuesta de la nueva ruta en la zona. Asimismo, las posibles paradas o zonas resaltantes que deban tomarse en cuenta a la hora de establecer o modificar la ruta anteriormente propuesta.

Asimismo, Conde, R. (2018), en su trabajo de grado titulado **“Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, estado Carabobo”** presentado para optar por el título de ingeniero civil en la facultad de ingeniería de la Universidad José Antonio Páez, tiene como objetivo la propuesta de un rediseño geométrico de un nuevo distribuidor de retorno en la autopista Bárbula – Guacara a la altura de lomas de la hacienda, específicamente en las coordenadas N 10°16'20.47"; W 67°58'47.69" en el Estado Carabobo.

Dicha investigación tiene como propósito eliminar el retorno para regresar a Valencia que se encuentra a la altura de lomas de la hacienda debido a que no cumple con ninguna normativa de diseño ni de seguridad vial lo cual ha ocasionado

accidentes fatales. Se planteó solución a este problema a través de un distribuidor tipo trébol partido utilizando la estructura conocida como “Puente olvidado”. Este trabajo de grado fue de utilidad debido a que a través del estudio hecho al “Puente olvidado” se comprobó que se encontraba en perfecto estado, sin grietas ni vigas fuera de posición, es decir que se puede incluir en el diseño del distribuidor. Así como también, para analizar la alternativa de diseño planteada.

También, Boggio, N. y Guayapero, D. (2018) en el trabajo de grado **“Estudio de la permeabilidad y diseño de pavimento en la vía entre urbanización Lomas de la Hacienda y urbanización San Antonio. Municipio San Diego – Estado Carabobo.”** para optar por el título de ingeniero civil en la Universidad José Antonio Páez, en el cual tienen como principal objetivo proponer el estudio de permeabilidad y diseño de pavimento de la vía que va desde la urbanización lomas de la hacienda hasta la urbanización San Antonio a través del diagnóstico de la condición de la vía y el diseño del pavimento idóneo para el tránsito vehicular de la zona.

Esta investigación tuvo como resultados el diseño de la vía con la utilización de un pavimento flexible con una capa asfáltica y una base granular a través de un canal y un hombrillo a cada sentido. Su investigación fue de utilidad ya que permitió conocer otras alternativas de acceso y salida de los habitantes de Lomas de la Hacienda con destino a San Diego, también a través de la misma se conocen las características del suelo del tramo las cuales son necesarias para el rediseño de la vía.

Por otra parte, Fonseca, J (2015) en su trabajo de grado titulado **“Sistema alternativo vial en las avenidas que convergen en el sector la rotaria (Avenida la paz y Avenida O’Higgins). Caracas”** presentado para optar por el título de ingeniero civil de la Universidad Nueva Esparta. Su principal objetivo es determinar un sistema alternativo vial en las avenidas que convergen el sector la rotaria de la Avenida la paz y Avenida O’Higgins a fin de lograr la fluidez vehicular en la zona.

La solución al problema al verificarse que la demanda actual de la zona es mayor que su capacidad es la ampliación de la vía, además de seleccionar un sistema de intersección vial más adecuado sustituyendo al dispositivo en forma de triángulo

como la implementación de una redoma. Su utilidad se fundamenta en la mejora de movilidad de una zona a través nuevas propuestas y rediseños de la misma siguiendo la normativa necesaria para la seguridad de los usuarios, tomando como base planteamientos establecidos anteriormente.

Por último, Rondón, C. y Salas, M. (2018) en su trabajo de grado **“Estudio y optimización de la red vial Avenida América sur, tramo prolongación Cesar Vallejo – Avenida Ricardo Palma, Trujillo”** realizado en la Universidad privada Antenor Orrego (Perú) para optar por el título de ingeniero civil, tienen como objetivo realizar el estudio y optimización de la red vial Avenida América Sur, tramo Avenida César Vallejo – Avenida Ricardo Palma a través de la determinación de las zonas críticas, la identificación de las horas de congestión vehicular y la determinación de la problemática existente.

Los resultados arrojan una congestión en todas las vías del tramo de estudio, un mal cálculo de diseño en las vías al no cumplir con las normas estipuladas en el Capítulo I del Manual de Carreteras elaborado por el MTC, incluyendo también la falta de tecnología aplicada para el control del tránsito en la zona proponiendo una solución a la congestión vehicular. Su utilidad radica en la demostración de que es preciso el cumplimiento de las normativas establecidas según el tipo de vialidad para lograr una correcta movilidad y además, es necesario el estudio detallado de las zonas para optimizar su utilización.

## **2.2. Bases Teóricas**

Con la finalidad de sustentar la realización de la investigación es necesario proporcionar los conocimientos teóricos comprendidos en la temática de estudio, así como también los conocimientos necesarios para comprender el enfoque y solucionar la problemática planteada.

### **2.2.1. Clasificación de las vías**

Las vías se conocen como espacios destinados al tránsito de vehículos o personas. Sin embargo, dependiendo del propósito pueden clasificarse de diversas formas lo cual es de gran importancia a la hora de establecer el diseño de la misma;

por consiguiente, es necesario definir cada una de las clasificaciones. Según Pedro Andueza Saavedra en “El diseño geométrico de carreteras”:

#### **2.1.1.1. Clasificación según la ubicación geográfica**

- **Vías urbanas:** Las vías enmarcadas en un área urbana.
- **Vías rurales:** Las situadas fuera del ámbito urbano, utilizando generalmente para ellas el término carretera.

#### **2.1.1.2. Clasificación funcional**

Toda vía debe cumplir dos funciones principales: movilidad y accesibilidad, es decir dar movimiento al tránsito y además, dar acceso a las propiedades adyacentes. Su clasificación funcional es fundamental para la planificación y diseño eficiente de la misma, sin embargo las vías urbanas y las vías rurales tienen una clasificación funcional diferente.

**a. Clasificación funcional de las vías urbanas:** Autopistas, vías expresas, vías arteriales, vías colectoras y vías locales.

§ **Autopista:** Es una infraestructura viaria diseñada para la circulación exclusiva de automóviles, provista de calzadas separadas para cada sentido de circulación, con dos o más carriles por calzada y control total de accesos a la misma. Junto con las vías expresas constituyen una red interconectada y continua la cual presta servicio a los viajes más largos del área.

§ **Vía expresa:** Se conoce como una vía dividida cuya función primordial es la del movimiento del tráfico de paso y tiene control total o parcial de accesos, haciendo conexiones con vías importantes a través de distribuidores de tránsito o conexiones privadas.

§ **Vías arteriales:** Son vías de acceso privado permitido sin embargo, su función más importante es el movimiento del tráfico de paso a través de los controles de tránsito.

§ **Vías colectoras:** Son vías que dan acceso directo a las parcelas adyacentes, distribuyendo o recogiendo el tráfico de pequeñas áreas cuyas parcelas son

servidas por vías locales con las que tienen muchas intersecciones. El tráfico es conducido hacia vías más importantes.

- § **Vías locales:** Su función primordial es dar acceso a las parcelas adyacentes. Generalmente no hay tráfico de paso, el cual es desestimulado por los largos recorridos y bajas velocidades de estas vías.
- b. Clasificación funcional de las vías rurales:** Autopistas, vías expresas, vías arteriales principales, vías arteriales secundarias, vías colectoras y vías locales.
- § **Autopistas y vías expresas:** Su definición concuerda con la definición para las vías urbanas. Constituyen una red de vías continuas que logran enlazar ciudades importantes dando servicio a largos viajes y grandes volúmenes de tránsito permitiendo velocidades relativamente altas en forma cómoda y segura.
- § **Vías arteriales principales:** Son carreteras que dan prioridad al tránsito de paso sin embargo, permiten el acceso privado a las áreas adyacentes. Sirven para viajes de medio y alto volumen de tránsito, conectando ciudades importantes entre sí o con otras carreteras principales.
- § **Vías arteriales secundarias:** Son carreteras con prioridad al tránsito que proporcionan bastante a las zonas adyacentes enlazando pequeños pueblos y caseríos con alguna ciudad importante o una carretera de mayor jerarquía.
- § **Vías colectoras:** Son carreteras utilizadas para el servicio de pequeñas áreas, dando acceso directo a las propiedades adyacentes y generadores de tránsito. Son las encargadas de recoger y distribuir el tráfico de las vías locales hacia y desde carreteras más importantes.
- § **Vías locales:** Son carreteras cuya función principal es el acceso a tierras adyacentes y a pequeños pueblos, caseríos, centros de producción, industrias y otros generadores de tránsito.

#### **2.1.1.3. Clasificación oficial**

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones la clasificación oficial se

basa en las características socio-económicas de los viajes que se efectúan o han de efectuarse a través de una carretera o tramo de la misma. Sin embargo, la clasificación vial existente en Venezuela obedece a la división político territorial. Los organismos oficiales de Venezuela clasifican las carreteras rurales como:

- a. Troncales:** Son carreteras que contribuyen con la integración nacional y al desarrollo económico del país, proveen la interconexión regional y la comunicación internacional. Absorben altos volúmenes de tránsito entre los centros poblados de mayor importancia del país.
- b. Locales:** Se definen como carreteras de interés regional ya que permiten la comunicación entre centros poblados y vías de mayor importancia, reuniendo el tránsito proveniente de ramales y subramales. Su alcance se considera estatal.
- c. Ramales:** Son carreteras de interés local que intercomunican centros poblados de menor importancia y proveen acceso hacia carreteras principales. Tienen la función de recolectar el tránsito proveniente de sitios aislados y drenarlos hacia vías del sistema primario.
- d. Subramales:** Se consideran subramales a las carreteras que proveen acceso a fundos y otras explotaciones consideradas centros aislados, las mismas cumplen con la finalidad de incorporar al país regiones aisladas.

#### **2.1.1.4. Clasificación según la importancia**

Se refiere a la importancia de las vías rurales

- a.** Carreteras principales
- b.** Carreteras secundarias

#### **2.1.1.5. Equivalencia de las clasificaciones**

Lograr una equivalencia entre las distintas clasificaciones es complicado sin embargo, con ciertas excepciones se puede indicar lo siguiente: (ver Figura 1).

#### **2.1.2. Capacidad de la vía**

Se define como capacidad de la vía “al máximo volumen de tráfico que puede pasar por un punto o un segmento uniforme de una vía durante un periodo de tiempo

especificado bajo las condiciones prevalecientes de la vía y del tráfico” (Andueza, p. 51). Es necesario conocer la capacidad total de la vía de estudio, por consiguiente es de vital importancia reconocer bajo que términos fue diseñada y como deben transitar los usuarios de la misma para que esta se considere eficiente.

<b>Clasificación oficial</b>	<b>Clasificación funcional</b>	<b>Clasificación según la importancia</b>
Troncales	Autopistas	Principales
	Expresas	
	Arteriales principales	
Locales	Autopistas	Principales
	Expresas	Secundarias
	Arteriales principales	
	Arteriales secundarias	
Ramales	Colectoras	Secundarias
Sub-ramales y caminos carreteros	Locales	Secundarias

**Figura 1.** Equivalencia de las clasificaciones de la vía

Fuente: Savaaedra (1990)

La capacidad de una vialidad es directamente proporcional al número de carriles existentes en la misma además, de las características de la vía, geometría, estado del pavimento y del tráfico. Según el *Highway capacity manual* (HCM) existen capacidades ideales según el tipo de vía (Ver Figura 2)

<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>CAPACIDAD EN VPH</b>
Carretera de 2 canales	3200 vph total en ambos sentidos
Autopista de 4 a 6 canales	2000 vph por canal

**Figura 2.** Capacidad ideal según el tipo de vía

Fuente: Highway capacity manual (2000)

Es de vital importancia conocer otros conceptos de gran importancia que se encuentran dentro de la evaluación de capacidad de la vía.

- a. **Volumen de tránsito:** Según Andueza, “el volumen de tránsito es el número de vehículos que pasan por una sección dada de una vía durante un periodo de

tiempo especificado. Puede expresarse en veh/año, veh/mes, veh/día, veh/hora, veh/min...” (p. 17)

- b. Demanda de tránsito:** Se considera como demanda de tránsito al número de vehículos que desean pasar por la sección de una vía durante un periodo de tiempo especificado.
- c. Conteo de tránsito:** Es un conteo del número de vehículos que transitan por una zona determinada en un tiempo determinado, esto se realiza con la finalidad de conocer los volúmenes de tránsito de una vía en específico, se realizan en diferentes duraciones y diversos sitios determinados dependiendo del propósito del cálculo. Pueden realizarse conteos manuales y conteos con máquinas o contadores de tránsito, deben ser considerados por separado los vehículos livianos (vehículos de 2 ejes y 4 ruedas) y los vehículos pesados (autobuses y camiones con 6 o más ruedas)
- d. Rata horaria de flujo:** Se considera rata de flujo al volumen del tráfico en un periodo cualquiera expresado como volumen horario.
- e. Factor de hora pico:** Se define como la relación entre el volumen que ocurre en una hora, siendo la máxima rata horaria de flujo durante un periodo especificado dentro de la hora. Se utiliza normalmente una separación de 15 minutos, es decir el cálculo de la máxima rata horaria de flujo sería en un periodo de 15 minutos.

### **2.1.3. Condiciones geométricas de la vía**

El diseño de una vía urbana debe cumplir con la solución de adecuarse al entorno, cumplir con la funcionalidad y los criterios económicos de la zona además, a través de los estudios previos se deben determinar las correctas condiciones y restricciones que la misma presente. Como se ha venido mencionando, los trabajos anteriormente realizados en la zona son la base para el diseño final de mejora de movilidad de la misma. El tomo 1 del manual de carreteras de Bañón y Beviá (2000) determina que toda vialidad debe satisfacer:

- a. Condicionantes funcionales de la vía:** Los condicionantes funcionales de la

vía se consideran aquellos que afectan de un modo directo o indirecto la movilidad de los usuarios, es decir: aquellos proporcionados por el itinerario en el que se encuentra el tramo a proyectar por ejemplo el paso obligado por determinados puntos. Asimismo, aquellos que condicionan la longitud e intensidad del viaje además del tipo de vehículos que podrá circular la vía.

- b. Restricciones impuestas por el medio atravesado:** Los elementos que integran el paisaje urbano normalmente no permiten la elección de un trazado óptimo de vialidad, por esta razón son reducidas las posibilidades de solución de la zona en estudio. Entre estas restricciones se encuentran: aquellas causadas por el medio físico como por ejemplo: las zonas edificadas o aquellas zonas prohibidas de paso; de la misma manera se define como una restricción aquellas provenientes del impacto ambiental.
- c. Costes de construcción:** Es necesaria la evaluación de los costos como en todas las construcciones planificadas sin embargo, se debe tener en cuenta la conveniencia en ocasiones de realizar una mayor inversión que permita mejorar la vida útil o los factores de la zona de construcción.

#### **2.1.4. Intersecciones y enlaces**

En la red viaria existen problemas definidos en las zonas de confluencia entre una o varias vías es decir, en los puntos de conflicto entre trayectorias generado cuando dos vehículos llevan distintas direcciones y deben utilizar la misma vía. Las intersecciones y los enlaces son las soluciones para resolver dichos problemas en el mismo plano, debido a que en la investigación actual se presentan vehículos con direcciones distintas que hacen uso de la misma vía, es necesario el uso de intersecciones o enlaces para resolver dicha problemática.

En el tomo 1 del manual de carreteras de Bañón y Beviá (2000) se explica:

En las intersecciones, todas las vías –llamadas ramales de dicha intersección– se cruzan a nivel. Se clasifican tanto por el número de ramales que concurren, como por su forma; así existen intersecciones de tres ramales en T o en Y, y de cuatro ramales en cruz y en X. Mención aparte merecen las famosas glorietas o intersecciones giratorias que, si bien son una solución

adecuada para la regulación del tráfico, su mal uso o abuso pueden producir efectos totalmente contrarios a los buscados. (p. 4-16)

De la misma manera estos autores definen los enlaces como el cruce a desnivel de las vías que permiten a los vehículos circular por ellas o cambiar de dirección sin molestar o ser molestados por el flujo vial. “Para permitir este trasiego de vehículos entre dos vías distintas, es necesario proyectar ramales de enlace, tramos que enlazan ambas carreteras salvando el desnivel existente entre ambas. Estos ramales adoptan disposiciones muy diversas, dando lugar a diversos tipos de enlace...” (p. 4-16)

#### **2.1.4.1. Justificación de un enlace**

Para la construcción de un enlace es necesario justificarlo con una serie de criterios de construcción agrupados en 4 grupos fundamentales según Bañón y Beviá (2000), los cuales son:

- **Funcionalidad:** Determinadas características de las vías pueden exigir la ausencia de intersecciones a nivel con otras vías, del mismo modo los enlaces son obligatorios en vías con una intensidad media diaria de tráfico (IMD) mayor de 5000.
- **Capacidad:** Los enlaces son considerados las soluciones más factibles ya que proporcionan la máxima capacidad y seguridad posible a un coste menor.
- **Seguridad:** El riesgo de los usuarios puede hacer necesaria la implementación de enlaces en una vialidad puesto que los mismos impiden cierto tipo de accidentes y se consideran infraestructuras más seguras.
- **Rentabilidad:** Si la construcción de enlaces ayuda a prevenir los accidentes y además mejoran la fluidez del tráfico se consideran rentables aunque económicamente sea más costosa que cualquier otro tipo de intersección.

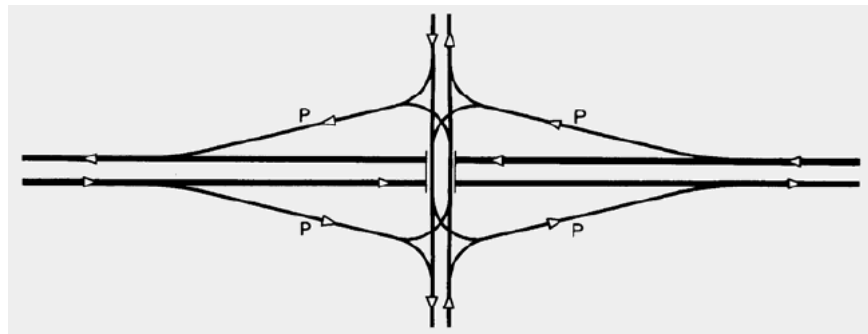
#### **2.1.5. Tipos de enlaces**

Existen diversos tipos de diseño de enlaces destinados a satisfacer las necesidades de la vialidad en la cual se requiere implementar. Al evaluar la autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda se determinó el cumplimiento

de los criterios de construcción anteriormente mencionados además, los diseños que cumplen con las soluciones a los problemas que allí se encuentran, son los enlaces de cuatro ramales. Los enlaces de cuatro ramales se dividen en diversos tipos utilizados según la situación particular que se presente en la vialidad de estudio, entre ellos es necesario destacar aquellos capaces de dar solución al problema en estudio:

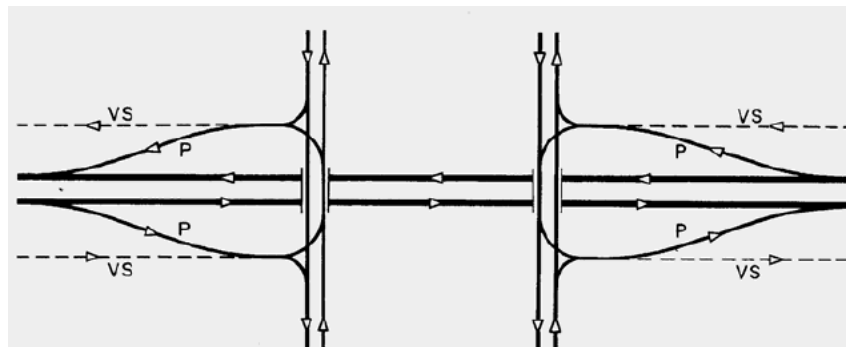
### 2.1.5.1. Tipo diamante

Es uno de los tipos de enlace más utilizados, se encargan de resolver a desnivel el cruce de una carretera principal con otra secundaria (Ver figura 3). Todos sus giros a la izquierda producen intersecciones a nivel en la carretera secundaria además, se recomienda que la vía principal ocupe el nivel inferior del mismo ya que proporciona una pendiente más corta y favorable para el movimiento. El enlace tipo diamante normalmente ocupa poco espacio y se considera económico, por esta razón es empleado en núcleos urbanos y sus cercanías. Existen además algunas variantes del enlace tipo diamante que son adaptadas según la situación de la vía (Ver figura 4)



**Figura 3. Enlace tipo diamante clásico**

Fuente: Tomo 1. Manual de Carreteras Bañón, Beviá (p. 5-30)

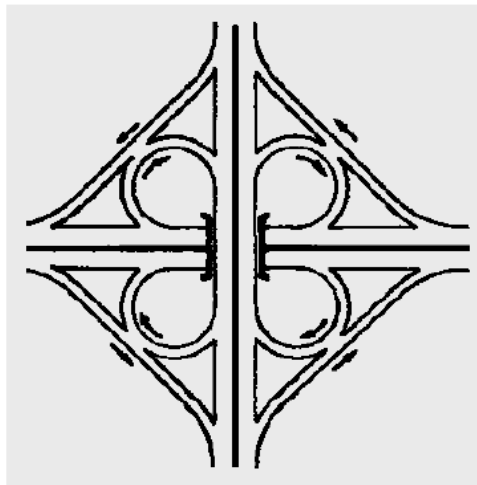


#### **Figura 4. Enlace tipo diamante modificado**

Fuente: Tomo 1. Manual de Carreteras Bañón, Beviá (p. 5-31)

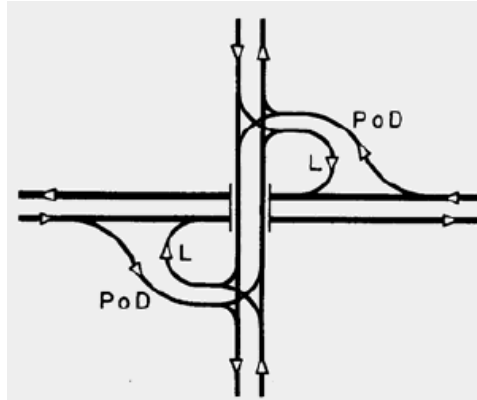
#### **2.1.5.2. Tipo trébol parcial**

Los enlaces tipo trébol parcial se consideran una solución clásica para aquellos donde se admiten ciertos movimientos con parada (Ver figura 5) y además, en los que se mantienen otros giros a la izquierda de forma continua a través de lazos. En líneas generales, su diseño se considera apropiado cuando solo pueden utilizarse algunos cuadrantes del área de cruce debido a la existencia de obstáculos bien sean topográficos o urbanísticos. Existen múltiples variantes de este tipo de enlace, conocidas como enlaces tipo trébol modificado. (Ver figura 6)



#### **Figura 5. Enlace tipo trébol clásico**

Fuente: Tomo 1. Manual de Carreteras Bañón, Beviá (p. 5-33)



**Figura 6. Enlace tipo trébol modificado**

Fuente: Tomo 1. Manual de Carreteras Bañón, Beviá (p. 5-32)

### 2.1.6. Sistemas de transporte

Se considera transporte urbano a todo aquel transporte de personas que transite por el suelo urbano, debe ser definido por la legislación urbanística ya sea dentro del mismo núcleo urbano o entre núcleos diferentes. El sistema de transporte tanto público como privado cuenta con medios de transporte específicos destinados al tránsito de pasajeros, el transporte público cuenta con rutas fijas y horarios predeterminados que prestan servicio a los usuarios a cambio de una tarifa de pago establecida.

Actualmente en Venezuela el sistema de transporte tanto público como privado se ha visto afectado debido a la economía del país y también, a la poca inversión en el mantenimiento y mejora de las vialidades que en ella se encuentran. Sin embargo, el transporte público es necesario para la movilidad de los habitantes que necesitan cumplir con sus actividades diarias como por ejemplo, ir a su lugar de trabajo. El reajuste y mejora de la movilidad de las vialidades del país requieren una actualización del sistema de transporte público que sirva a los usuarios de diferentes zonas cumpliendo la demanda que cada una de ellas establece, por consiguiente es necesario estudiar el sistema de transporte actual en la zona de estudio.

### 2.1.7. Pavimento

Se le llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que

reciben en forma directa las cargas del tránsito, ellos se dividen rígidos y flexibles sin embargo, ambos comparten los elementos estructurales que los integran. La norma técnica fondonorma para carreteras, autopistas y vías férreas lo definen como:

“Superestructura de una vía, construida sobre la subrasante y compuesto normalmente por sub-base, base y carpeta de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno, distribuyéndolos de tal forma que no produzca deformaciones perjudiciales, así como proveer una superficie plana y resistente a efectos del tránsito seguro y cómodo” (p. 4)

Es necesario el estudio y descripción de los pavimentos, sus tipos y características debido a la solución que debe implantarse en el diseño del pavimento de la vialidad alterna de la urbanización Lomas de la Hacienda así como también, el diseño de pavimento presente en el distribuidor de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda.

Por consiguiente, es fundamental la comprensión de los elementos estructurales que se encuentran presentes en los diversos tipos de pavimento, Según Miranda R (2010) en su trabajo “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos” los elementos estructurales que los integran se pueden definir como:

#### **2.1.7.1. Elementos estructurales que los integran**

- **Base:** Es la capa situada debajo de la carpeta, cuya función es ser resistente absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tránsito suelen corresponder a la intensidad del tránsito pesado. Así, para el tránsito medio y ligero se emplean las tradicionales bases granulares sin embargo, para el tránsito pesado se emplean materiales granulares tratados con un cementante.
- **Sub-base:** En el pavimento flexible es la capa situada debajo de la base y sobre la subrasante, este elemento debe brindar un apoyo uniforme y permanente al pavimento. Por el contrario, en el pavimento rígido se encuentra inmediatamente debajo de las losas de hormigón y puede no ser

necesario cuando la capa subrasante posee elevada capacidad de soporte. Su función en ambos tipos de pavimentos se encuentra en proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una adecuada plataforma de trabajo para su colocación y compactación, siendo permeable y no puede estar sujeta al fenómeno de bombeo.

- **Sub-rasante:** Es la capa que debe resistir los esfuerzos que transmite el pavimento, interviene e influye en el diseño y comportamiento del pavimento, proporcionando el nivel necesario para proteger al pavimento conservando su integridad aun en condiciones severas de humedad. Deben utilizarse necesariamente suelos con la propiedad de compactación que obtengan por lo menos el 95% de su grado de compactación.

#### **2.1.7.2. Tipos de pavimento**

- **Pavimento rígido:** La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de hormigón hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, trabajando en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Debido a su rigidez las cargas se distribuyen verticalmente sobre un área grande y con presiones muy reducidas exceptuando los bordes de losa y las juntas sin pasa juntas, haciendo las deformaciones elásticas casi inapreciables.

El pavimento rígido no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente una falla estructural. La sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de hormigón hidráulico y la subbase, que se construye sobre la subrasante. Existen ventajas de la utilización del pavimento rígido las cuales son:

- § El hormigón refleja la luz y aumenta la visibilidad, disminuyendo los costos de iluminación en las calles de un 30%.
- § El hormigón no se ahueca, por lo que no hay acumulación de agua.

- § La superficie puede proveer mayor adherencia ya que es más fácil darles rugosidad durante la construcción.
- § El hormigón puede soportar cargas de tráfico pesadas sin que se produzcan deformaciones o lavados de áridos.
- § El hormigón se endurece a medida que pasa el tiempo, esto le permite ganar continuamente resistencia durante su vida.
- § Tiene una vida promedio de 30 años sin embargo, pueden llegar a durar hasta 50 años dependiendo de las necesidades del sistema.

Las desventajas de su utilización son:

- § Un costo mucho más elevado que el pavimento flexible.
- § Se debe ser mucho más cuidadoso con su diseño.
- **Pavimento Flexible:** Se considera pavimento flexible a la carpeta asfáltica constituida por una mezcla asfáltica que proporciona la superficie de rodamiento, soportando directamente las solicitaciones del tránsito y aportando las características funcionales necesarias; la carpeta asfáltica absorbe los esfuerzos horizontales y parte de los verticales, ya que las cargas de los vehículos se distribuyen hacia las capas inferiores por medio de las características de fricción y cohesión de los materiales.

El pavimento flexible esta hecho de asfalto, “material aglomerante de color oscuro, constituidos por mezclas complejas de hidrocarburos no volátiles de alto peso molecular, originarios del petróleo crudo... pueden obtenerse por evaporación natural de depósitos localizados en la superficie terrestre denominados asfaltos” (Miranda, 2010). Es importante mencionar algunas ventajas de trabajar con pavimento flexible:

- § Su construcción inicial resulta más económica.
- § Tiene un periodo de vida entre 10 y 15 años.

Asimismo, es necesario mencionar algunas de sus desventajas:

- § Requiere de mantenimiento constante.

- § Las cargas pesadas producen roderas y dislocamientos en el asfalto, siendo un peligro potencial para los usuarios.
- § Las distancias de frenado para superficies de hormigón son mucho mayores que para las superficies de asfalto, especialmente cuando este se encuentra húmedo.
- § Las huellas reaparecen en el asfalto ante la incapacidad de lograr una compactación adecuada en las huellas que dejan las ruedas o, ante la imposibilidad de resistir las presiones de los neumáticos y volúmenes de tráfico.

### **2.1.7.3. Fallas del pavimento flexible y sus causas**

Los pavimentos que serán calculados para la vialidad alterna de la urbanización Lomas de la Hacienda y además, para el distribuidor planteado serán pavimentos flexibles. Por consiguiente, es necesario el estudio de las posibles fallas que en él se presenten así como también, es de vital importancia señalar las causas de las mismas.

- **Fisuras y grietas:** Entre ellas se encuentran las grietas de borde, en bloque, por fatigamiento, reflejadas y longitudinales y transversales. Entre sus causas se encuentran:
  - § Falta de confinamiento lateral de la estructura.
  - § Carencia de bordillos.
  - § Contracción del pavimento asfáltico por variación de temperatura.
  - § Baja capacidad de soporte de subrasante.
  - § Espesor insuficiente.
  - § Reparaciones mal ejecutadas.
  - § Movimientos de las juntas entre placas.
  - § Envejecimiento del asfalto.
- **Deterioro superficial:** Comprende la deformación transversal, exudaciones, Ahuellamiento, parches deteriorados, baches en carpetas asfálticas, desgaste, ondulaciones y pérdida de áridos. Entre las causas de sus apariciones se

encuentran:

- § Drenaje inadecuado.
- § Defecto de construcción.
- § Derrame de solventes.
- § Cantidades excesivas de asfalto.
- § Deformación permanente de alguna de las capas.
- § Deficiencias en las juntas.
- § Pavimento insuficiente para el nivel de solicitaciones.
- § Falta de adherencia del asfalto con los materiales.
- § Exceso o mala calidad del asfalto.
- § Contaminación de la capa de rodadura.

- **Otros deterioros:** Se encuentran en ellos la surgencia de finos y agua, el descenso de la berma y la separación entre berma y pavimento, sus causantes principales son:

- § Exceso de finos en la estructura.
- § Ausencia o inadecuado sistema de sub-drenaje.
- § Bombeo del material de base en la berma.
- § Diferencia entre los materiales de berma y pavimento.
- § Problemas de inestabilidad en los taludes aledaños.
- § Ausencia de liga entre calzada y berma.

#### **2.1.8. Diseño de pavimentos**

Se considera al tránsito como la variable más importante en el diseño de pavimentos, esto se debe a que el comportamiento del mismo depende de cantidad y la magnitud las aplicaciones de carga que en él se presenten; por esta razón, es necesario determinar los efectos de las cargas de los vehículos que circulan por la vía para poder realizar un correcto diseño de pavimento. En Venezuela no existe un control de carga eficiente sin embargo, la norma COVENIN 614-1997 cuenta con límites de pesos para vehículos de carga (Ver Figura 7)

<b>Reglamentación Venezolana de límites de carga</b>	
Eje simple 2 cauchos	6.000kg
Eje simple 4 cauchos	13.000kg
Dos ejes simples consecutivos de 4 cauchos cada uno	20.000kg
Tres ejes simples consecutivos de 4 cauchos cada uno	27.000kg

**Figura 7.** Reglamentación Venezolana de límites de carga  
Fuente: Norma COVENIN 614-1997

Asimismo, es necesario definir un periodo de diseño a la hora de diseñar el pavimento el cual puede variar entre 8 y 20 años dependiendo del tipo de vía sin embargo, es importante resaltar que no se considera dicho periodo de diseño como la vida útil del pavimento. Existen recomendaciones según la Asociación Americana De Administradores De Carreteras y Transporte (AASHTO) en cuanto al periodo de diseño del pavimento (Ver Figura 8).

<b>Tipo de vía según AASHTO</b>	<b>Según nomenclador vial venezolano</b>	<b>Período de diseño (años)</b>
Principal	Autopista urbana o rural de alto volumen y vía troncal	15-20 (30 en autopistas urbanas)
Secundaria	Vía local	12-15
Terciaria	Vía ramal, sub-ramal o agrícola	8-12, con mínimo de 5 años

**Figura 8.** Períodos recomendados de diseño  
Fuente: La Asociación Americana de Administradores de Carreteras y Transporte (AASHTO)

Puesto que en Venezuela la información del tránsito generalmente no es actualizada, son realizados conteos clasificados y el método visual pero al no contar con balanzas que puedan proporcionar los pesos de los vehículos se determinan los mismos a través del conocido “factor camión”, para su determinación se cuenta con unas tablas elaboradas para el “método venezolano de diseño de pavimentos flexibles” en 1982 por Gustavo Corredor las cuales han sido actualizadas hasta el año 2009. (Ver Figura 9 y 10). Es importante tener en cuenta el factor camión en el tramo de estudio ya que la Autopista Bárbula – Guacara es una arteria principal del país, lo que significa que por ella transitan gran cantidad de vehículos de carga.

Valores de Factor Camión para vías con condición de "tránsito muy pesado"						
Tipo de camión	% en la distribución	% cargados	% vacíos	Factor Camión Vacío	Factor Camión Cargado	Factor Camión Ponderado
2RD autobús	9.35	82.45	17.55	0.13	2.01	1.68
2RD camión	51.67	83.82	16.18	0.14	5.52	4.65
O3Eautobús	0.28	87.32	12.68	0.15	1.08	0.96
O3Ecamión	13.57	80.17	19.83	0.33	10.46	8.45
2S1	0.66	33.75	66.25	0.68	13.02	4.84
2S2	4.64	79.46	20.54	0.23	12.18	9.73
2S3	0.23	91.58	8.42	0.04	11.51	10.55
3S1	0.75	37.53	62.47	1.62	11.08	5.17
3S2	9.48	94.71	5.29	0.19	15.00	14.21
3S3	6.98	95.33	4.67	0.16	10.51	10.03
2R2	0.44	72.65	27.35	0.29	13.37	9.79
2R3	0.28	89.41	10.59	0.52	19.05	17.09
3R2	0.19	83.43	16.57	0.09	12.01	10.04
3R3	0.84	98.06	1.94	0.46	14.45	14.18
3R4	0.64	96.33	3.67	0.26	12.89	12.43
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>84.34</b>	<b>15.66</b>	<b>0.244</b>	<b>7.795</b>	<b>6.613</b>

Figura 9. Valores del factor camión ponderado para tránsito muy pesado

Fuente: Pesajes en la red vial venezolana, Gustavo Corredor (2009)

Tipo vehículo	Clase	% en distribución 2002-2008	Promedio FC 2003-2008
2 ejes	2RDautobús	12.01%	0.483
	2RDliviano	29.15%	0.029
	2RDpesado	20.16%	2.596
3 ejes	O3Eautobús	1.25%	1.889
	O3Ecamión	2.23%	3.841
	2S1	0.33%	6.668
4 ejes	2S2	3.89%	4.089
	3S1	0.00%	3.892
	2R2	0.04%	7.371
5 ejes	2S3	0.41%	1.887
	3S2	13.19%	3.199
	2R3	2.16%	8.961
	3R2	2.98%	6.330
6+ ejes	3S3	11.93%	3.378
	3R3	0.26%	5.044
	3R4	0.00%	9.358
<b>Total</b>		<b>100.00%</b>	<b>2.111</b>

Figura 10. Valores promedio del factor camión ponderado para vehículos pesados

Fuente: Pesajes en la red vial venezolana, Gustavo Corredor (2009)

Posteriormente se hace uso de los ábacos y tablas expuestos en el procedimiento estipulado por el instituto del asfalto siguiendo los siguientes pasos:

1. Primero se calcula el número de vehículos pesados a través del conteo vehicular de la vialidad a evaluar, posteriormente dicho número se marca en la línea “c” del ábaco “Grafico de análisis de transito” (Ver figura 5)

2. Se ubica en la línea “D” el valor del promedio de pesos brutos de los vehículos pesados.

3. Se unen los puntos marcados entre las líneas “C” y “D” prolongando la misma hasta cortar la línea “B”.

4. Se marca en la línea “E” el valor máximo de carga por eje sencillo para ese tipo de vía.

5. Se une con una recta los puntos marcados en “B” y “E” y se prolonga posteriormente hasta cortar “A” para así leer en la misma el número de transito inicial (NTI)

6. Se define el porcentaje de crecimiento anual a través de la tasa de crecimiento la cual puede variar entre 1.5% y 4.2% valores determinados a través de estudios de vialidad y tendencias aplicadas a la movilidad, siendo el valor escogido el que se utilizará para el diseño de la vialidad.

7. A través de los estudios de suelos previos en la vialidad en estudio se define el valor de CBR de la subrasante y el valor ajustado del tránsito, al emplear el ábaco de determinación del espesor del pavimento (Ver figura 6) determinamos el mismo para un periodo de diseño de 20 años.

8. A través de los datos del periodo de diseño y el crecimiento anual, se estima un factor de ajuste del número de transito inicial el cual se multiplicará por el número de transito inicial para obtener el número de tránsito de diseño (NTD).

9. Se entra al ábaco de determinación del espesor del pavimento con el NTD en “C” y el CBR previamente calculados, se unen ambos valores con una línea recta hasta cortar “A”, donde se leerá el espesor total de base asfáltica en pulgadas.

10. Se busca en las tablas del libro vías de comunicación de Crespo Villalaz la calificación del tránsito y a través del mismo se determina el espesor mínimo de la carpeta asfáltica y de la base del pavimento. La subrasante no se determina a menos que se tengan todos los estudios de suelo necesario y por su parte, la sub-base no debe ser menor a la carpeta asfáltica.

Las tablas necesarias para extraer información necesaria para realizar los cálculos y encontrar los valores a ingresar en los ábacos anteriormente mencionados se encuentran desde la Figura 11 a la 16:

<b>Descripción de la calle o carretera</b>	<b>% de tránsito pesado</b>	<b>Promedio de pesos brutos (1.000lbs)</b>
Calles de ciudades	5 o menos	15 – 25
<b>Carreteras urbanas</b>		
Área metropolitana	5 – 15	20 – 30
Interestatales	5 – 10	35 – 45
Caminos rurales locales	10 – 15	15 – 25
<b>Carreras interurbanas</b>		
Estatales	5 - 20	30 - 40
Federales	10 – 25	35 - 45

**Figura 11.** Rangos de promedios de pesos brutos  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.

<b>Porcentaje del total de vehículos pesados en el carril de diseño</b>	
<b>Número de carriles totales</b>	<b>Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño</b>
2	50
4	45 (35-48)*
6 o más	45 (25-48)*

**Figura 12.** Porcentaje de vehículos pesados en el carril de diseño  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.

<b>CBR</b>	<b>Clasificación</b>
0 – 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
11 – 20	Subrasante regular o buena
21 – 30	Subrasante muy buena
31 – 50	Sub base buena
51 – 80	Base buena
81 – 100	Base muy buena

**Figura 13.** Determinación del CBR  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.

<b>Clasificación del tránsito</b>	<b>Volumen diario de carros de pasaje y camiones livianos</b>	<b>Volumen diario de camiones comerciales y autobuses</b>
Muy liviano	Menos de 50	Ninguno
Liviano	Menos de 300	Menos de 20
Medio	Menos de 2.000	Menos de 50
Pesado	Más de 2.000	Menos de 500
Muy pesado	Más de 2.000	Menos de 500

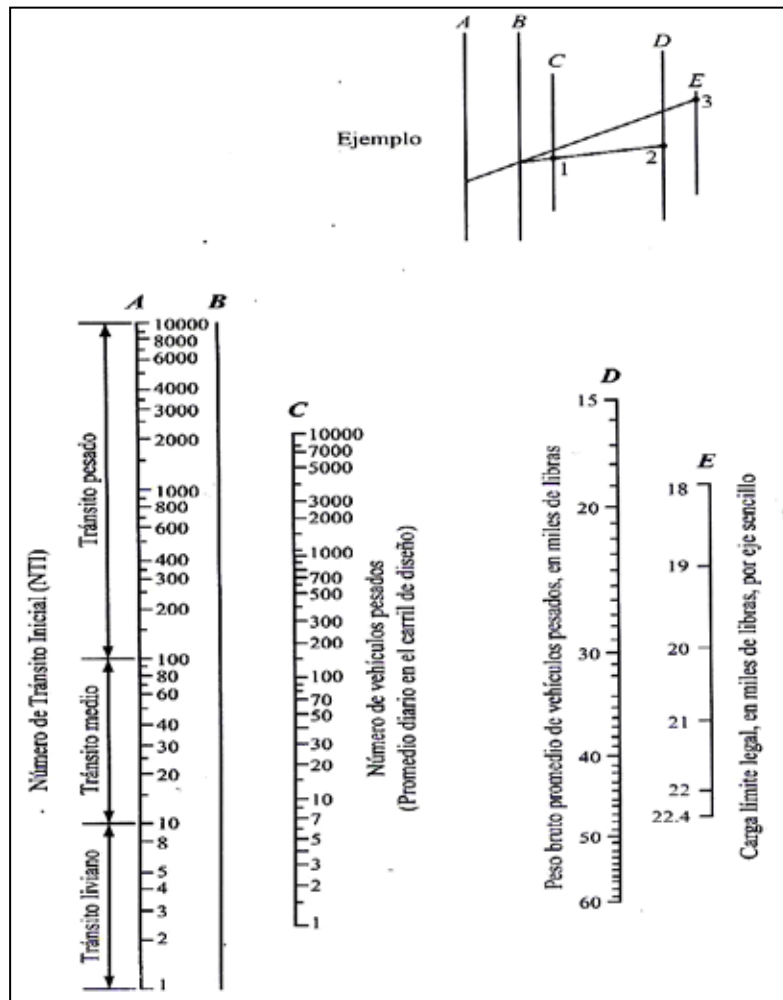
**Figura 14.** Determinación de la clasificación del tránsito  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.

<b>Tipo de carpeta asfáltica</b>	<b>Espesor de la carpeta en cm</b>				
	<b>Tránsito muy liviano</b>	<b>Tránsito liviano</b>	<b>Tránsito medio</b>	<b>Tránsito pesado</b>	<b>Tránsito muy pesado</b>
Tratamiento superficial simple	1	1	-	-	-
Tratamiento superficial doble	1.5	1.5	1.5	-	-
Mezcla en el lugar	2	3	4	6	-
Mezcla en planta dosificada por volumen	2	3	4	6	-
Concreto asfáltico, dosificado en planta por peso y con C.A	2	3	4	6	8

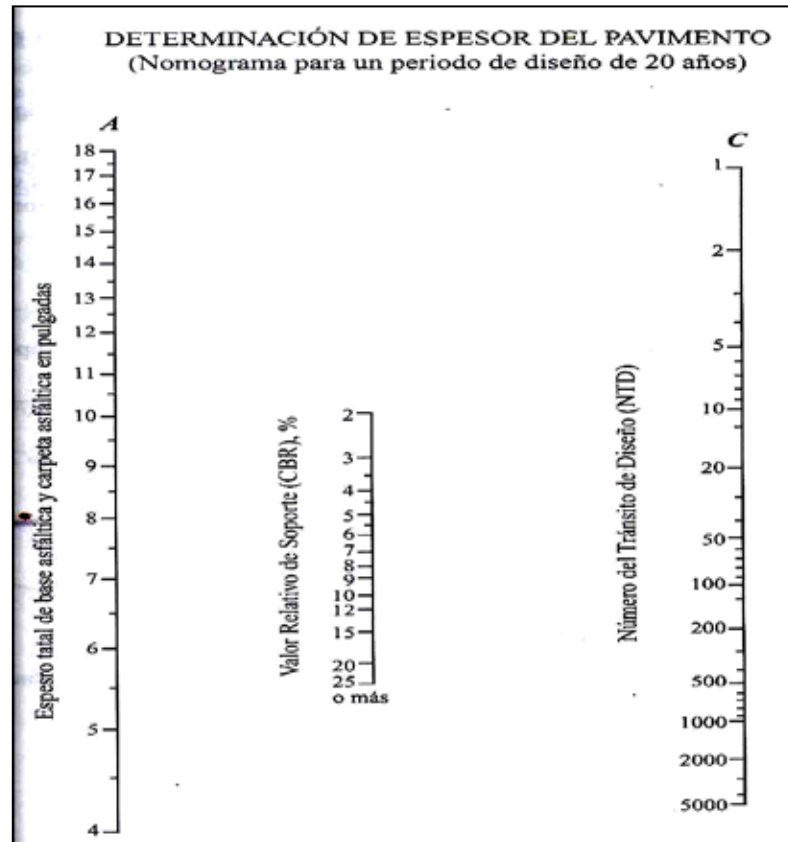
**Figura 15.** Determinación del espesor mínimo de la carpeta asfáltica  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.

Intensidad de tránsito de vehículos con capacidad de carga igual o superior a 3ton métricas considerado en un solo sentido	Curva aplicable para proyecto de espesores	Espesor mínimo de base
Menos de 500 vehículos al día	IV	12cm
De 500 a 1.000 vehículos al día	III	12cm
De 1.000 a 2.000 vehículos al día	II	15cm
Más de 2.000 o autopistas	I	15cm

**Figura 16.** Determinación del espesor mínimo de la base  
Fuente: Crespo Villalaz, Vías de comunicación.



**Figura 17.** Gráfico de análisis de tránsito  
Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007)



**Figura 18. Determinación del espesor del pavimento**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007)

### 2.1.9. Canales de incorporación y desincorporación

Se conocen como canales de incorporación y desincorporación a aquellos canales diseñados para unir dos o más vías, realizados mediante la distancia, la velocidad final y la velocidad inicial que posean dichas vialidades junto con un rango de aceleración o desaceleración dependiendo del diseño a implementar. Es decir, a través de las velocidades de las vialidades que se deben unir se logra el cálculo de la distancia necesaria de dicho canal las cuales se calculan a través de las siguientes formulas utilizando los parámetros explicados posteriormente:

- **Canales de incorporación:**  $S = (V^2 - V_0^2) / 2a$
- **Canales de desincorporación:**  $S = (V_0^2 - V^2) / 2a$

Siendo S: distancia necesaria para incorporar o desincorporar el tránsito de una vialidad a otra, V: velocidad final,  $V_0$ : velocidad inicial y además, a: rango de aceleración o desaceleración dependiendo del caso de diseño (Ver Figura 19).

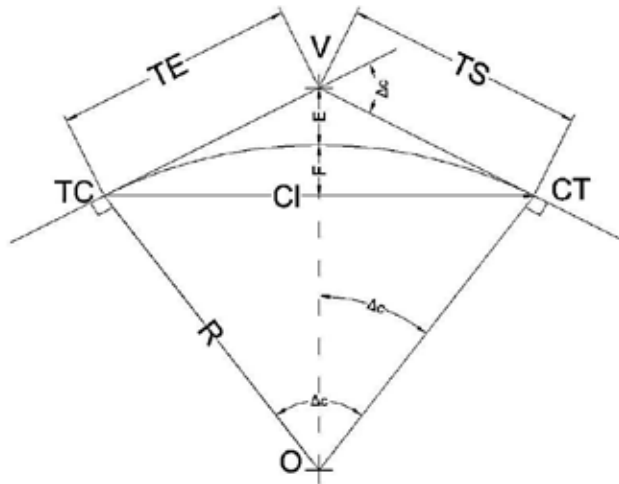
Rangos de aceleración		Rangos de desaceleración	
Vehículos deportivos	3.5 a 4.5 m/s <sup>2</sup>	Inicio de frenado	1.0 a 3.0 m/s <sup>2</sup>
Vehículos de turismo	0.9 a 2.2 m/s <sup>2</sup>	Final de frenado	3.5 m / s <sup>2</sup>
Vehículos pesados	0.3 a 0.7 m/s <sup>2</sup>	Frenado de emergencia	6.0 m/ s <sup>2</sup>

**Figura 19.** Rangos de aceleración y desaceleración

Fuente: Tomo 1. Manual de Carreteras Bañón, Beviá

### 2.1.10. Curva simple

Se conoce como curva simple a un elemento geométrico que consta de un solo radio formando un tramo de curva circular en un vértice que se encuentra condicionado por sus tangentes y su velocidad. Asimismo, la curva simple siempre debe ser perpendicular en los puntos de entrada y salida con el radio y las tangentes de entrada y salida. Existen algunos parámetros que deben ser dato para el cálculo de una curva simple, entre ellos se pueden especificar: la longitud de curva ( $L_c$ ), el Angulo de deflexión (



**Figura 20. Curva Simple**

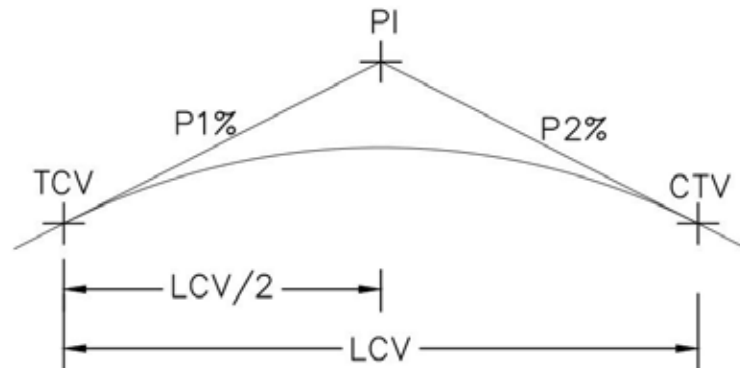
Fuente: Diseño geométrico de carreteras, Cárdenas (2005)

### 2.1.11. Curva vertical

Son aquellas que se utilizan para servir de acuerdo entre la rasante de distintas pendientes en carreteras y caminos, logrando suavizar el cambio en el movimiento vertical es decir, que a lo largo de ella se efectúa el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de salida. Se basa en la utilización de arcos parabólicos los cuales deben ser simples en su aplicación para dar lugar a un diseño que le permita al conductor ver el camino adelante y así, lograr el control del vehículo. Se dividen en tipos de curvas cóncavas y convexas y su geometría general cuenta con un vértice (PI), dos pendientes (P1% y P2%), el punto de entrada (TCV), punto de salida (CTV) y además, la longitud de curva vertical (LCV) (Ver figura 24). Existen 3 fórmulas para calcular la longitud de la curva vertical de las cuales se debe elegir la mayor y se aproxima al entero siguiente, dichas fórmulas son expresadas a continuación:

- 
- $L_{cv} = K * A$
- $L_{cv} = 0,60 * V_p$

Siendo  $K$  la tasa de variación de pendiente una variable,  $V_p$  la velocidad de proyecto del diseño y  $A$  la relación de pendientes  $A = P_2 - P_1$



**Figura 21. Curva vertical general**

Fuente: Diseño geométrico de carreteras, Cárdenas (2005)

#### 2.1.12. Gestión ambiental en obras civiles

Para lograr llevar a cabo la gestión ambiental en obras civiles es necesario conocer la definición de impacto ambiental la cual se conoce como, el efecto que la actividad realizada por los seres humanos produce en el ecosistema tanto en los medios biótico como abiótico. Es decir, el impacto ambiental es la alteración de la línea base ambiental de cada uno de los espacios naturales y los paisajes construidos o modificados.

La gestión ambiental de obras civiles se define como un conjunto de acciones que permiten lograr la máxima racionalidad al momento de tomar una decisión relativa a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente mediante una información interdisciplinaria junto con la participación ciudadana. Al mismo tiempo, se conoce como instrumentos, normas y procesos que procuran la defensa, conservación y mejoramiento de la calidad y los servicios ambientales.

Es decir, la gestión ambiental es un proceso que incluye las acciones, mecanismos y actividades que están enfocados en el manejo sostenible de los recursos naturales presentes y cercanos de las zonas a estudiar. Por esta razón, es

necesario aplicar la gestión ambiental en todas las posibles obras a implementar en cualquier parte de una ciudad o municipio para lograr que las mismas no afecten el medio ambiente. Los recursos naturales que se toman en cuenta principalmente son: el agua, la atmosfera, el suelo y subsuelo, fuentes de energía y además, el paisaje y la biodiversidad presente en el lugar.

#### **2.1.13. Desarrollo sostenible**

El desarrollo sostenible es un concepto enfocado para mejorar la calidad de vida de los seres humanos a través de la innovación de formas de desarrollo social logrando la moderación de los posibles efectos causados en el ambiente realizados por los seres humanos. La comisión Brundtland (1987) define el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones”. Es decir, a través de diferentes actividades los seres humanos pueden lograr el desarrollo sostenible y mantener un equilibrio con el medio ambiente garantizando calidad de vida en el presente y futuro.

Asimismo, es de fundamental importancia el desarrollo urbano en el concepto de desarrollo sostenible por lo cual, las planificaciones realizadas en una ciudad deben garantizar el mismo. La planificación urbana debe estar destinada a cubrir las necesidades de los habitantes regulando y controlando el impacto ambiental que en ellas se puede presentar, es decir es la armonización entre el interés público y privado de la planificación de la ciudad creando las ciudades sostenibles.

Entre las actividades que incluyen el desarrollo sostenible se encuentran el ahorro de energía y de recursos hídricos, la creación de espacios públicos agradables, el desarrollo tecnológico y además, el máximo aprovechamiento de los recursos disponibles. La propuesta del desarrollo sostenible aplicado a ciudades implica a su vez una transformación social, compartiendo características importantes como: buen desarrollo de transporte urbano, control de las emisiones de carbono, gestión de residuos, construcciones con materiales reciclables y desarrollo económico.

#### **2.1.14. Ordenamiento territorial**

El ordenamiento territorial puede definirse como la práctica de la planificación

territorial la cual, es el resultado de una oferta natural modificada llevada a cabo por el cumplimiento de actuaciones, normativas e instrumentos. Asimismo, es conocido como una disciplina científica que actúa como una práctica interdisciplinaria para lograr una estrategia de desarrollo regional equilibrado.

Actualmente, el ordenamiento territorial es un concepto importante al hablar de sostenibilidad el cual, da al estado la herramienta para controlar y orientar el territorio organizando así su uso, aprovechamiento y ocupación según las características y limitaciones que cada uno de dichos territorios posea. Por lo tanto, es importante que el ordenamiento territorial sea realizado en un ámbito local, regional y nacional para lograr armonía y factibilidad en el mismo. Dentro de las características resaltantes en el ordenamiento territorial destacan: el control entre la población y explotación de recursos naturales, el desarrollo de sostenibilidad cumpliendo normas expuestas a nivel internacional.

#### **2.1.15. Plan de desarrollo urbano local**

Es fundamental conocer el concepto de planificación urbana antes de la estudiar la definición del plan de desarrollo urbano local. Se conoce como planificación urbana al proceso de descripción, análisis y evaluación de las diversas condiciones de funcionamiento que posee cada ciudad con la intención de generar propuestas de diseño a través de la formulación de proyectos que permiten regular la dinámica urbana y ambiental de toda la ciudad.

Por su parte, el plan de desarrollo urbano local conocido como PDUL es aquel realizado según la ley orgánica de ordenación urbanística el cual sirve como instrumento de planificación para organizar el entorno urbano, propiciando un desarrollo coherente y concentrado que logre el equilibrio entre la localización de actividades y los servicios requeridos. Su objetivo principal es plantear un mapa que oriente el desarrollo del Municipio para las futuras generaciones logrando enfocarse en la calidad de vida de la comunidad.

Asimismo, a través de su elaboración y utilización es posible diseñar un crecimiento armónico del municipio integrando la planificación de redes, vialidades y

equipamientos urbanos teniendo en cuenta las necesidades de la población. El Plan de desarrollo urbano local del municipio San Diego establece la competencia para la elaboración y aprobación de los planes a través del cumplimiento de las normas y procedimientos técnicos establecidos por el ejecutivo nacional.

El mismo, es realizado con la colaboración del sector público y privado, pretendiendo ser el instrumento jurídico que regule el proceso de urbanización del municipio definiendo diversos factores como lo son: el uso de los suelos, las variables urbanas fundamentales, el desarrollo de la tierra, cumpliendo con los previos estudios socioeconómicos que implican a su vez las infraestructuras teniendo en cuenta las características físico geográficas del territorio enfocadas en el impacto ambiental y preservando los elementos naturales presentes.

#### **2.1.16. Componentes sociales y económicos**

Los componentes socioeconómicos son aquellos que condicionan la calidad de vida de la sociedad junto con los valores socioculturales que la misma posee es decir, la calidad económica y social que conserva un individuo, empresa o una comunidad. Es necesaria la realización de estudios socioeconómicos previo a la ejecución de cualquier proyecto para lograr identificar las condiciones actuales de las personas implicadas en la elaboración del mismo además, es fundamental la evaluación de rentabilidad económica que posea todo proyecto tanto para la comunidad como para aquellas personas o empresas que decidan invertir en los mismos para lograr saber la factibilidad del uso de distintos recursos al momento de llevarlos a cabo.

#### **2.2. Bases Legales**

Se consideran bases legales a aquellas leyes que sustentan de forma legal el desarrollo de la investigación y del proyecto, por consiguiente es necesario para el desarrollo de la investigación tener presentes las leyes, reglamentos, decretos, resoluciones y normas que aplican en la misma. A continuación se explicarán los documentos de naturaleza legal que servirán como soporte para la investigación:

La Fundación Fondo Nacional de Transporte Urbano (FONTUR) fue creada en 1991 y tiene como objetivo promocionar, financiar y ejecutar programas, proyectos y

obras para el transporte urbano y suburbano además de la conservación de la red vial principal del país, el 3 de mayo de 2002 publicó en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°37.435 su última actualización en la que se establece:

**Artículo 2.** El Sistema Nacional de Transporte Terrestre tiene como finalidad ordenar, transformar y orientar el sector hacia su pleno desarrollo. Asimismo, la ejecución de la infraestructura que se requiere para operarlo de manera eficiente y la coordinación de los órganos competentes del Poder Público, en la rectoría, planificación y ejecución de los procedimientos para el control del transporte terrestre.

**Artículo 4.** La regulación del transporte terrestre corresponde a los organismos competentes en esta materia. La competencia se distribuye entre el Poder Público Nacional, Estatal y Municipal.

Con estos artículos se comprende que el orden y desarrollo de un sector es de vital importancia y se encuentra organizado por el Poder Público Nacional, Estatal y Municipal por consiguiente, el sistema de transporte urbano es necesario para la adecuada movilidad de los habitantes del país.

De la misma manera es necesario resaltar la norma técnica del Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (Fondonorma) “Carreteras, autopistas y vías urbanas. Especificaciones y mediciones NTF 2000-1:2009”. Es considerada la evolución normativa técnica que los profesionales del sector ofrecen como medio para mejorar las prácticas y técnicas de la construcción en vías pavimentadas. Su campo de aplicación está enfocado a obras y trabajos nuevos de vialidad por esta razón es una referencia válida para la presente investigación, de la misma forma debe conocerse que:

Esta norma establece el conjunto de especificaciones para obras de carreteras, autopistas y vías urbanas desde las operaciones preliminares, las obras de arte, el cuerpo de la carretera, el pavimento, puentes, túneles, hasta las obras complementarias. Se incluyen estipulaciones para determinar las mediciones y consideraciones particulares en cuanto a la relación de trabajos ejecutados. (p. 3)

Se manifiesta de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 614:1997 “Límite de peso para vehículos de carga” la implementación de los conocimientos de los límites máximos de peso por eje simple y/o compuesto que deben cumplir los

vehículos de carga que transiten por las vías, incluyendo los pesos máximos permisibles según diferentes tipos de vehículos de carga. Siendo necesaria su utilización en la presente investigación ya que es necesario conocer los efectos que las cargas de los vehículos causan sobre el pavimento para poder dimensionarlo correctamente.

De acuerdo al “Reglamento de la ley de tránsito terrestre” publicado en la Gaceta Oficial N° 5.420 en el año 1988 el tránsito de vehículos y personas dentro del territorio nacional deberá someterse a las normas establecidas en la ley. De acuerdo al desarrollo de la presente investigación y el incumplimiento actual en la zona de estudio de algunas de las normas establecidas es necesario resaltar:

**Art. 240** Para poder incorporarse a la circulación en una autopista, el conductor observará las normas siguientes:

1. La entrada a una autopista debe hacerse siempre por el canal de circulación lenta. Se cumplirán las disposiciones indicadas por la señalización y sólo se pasará al canal de circulación rápida cuando se reúnan las condiciones establecidas para cambiar de canal, o sea, cuando la vía se encuentre despejada y no se entorpezca o ponga en peligro el tránsito en ella.

**Art 264** En caso de que en las vías no estén indicadas las velocidades, el máximo de ésta será el siguiente: En autopistas:

- a) 90 kilómetros por hora como velocidad constante en el canal izquierdo o canal de circulación rápida.
- b) 70 kilómetros por hora como velocidad máxima en el canal derecho o canal de circulación lenta.
- c) Cuando la vía presente circunstancias anormales por causas de reparación, lluvia, neblina, pista húmeda u otras causas, se deberá disminuir la velocidad de tal manera que no se ponga en peligro la circulación.

Por su parte, la ley orgánica de ordenación de urbanística publicada en la gaceta oficial N° 33.68 el 16 de diciembre de 1987 explica el carácter normativo a nivel municipal que debe cumplirse para lograr un desarrollo urbanístico que comprenda la armonía entre los recursos ambientales presentes y la calidad de vida de los seres humanos. Por consiguiente, la misma explica que el municipio es el ente que tiene la competencia en materia urbanística además de que el mismo, es el encargado de elaborar y aprobar el Plan de Desarrollo Urbano Local y decidir que lineamientos se

deben cumplir a la hora de gestionar, controlar y ejecutar los planes de zonificación.

Para finalizar es fundamental en la realización de obras y proyectos de cualquier tipo seguir la normativa implantada por la Ley Orgánica del Ambiente que tiene como objetivo establecer los principios para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente destinados a beneficiar la calidad de vida de los habitantes. Es primordial actualmente el cumplimiento de las normativas que promuevan a conservar el medio ambiente, por consiguiente en ella se establece:

Art. 12. El estado, conjuntamente con la sociedad, deberá orientar sus acciones para lograr una adecuada calidad ambiental que permita alcanzar condiciones que aseguren el desarrollo y el máximo bienestar de los seres humanos, así como el mejoramiento de los ecosistemas promoviendo la conservación de los recursos naturales, los procesos ecológicos y demás elementos del ambiente, en los términos establecidos en esta ley.

### **2.3. Definición de términos básicos**

Se presentan a continuación una serie de términos básicos, técnicos y teóricos necesarios para garantizar una mejor interpretación sobre el tema de la investigación.

**Accidentes de tránsito:** Un accidente de tránsito es un suceso fortuito o eventual que altera el orden de las cosas y que involuntariamente origina daños en las personas u objetos, se considera a su vez involuntario o eventualmente intencional ocurrido en las vías terrestres utilizadas por los usuarios con la participación de las personas y vehículos derivándose el equilibrio existente entre los usuarios.

**Carpeta Asfáltica:** Se define como la parte superior del pavimento flexible, la cual proporciona superficie de rodamiento y es elaborada con material pétreo seleccionado además de un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir.

**Capacidad de una vía:** Se considera como el volumen máximo que alcanza la vía antes de congestionarse o de perder la velocidad de proyecto estipulada en su diseño original.

**Capacidad portante del terreno:** La presencia de terrenos mecánicamente endebles, incapaces de soportar las cargas de tráfico previstas, hace necesaria la

adopción de técnicas especiales de tratamiento del suelo. Es recomendable evitar las zonas inestables.

**Crecimiento normal del tráfico:** Se produce independientemente de que la vía se construya o no, debido al aumento anual de la población lo cual conlleva a un aumento de número de vehículos, cambiando el uso de los suelos y aumentando el número de viajes entre diferentes sitios.

**Condiciones ideales de las Autopistas:** Deben realizarse sobre un terreno llano, con un ancho mínimo de canal de 3.60m, una separación entre el borde de los canales y el obstáculo u objeto más cercano al lado de la vía o en la divisoria o separador central de 1.80m, además de que sus conductores tengan las características típicas de usuarios regulares de la vía y transiten en ella carros de pasajeros en la corriente de tráfico.

**Condiciones geotécnicas:** La composición geológica del substrato sobre el que va a asentarse la carretera puede llegar a condicionar en gran medida la idoneidad técnica y económica de un trazado. Remarcando la capacidad de excavación de los materiales y su grado de reutilización, así como también la estabilidad de los taludes y la capacidad portante del terreno.

**Congestión vehicular:** La congestión vehicular se considera tanto urbana como interurbanamente a la condición de un flujo vehicular que se encuentra saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Algunas congestiones vehiculares apuntan a accidentes y son producidas cuando el volumen de tráfico genera una demanda de espacio mayor que el disponible actualmente en la carretera.

**Costos:** Se conoce como costo al gasto económico que ocasiona producir algún bien u ofertar algún servicio, teniendo en cuenta los costos industriales, financieros y además, los costos directos como lo son la programación, generación y diseño de proyectos y obras civiles los cuales incluyen costos públicos para con la ciudad y costos privados con respecto a las empresas encargadas de las realizaciones y ejecuciones de los distintos proyectos.

**Estado financiero:** Un estado financiero es aquel estado contable que se utiliza para describir la situación económica y cambios que se producen en un agente específico durante un periodo determinado de tiempo. Es decir, la demostración de ingresos y egresos que pueda generar la ejecución de alguna actividad específica en cierta cantidad de tiempo para demostrar si las dichas actividades son rentables tomando en cuenta los beneficios que pueda aportar la misma para el futuro.

**Estimación del tráfico futuro:** El ingeniero de transporte dispone de diversos procedimientos para predecir el tráfico futuro que usara una vía: uno de los métodos consiste en el estudio por separado de cada uno de los componentes de la vida y el análisis de las tendencias de crecimiento de los mismos. Por el contrario, el otro se basa en la aplicación de modelos matemáticos.

**Factibilidad:** Se conoce como factibilidad a la disponibilidad de los recursos necesarios o el posible cumplimiento de objetivos o metas específicas, puede aplicarse en diferentes ámbitos como lo son: económico, comercial, técnico, legal... Asimismo, el estudio de la factibilidad es un instrumento clave a la hora de la toma de decisiones referentes a la evaluación de un proyecto conduciendo a la ejecución de todas las fases del mismo de la forma más óptima posible tanto para los futuros usuarios como para los ejecutores del proyecto.

**Funcionalidad vial:** La funcionalidad de este tipo de infraestructuras exige una serie de requisitos básicos para proporcionar un correcto servicio incluyendo en el comodidad para permitir una circulación aceptable, cumpliendo con los servicios y mantenimiento, además de la durabilidad la cual depende del material empleado y la calidad visual indicando la presencia de zonas especiales.

**Medio biológico:** Se conoce como medio biológico a aquella parte del medio ambiente que incluye a todos los seres vivos, son de gran importancia para la vida humana ya que este permite la generación de recursos fundamentales para las actividades diarias realizadas por los seres humanos. Es de gran importancia tener conciencia sobre el medio biológico presente al momento de planificar y gestionar proyectos civiles ya que pueden afectar desfavorablemente los recursos de las

poblaciones.

**Medio físico:** El medio físico es aquel conocido como una realidad geológica constituida por formas y materiales condicionados por los factores biológicos, es decir un territorio que posee ciertos procesos y recursos naturales siendo el soporte de las actividades de los seres vivos.

**Niveles de servicio:** Cuando el volumen de tránsito en una vía es igual a la capacidad, la calidad del servicio experimentado por los conductores es pobre. La mala calidad del servicio conlleva a bajas velocidades lo que significa poca libertad para maniobrar y en la proximidad a los otros vehículos la cual incomoda al usuario.

**Período de diseño:** Es el número de años para el cual se diseña específicamente el pavimento, generalmente varía entre los 8 y veinte años dependiendo del tipo de vía. Es decir la representación del tiempo en el cual el pavimento debe prestar el servicio al tránsito continuo de vehículos.

**Seguridad:** Es un factor ligado a la calidad que ofrece una determinada vía, siendo un conjunto de elementos destinados a impedir o aminorar las consecuencias de un impacto, es decir una carretera podría considerarse segura al poseer características geométricas específicas destinadas a evitar en la medida de lo posible la generación de accidentes.

**Transporte:** Se entiende como el movimiento de personas y productos de un sitio a otro, es difícil encontrar una actividad humana en la cual no esté presente. Ejerce una función primordial en el desarrollo social y cultural de los pueblos, haciendo posible la interacción e integración territorial de un país.

**Vehículos livianos:** Se consideran vehículos livianos a todos aquellos de 2 ejes y 4 ruedas como lo son: automóviles, camionetas y camiones de ejes.

**Vehículos pesados:** Son aquellos vehículos con no menos de seis ruedas y tres o más ejes individuales como lo son: autobuses y camiones unitarios, semi-trailers y remolques.

**Velocidad:** Se define como la tasa de movimiento del vehículo, es una de las variables fundamentales que caracterizan una corriente de tráfico y se idéntica

dependiendo del propósito para el cual se utiliza.

**Velocidad de proyecto:** Es la velocidad escogida para proyectar y relacionar los elementos geométricos de una vía, representando la máxima velocidad que puede mantener un conductor promedio en condiciones óptimas de circulación siendo la velocidad máxima segura y cómoda para los usuarios de la misma.

**Visibilidad:** Toda sección de carretera ofrece al usuario una determinada visibilidad dependiendo de la forma, dimensiones y disposición de los elementos que conforman la vía. Una correcta visibilidad del tramo de vía que el conductor recorre aumenta el grado de seguridad del mismo.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

La investigación científica “es en esencia, como cualquier tipo de investigación solo que más rigurosa, organizada y se lleva a cabo cuidadosamente” (Sampieri, Fernández y Baptista, 2006, p. 15), por esta razón es necesario generar confiabilidad en su desarrollo para lograr garantizar los resultados. En otras palabras, es necesario el orden metodológico para que la investigación se lleve a cabo con éxito.

Por consiguiente, el presente capítulo determinará desde el propósito de la investigación los métodos y pasos a seguir para la realización de la misma.

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación se considera de tipo factible, debido a que cumple con 3 etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación tanto del problema como de la propuesta, analizando la viabilidad de la ejecución de la misma y de sus resultados.

Por consiguiente, el Manual de la UPEL en 2016 define que “El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidad de organizaciones o grupos sociales...” (p. 21), por lo tanto la propuesta de mejora de movilidad en la zona de estudio se considera de tipo factible ya que coincide con la finalidad de la investigación.

#### **3.2. Diseño de la Investigación**

Definiendo “El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado” (Arias, 2012, p. 27), se considera la presente investigación como documental de campo debido a la

ampliación de conocimiento debido a la recolección y análisis de trabajos previos realizados en la zona, además del enfoque en el estudio de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda sin manipular las condiciones existentes, teniendo como finalidad proponer una solución de movilidad para la zona. El Manual de Trabajos de Grado de Especialización, Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL, 2016), expresa:

Se entiende por investigación documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor. (p.20)

De igual manera, definen la investigación de campo como:

Se entiende por investigación de campo, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad... (p. 18)

En conclusión, la propuesta de la solución de movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la hacienda se realizará al comprender el origen y causa de los problemas que la afectan, así como también evaluando las posibles alternativas sin alterar las condiciones existentes y analizando la factibilidad de la misma.

### **3.3. Nivel de la Investigación**

Arias (2012) escribe “El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio” (p.23), debido a esto se considera la presente investigación dentro de los parámetros de una investigación descriptiva.

Sampieri Fernández y Baptista (2010) definen la investigación descriptiva

como:

Con frecuencia, la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos; esto es, detallar como son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren... (p. 80)

Por consiguiente, el nivel de la investigación se considera descriptivo debido a la recolección de información necesaria para la realización del mismo además, de caracterizar una situación específica y encontrar una propuesta para su mejora ocupando un nivel intermedio en cuanto a la profundidad con la que se aborda el objeto de estudio.

#### **3.4. Población y Muestra**

Arias definió el término población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (2012, p. 81). De acuerdo con la definición anterior, la población de la investigación la compone la Autopista Bárbula – Guacara.

De igual manera, Arias (2012) define la muestra como “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (p. 83), mientras que Sampieri Fernández y Baptista (2010) expresan “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población” (p. 173). En relación a las definiciones anteriores, se establece como muestra el tramo de estudio, específicamente en las coordenadas N10°16'3.70"; O67°57'43.68" con referencia en el primer semáforo luego de los Tulipanes y culminando específicamente en las coordenadas N10°16'16.79"; O67°59'8.24" con referencia del segundo distribuidor plano de la Autopista Bárbula Guacara.

### **3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.5.1. Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas de investigación se consideran como el procedimiento o forma particular de obtener información, siendo el complemento al método de trabajo que posee una aplicabilidad general. A partir de esto, se consideran como técnicas aplicadas en la investigación:

- **Recolección de datos:** En la cual se busca obtener datos que posteriormente se convertirán en información, conocimiento y apoyo para el desarrollo de la investigación.
- **La observación directa:** Específicamente la observación directa, la cual consiste en captar mediante la vista cualquier hecho que se produzca en función de los objetivos anteriormente establecidos. A su vez, se establece tanto la observación con un objetivo determinado sin una guía previa que especifique los elementos a observar, como con la utilización de la misma orientada a otros objetivos específicos.
- **Análisis documental:** El cual se basa en el análisis del contenido de los documentos de obras en la zona de estudio, así como también de documentos de importancia que sirvan de sustento para determinar la solución más factible al problema.
- **Análisis de contenido:** Está referido a la estructuración, organización, transcripción y análisis de los documentos y datos obtenidos para documentar correctamente el proceso.

#### **3.5.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Sin embargo, para la aplicación de una técnica son precisos los instrumentos, es decir son necesarios soportes, recursos, dispositivos o formatos para registrar el almacenamiento de información que se recolecta con la técnica para lograr recuperarlos, procesarlos, analizarlos e interpretarlos.

- **Recolección de datos:** Los instrumentos que abarcan la recolección de

datos son la obtención de los documentos previamente presentados en la zona de estudio con la finalidad de obtener las soluciones planteadas y la factibilidad de las mismas.

- **La observación directa:** Contando como instrumentos o recursos como: fotografías, comunicación directa con los usuarios afectados y la recolección de datos resaltantes sobre la vialidad estudiada con la finalidad de determinar la información necesaria relacionada con la investigación.
- **Análisis documental y análisis de contenido:** Las computadoras y sus medios de almacenamiento, las fichas, los cuadros de registro y clasificación son los instrumentos precisos para el análisis tanto documental como de contenido.

En resumen, la observación y la recolección de datos son las principales técnicas a utilizar en la investigación a través de los instrumentos requeridos. Por ello se hace necesario el uso de los mismos para el correcto desarrollo y determinación de la solución necesaria para abarcar todos los problemas de la zona de estudio

### **3.6. Fases metodológicas**

La dirección y el procedimiento que se debe ejecutar para el cumplimiento de los objetivos específicos previamente planteados en la presente investigación se consideran fases metodológicas las cuales son:

#### **FASE I. Diagnóstico de la situación actual de la vialidad en la Autopista Bárbula – Guacara.**

En primer lugar, es necesario establecer los parámetros de diagnóstico y evaluación de la zona de estudio. La fase I comprende la recopilación y diagnóstico de la situación actual de la Autopista es decir, la formulación, descripción y delimitación del problema a resolver, determinando las causas del problema y además, de limitantes de las posibles soluciones a plantear.

Entre las actividades necesarias en la fase I se encuentran: realizar una inspección visual en la zona de estudio junto con un conteo vehicular, además conocer la historia de la zona, incluyendo la construcción y abandono de la obra inconclusa que allí se encuentra a la altura de Lomas de la Hacienda conocida como puente olvidado asimismo, es necesario conocer las condiciones en las que el mismo se encuentra para poder ser incluido como parte del diseño de distribuidor a proponer.

Algo semejante ocurre con la propiedad privada que se encuentra en la zona como lo es Framex C.A, es necesario plantear el posible diseño de distribuidor abarcando espacio de dicha propiedad y la posibilidad de encontrar la solución más factible tanto para los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara como para los responsables y trabajadores de Framex. Además, se hace necesario el contacto con la alcaldía de San Diego para confirmar los proyectos planteados para el futuro de la zona, los cuales tendrían gran importancia para la estimación de usuarios a futuro en la Autopista Bárbula - Guacara.

## **FASE II. Análisis de los factores críticos que afectan la movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara.**

En esta fase se lleva a cabo el análisis de los proyectos anteriormente presentados y la factibilidad de las mismas para la total movilidad y fluidez de los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda en el Municipio San Diego. Es necesario verificar el cumplimiento de las normativas de vialidad y diseño en dichas propuestas las cuales son necesarias para la seguridad de los usuarios de la zona, así como también el posible impacto que tendría la misma para el desarrollo de la población.

A su vez, se evalúan los posibles cambios a los cuales están sometidas las soluciones planteadas anteriormente a causa del incremento de la población o de los usuarios de las vías de la zona de estudio, a través de los análisis de dichas alternativas se permitirá reconocer los aspectos necesarios a mejorar en el diseño final. Así como también, se realiza el análisis de la inspección visual realizada y la aplicación de entrevistas no estructuradas a ingenieros estructurales para conocer sus

opiniones y recomendaciones sobre la utilización de una obra inconclusa como lo es el puente olvidado.

Asimismo, es necesaria la evaluación de los proyectos comerciales planteados a futuro para la zona tomando en cuenta que los usuarios de los mismos pueden hacer uso del distribuidor a plantear junto con el análisis de los posibles cambios presentes en el PDUL cuando estos proyectos sean realizados. Para finalizar, se emplea la realización de la matriz FODA para evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentadas en el desarrollo del presente proyecto.

### **FASE III. Elaboración de los diseños de movilidad requeridos en la zona.**

En la fase III se presentan las alternativas requeridas para la mejora de la zona, incluyendo los cambios necesarios a las propuestas planteadas que fueron evaluadas, así como también el diseño de un distribuidor capaz de eliminar los dos retornos improvisados que se presentan en la Autopista Bárbula – Guacara, incluyendo el diseño del pavimento requerido por el mismo. Por consiguiente, se realiza el diseño de un distribuidor tipo trébol modificado cumpliendo con la normativa necesaria para garantizar la seguridad del usuario, incluyendo en el mismo la estructura o “puente olvidado” que se encuentra a la altura de Lomas de la Hacienda.

Para la mejora de movilidad de los usuarios de la urbanización Lomas de la Hacienda es necesario replantear las alternativas a los proyectos anteriormente presentados es decir, la mejora de las vías de acceso existentes junto con la creación de nuevas incorporaciones desde la Autopista Bárbula – Guacara hacia las nuevas vías auxiliares destinadas para Lomas de la Hacienda y los futuros proyectos cercanos.

Asimismo, es necesario el diseño geométrico y de pavimento para la vía alterna que une a la urbanización Lomas de la Hacienda con San Diego partiendo del análisis de los usuarios que utilizarían dicha vía lo cual hace necesaria la nueva zonificación del lugar con respecto a los proyectos y mejoras planteados. Para finalizar, es necesaria la observación del posible impacto ambiental que dichos diseños causarían en la zona.

#### **FASE IV. Integración mediante un Plan Maestro de Movilidad los diseños elaborados en la Autopista Bárbula – Guacara.**

Por último, se plantea en conjunto la solución a cada uno de los problemas establecidos en la zona presentando el Plan Maestro de Movilidad Urbana, el cual integrará el diseño de la vía de acceso independiente para la urbanización Lomas de la Hacienda sin ser necesario el uso de la entrada a la E/S Bosqueserino y el diseño del distribuidor que eliminaría los dos retornos existentes en la Autopista Bárbula-Guacara.

Además, el plan maestro de movilidad urbana incluye el rediseño del pavimento de la vía alterna que se encuentra entre la urbanización Lomas de la Hacienda y la urbanización San Antonio, el cual permitiría diferentes alternativas de acceso y salida a los habitantes de la urbanización. Al mismo tiempo, contiene el replanteo del trazado de las rutas de transporte de la zona, debido a que con la mejora de la vía alterna y la inclusión del distribuidor serán necesarias más unidades y diferentes rutas para abarcar la población de Lomas de la Hacienda.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de cada uno de los objetivos específicos, comenzando con el diagnóstico de la situación actual de la vialidad en la Autopista Bárbula – Guacara continuando con el análisis de los factores críticos que afectan la movilidad de la misma, posteriormente es necesaria la elaboración de diseños que mejorarán la movilidad de la zona y por último, lograr la integración de lo mencionado anteriormente a través de un plan maestro de movilidad tal como se describe en las fases metodológicas.

#### **4.1. Diagnóstico de la situación actual de la vialidad en la Autopista Bárbula – Guacara.**

La Autopista Bárbula – Guacara fue inaugurada en 1980, la misma no cuenta con aceras y además, posee una longitud de 15km que inician desde el Distribuidor de Bárbula hasta el Distribuidor de Yagua. El encargado de la administración de la Autopista es la Gobernación del Estado Carabobo.

Como se mencionó anteriormente, en la Autopista a la altura de la urbanización Lomas de la Hacienda se presentan diversas problemáticas enfocadas principalmente en la presencia de los distribuidores planos o retornos improvisados que no cumplen con la normativa necesaria y han sido causantes de gran cantidad de accidentes fatales, haciendo necesaria su eliminación la cual se realizará a través de un distribuidor que cumpla la normativa necesaria e incluirá la utilización de la estructura de puente presente a la altura de la E/S Bosqueserino.

En relación con lo anteriormente mencionado, se presentan en la Autopista

Bárbula – Guacara otra serie de problemas primordialmente para los usuarios de la urbanización Lomas de la Hacienda los cuales no cuentan con las comodidades necesarias para acceder y salir de sus hogares debido a la entrada única compartida con la E/S Bosqueserino, la mala condición de la vía que la conecta con la urbanización San Antonio y además, el nulo transporte público en la zona. Por esta razón, es necesaria la implementación de dos accesos únicos hacia la urbanización Lomas de la Hacienda como se encuentra en el PDUL del Municipio San Diego, el diseño geométrico y de pavimento de la vía alterna y además, la planificación de las rutas de transporte necesarias para las 1500 viviendas con aproximadamente 6750 habitantes que en ella se presentan considerando 4.5 habitantes por vivienda.

Por consiguiente, la presente investigación tiene como finalidad ofrecerles a los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara retornos que cumplan con la normativa de vialidad y seguridad a través de un distribuidor a la altura de la E/S Bosqueserino. Simultáneamente, busca mejorar la movilidad de los habitantes de Lomas de la Hacienda a través de accesos y salidas seguras de sus hogares junto con la posibilidad del uso de transporte público, logrando así a través de un plan maestro de movilidad la integración y mejora de la movilidad de toda la zona.

Para el cumplimiento de dichos objetivos en primer lugar es necesaria la realización de una inspección visual en el tramo de estudio para determinar las características de la vía de las cuales dependen factores de diseño. En la inspección visual se observó que el tramo de estudio de la Autopista Bárbula – Guacara cuenta con 2 retornos que no cumplen la normativa necesaria como se mencionó anteriormente, con dos carriles de circulación y un hombrillo, no cuenta con redomas y además, cuenta con suficientes postes de luz y a pesar de que no todos se encuentran en funcionamiento en general la vialidad se encuentra en buenas condiciones. Asimismo, no posee cantidades notables de fallas de suelo severas exceptuando la salida de la Estación de Servicio

Bosqueserino la cual se encuentra en pésimo estado.

Mientras tanto, se observó en la urbanización Lomas de la Hacienda la presencia de fallas de suelo en las entradas correspondientes así como también, se comprobó el pésimo estado de la vía alterna que une dicha urbanización con la Urbanización San Antonio ya que es únicamente un camino de tierra. Además, cuenta con un tramo cerrado e inconcluso de vía donde según el PDUL debería estar ubicada la primera entrada de Lomas de la Hacienda.

Para la realización del diseño de distribuidor incluyendo la estructura de puente olvidado es necesario el conocimiento de las condiciones actuales del mismo, logrando definir si su utilización es factible. A través de la inspección realizada por el Ing. Reynaldo Riveros, experto en Patología C.I.V. N° 57.016 para la realización del trabajo de grado “Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo” presentado en Junio 2018 por Rodrigo Conde se determinó que las vigas del puente se encuentran actualmente en condiciones de operar correctamente según las cargas previstas en sus inicios, es decir soportar inclusive camiones y gandolas de hasta 35 toneladas.

Por consiguiente, se encuentra garantizada la posible utilización del llamado puente olvidado para ser parte del distribuidor que elimine los retornos improvisados en la Autopista Bárbula – Guacara. Extrayendo las palabras del Ing. Reynaldo Riveros (2018) se puede conocer parte de la historia del mismo:

Cuando el Gobierno Regional, tomó la decisión de construir la Variante Bárbula-San Diego, se consiguió que tendría que atravesar los terrenos propiedad del Sr. Enzo Dicrisicio, quien tenía una concesión de saque de material de préstamo en terrenos propios. Al realizarle el planteamiento, el Sr. Dicrisicio, llegó a un acuerdo con el Instituto Regional de Vialidad y el MTC del momento. Él solicitó que no le pagaran la expropiación a cambio de que le construyeran un puente que le permitiera que sus gandolas y camiones y los de sus clientes, pudieran cruzar libremente, sin causar interrupciones a la vía a construir. Las Instituciones competentes llegaron a un acuerdo con el Propietario y se iniciaron los trabajos. Lamentablemente, el Sr. Dicrisicio falleció cuando apenas tenían colocadas las vigas y solo se

habían colocado los rigidizadores en los apoyos (Estribos de los extremos y pila central). Luego, la sucesión tomó la decisión de dejar los trabajos inconclusos, para recibir la diferencia y el puente quedó tal y como lo vemos hoy día, que por haber quedado en abandono, se le llama “Puente Olvidado”.

Además, se conoce a su vez las características actuales del puente olvidado incluyendo su estructura y sus condiciones: “A simple vista se pudo observar que el puente tiene 9 vigas de concreto pretensado en cada tramo y son dos tramos (18 vigas en total), cuyo estado superficial se encuentra muy cubierto de hongo negro.”, incluyendo información más específica sobre el mismo:

Al subirnos en las vigas, con la ayuda de la cesta de un camión de Corpoelec, de los que suelen utilizar para hacer mantenimiento a las líneas eléctricas, se pudo observar que las vigas son solo pretensadas y se encuentran en perfecto estado, no tienen grietas, ni se encuentran las vigas fuera de posición, a pesar de los sismos que han ocurrido. Se realizó una revisión meticulosa y se realizaron las mediciones correspondientes para determinar un levantamiento completo de la información necesaria para la elaboración del informe. Se puede concluir que las vigas de ese puente están completamente aptas para soportar las cargas para las cuales fue diseñado (en ese momento las cargas máximas para gandolas eran de 35.000 kg, no las vigentes de 26.000 kg).

El aspecto más importante de mencionar es el muy buen estado en el cual se encuentran las vigas, lo que permite concluir rápidamente que se encuentran en perfecto estado, como para ser utilizadas. El único aspecto que se puede decir que no es adecuado, se refiere a la formación del hongo negro ya mencionado...

La separación de las vigas deja una luz de 1,20 m entre los bordes superiores de las vigas. El diseño pensado para el vaciado de la losa del puente, fue de utilizar prelosas que cubren la luz de separación entre las vigas, para dejarlas como encofrado perdido, De manera de evitar un alto andamiaje para el vaciado de la losa de concreto sobre el puente.

La altura a la cual se encuentran las vigas de los extremos, medidas sobre los estribos, es de 7,00 m y cada viga hacia el centro va subiendo una altura de 5 cm, hasta llegar al punto central, que es el punto más alto, para permitir un bombeo que garantice que no habrá acumulación de agua en las vías sobre el puente. Ésta altura fue medida desde el terreno hasta la parte superior de las vigas, con un distanciómetro laser marca SkilXact, modelo 0530 y éste mismo dispositivo fue utilizado para realizar todas las medidas.

En los anexos se encuentran las fotografías tomadas mientras estuvimos en el área del puente y sus alrededores. En ellas se pueden observar las

condiciones y estado de las vigas y se pudo observar un galibo superior a los 6 m, en la parte más baja del puente, lo que garantiza que el puente podrá ser utilizado sin causar inconvenientes de obstruir el paso de cargamentos especiales. Cuya altura máxima está regulada en 5,5 m

Asimismo, en la misma carta dirigida a Rodrigo Conde el Ing. Reynaldo Riveros expresa algunas recomendaciones importantes en la realización del distribuidor como lo son:

Se considera que lo primero que se debe realizar, antes de iniciar cualquier trabajo es una limpieza con Hidrojet con, al menos, 3.000 PSI en el pico de salida, a fin de evitar posibles enfermedades a los trabajadores...

A pesar de no tener un área muy grande que pudiese comprometer el desalojo de las aguas de lluvia bajo el puente, se deben canalizar entre la vía del puente y las caminerías unas cunetas que pudiesen ser de sección rectangular, para dar la pendiente adecuada y permitir que las aguas descarguen a los extremos y zona media del puente.

El otro punto es que en las rampas de acceso al puente, se deberían colocar, bajo ellas, tuberías de al menos 34 pulgadas, para garantizar una escorrentía que evite la acumulación de agua en los accesos del distribuidor y dar así por descontado un posible hidropneumático, que dejará sin control del vehículo a quien llegara a ocurrirle tal percance...

En relación a lo anteriormente mencionado, el puente olvidado se encuentra en óptimas condiciones para ser parte del distribuidor en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda contando con 9 vigas de concreto pretensado (Ver figura 22 y 23) sin presencia en ellas de grietas en cada uno de sus tramos con una separación de 1.2m lo cual arrojaría un ancho total de 10.8m las cuales pueden soportar hasta 35 toneladas según como fueron diseñadas. También es importante resaltar la posición no perpendicular a la vía, obteniendo así un galibo superior a 6m en toda su longitud lo cual permite perfectamente la movilidad de los vehículos debajo del mismo.



**Figura 22. Estado actual de las vigas del puente olvidado**

Fuente: “Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo” Rodrigo Conde (2018)



**Figura 23. Vigas de un tramo del puente olvidado**

Fuente: “Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo” Rodrigo Conde (2018)

En la Autopista Bárbula – Guacara en las cercanías de la E/S Bosqueserino se encuentra la concretera FRAMEX C.A. operando desde el 2006 por esta razón, es necesario el conocimiento de la importancia de la vialidad presente y de sus posibles modificaciones para dicha empresa lo cual hizo necesaria la realización de entrevistas no estructuradas a dos personas que conocen tanto la zona como la concretera y sus posibles aspiraciones.

El Sr. Gasperis, trabajador de varios años de la concretera informó en la entrevista no estructurada realizada que: no cuenta con información de por qué

no se culminó el actualmente llamado puente olvidado ni de las condiciones que posee ya que dicha estructura se encuentra en la variante antes de la creación de FRAMEX C.A. por lo cual la empresa no tiene relación con la estructura. A su vez comentó el conocimiento del retorno en pésimas condiciones de seguridad para los usuarios de la vialidad siendo causantes de gran cantidad de accidentes y además, como la falta de un retorno seguro afecta inclusive a los camiones de la empresa los cuales al salir de la misma deben llegar hasta la zona de Tulipanes en San Diego para lograr ingresar de nuevo a FRAMEX o, por el contrario si su destino es San Diego también debe realizar un gran recorrido para llegar al mismo.

Asimismo, informó que está previsto un desarrollo desde hace aproximadamente 3 años de un gran centro comercial en la zona el cual se encontrará en la misma vía de la E/S Bosqueserino varios metros adelante, además informó que el terreno que rodea FRAMEX C.A. es propiedad de la concretera. Por esta razón, personal del ministerio de transporte informó a dicha empresa que debían responsabilizarse económicamente de la mejora de entradas a sus propiedades tomando inclusive terreno que actualmente se encuentra destinado a otros usos como la vigilancia, cuando se modificara la vialidad como parte del desarrollo del centro comercial. Igualmente los responsables del centro comercial serían a su vez responsables económicamente de la entrada al mismo.

En conclusión, el Sr. Gasperis concluyó que existen aproximadamente 20m entre el terreno de FRAMEX y el hombrillo de la variante además, verificó que el terreno del mismo lado de la autopista pertenece a la concretera sin embargo, el empleo de un distribuidor que permita los retornos en óptimas condiciones beneficiaría a FRAMEX incluso si deben asumir parte económica en el desarrollo o construcción del mismo.

Por otra parte, el actual gerente de producción de FRAMEX C.A. Miguel Teixeira a su vez en una entrevista no estructurada comentó el conocimiento del

futuro desarrollo de un centro comercial y un VALCRO en la zona posterior de la E/S Bosqueserino lo cual afectaría la cantidad de usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara y haría necesario la presencia de un distribuidor con retornos que cumplan con la seguridad necesaria para su utilización ya que actualmente se concentran gran cantidad de accidentes en la zona los cuales incrementarían al incrementar la cantidad de usuarios de la Autopista. Además, coincidió en la información suministrada por el Sr. Gasperis sobre el aviso hacia FRAMEX C.A. de su responsabilidad económica al momento de realizar la entrada hacia la empresa del distribuidor.

En el caso del Sr. Miguel Teixeira como gerente de producción informó igualmente de la idea de realizar una vialidad paralela a la variante para permitir una entrada y salida con mayor comodidad de FRAMEX para sus camiones así como también, del apoyo a la realización de dicho distribuidor ya que beneficiaría a la concretera garantizando mayor seguridad y menor recorrido para sus trabajadores. Es decir, participó que la empresa estaría de acuerdo en que el diseño del distribuidor incluyera parte de su terreno siempre y cuando garantizara el uso del mismo para sus camiones y usuarios.

En resumen, tanto el Sr. Teixeira como el Sr. Gasperis los cuales conocen la historia y las posibilidades de FRAMEX con respecto al distribuidor están de acuerdo de que la empresa se beneficiaría con su desarrollo y construcción incluso si debe utilizarse parte de su terreno dentro del diseño ya que ganarían mayor seguridad y facilidades con la presencia del distribuidor que sin él, conjuntamente ambos se encuentran informados de un posible desarrollo de gran magnitud como lo sería el centro comercial y el VALCRO en la Autopista Bárbula – Guacara sabiendo que afectaría la movilidad en la zona. Por consiguiente, a pesar de la cercanía de la Autopista con los terrenos de FRAMEX C.A. no se considera un impedimento para la realización de un diseño que cumpla con las normativas necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios del mismo y a su vez, de los camiones de la empresa.

Al mismo tiempo, es fundamental conocer los proyectos que han sido presentados en la Alcaldía de San Diego sobre la zona de estudio que podrían modificar el número de usuarios o vehículos presentes actualmente y hace necesario tener conocimiento de los mismos para lograr correctamente el diseño de las vías alternas y el distribuidor tomando en cuenta el incremento a futuro de la población. La alcaldía de San Diego recibió a principios del año 2016 un anteproyecto de la realización de un VALCRO y un centro comercial detrás de la E/S Bosqueserino el cual contaría con locales comerciales, supermercado y tienda VALCRO para los que se realizarían 483 puestos de estacionamiento sin embargo, después de la entrega de dicho anteproyecto la alcaldía de San Diego no recibió más información acerca del mismo.

Por el contrario, la alcaldía de San Diego recibió información sobre la venta del terreno por parte de aquellas personas que entregaron el anteproyecto del comercio razón por la cual, consideran poco probable que dicho proyecto se realice. Asimismo, poseen actualmente un anteproyecto de galpones comerciales ubicados en la Autopista Bárbula – Guacara antes de la concretera FRAMEX C.A. cuando se va en sentido San Diego – Bárbula los cuales contarían con 669 puestos de estacionamiento.

A pesar de estar presentes diversos proyectos en la zona de estudio, el diagnóstico del plan de desarrollo urbano local (PDUL) de San Diego muestra únicamente algunos cambios que no han sido efectuados en la misma como lo son: dos entradas y salidas independientes de la Urbanización Lomas de la Hacienda las cuales no han sido realizadas ni se encuentran actualmente en construcción, al mismo tiempo se encuentra presente en el PDUL el espacio destinado para la utilización del proyecto del tren siendo el mismo paralelo a la Autopista Bárbula – Guacara. Por el contrario, se encuentran actualmente estructuras no reflejadas en el PDUL como la empresa FRAMEX C.A. ni la estructura de puente olvidado.

Es decir, los proyectos planteados por la alcaldía de San Diego como son

el VALCRO y los galpones comerciales ubicados en la zona de estudio no se encuentran reflejados en el PDUL ni las zonas se encuentran establecidas como zonas comerciales, lo cual dificulta buscar en el mismo la información completa y necesaria para las propuestas de nuevas estructuras y/o vialidades. De la misma manera, no se encuentra señalada una vialidad que una la urbanización Lomas de la Hacienda con la Urbanización San Antonio, la cual posteriormente se encuentra conectada con la Av. Don Julio Centeno, por esta razón es necesaria su inclusión en la nueva zonificación del PDUL.

#### **4.2. Análisis de los factores críticos que afectan la movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara.**

Para lograr la integración de un plan maestro de movilidad que cumpla con las condiciones más factibles en la Autopista Bárbula – Guacara es necesario el análisis de distintos proyectos realizados anteriormente en la zona y la ejecución de los cambios necesarios para la utilización de los mismos en la posterior integración del plan maestro de movilidad. Es decir, es fundamental la evaluación de los proyectos y la inclusión de posibles alternativas que permitirán mejorar el diseño final previendo el impacto que tendrán el desarrollo de las mismas en la comunidad.

Por ejemplo, Conde Rodrigo (2018) en su trabajo de grado: Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo plantea el diseño geométrico de un distribuidor de retorno el cual eliminaría el distribuidor plano presente en la autopista Bárbula – Guacara, el cual actualmente permite el retorno hacia Valencia, sin embargo es necesario el chequeo del cumplimiento de la normativa de este diseño.

Antes que nada deben ser mencionadas las características empleadas en el diseño de dicho proyecto por Rodrigo Conde (2018) las cuales han tomado en cuenta 8 factores que intervienen en el diseño del distribuidor (Ver figura 1 – Apéndice A) como lo son: geometría:

Se planteó como propuesta el empleo de distintos radios de curvatura, en los ramales de incorporación se utilizaron radios de giro de 50 metros, y en los

ramales de desincorporación se utilizaron radios de giro internos de 14 y 10 metros respectivamente con la intención de que cualquier tipo de vehículo pueda emplear el distribuidor propuesto el cual se diseñó tipo trébol partido.

Continuando con el pavimento, considerando la utilización tanto de pavimento rígido como flexible:

Para el pavimento rígido, con tráfico pesado, donde se tomen en cuenta especificaciones de confiabilidad para tipo de rutas troncales y autopistas de un se debe tener 85% - 99%, esto con el propósito de asegurar el balancee apropiado en el costo inicial y el costo final apropiado...

Para el caso de Pavimento Flexible se recomienda utilizar un espesor no menor a 12 cm, utilizando NECESARIAMENTE mezcla 4 con una sub-base adecuada, preferiblemente con material de “cascabel” compactado al 95% de Próctor modificado. Éste material está comprobado que se comporta de una manera excelente para casos de taludes y terraplenes.

Siguiendo de la misma manera con el factor de iluminación: la cual se rige por las normas técnicas elaboradas previamente por el ministerio decretando que deben tenerse diversas precauciones en la selección de la misma. A su vez, considerando en seguridad la utilización de defensas o dispositivos tipo parapeto que se encuentran en los bordes de las divisorias para prevenir peores daños en caso de accidentes, son elementos costosos que deben tener una instalación rigurosa. Por consiguiente se empleó la utilización las secciones de: Defensas laterales semirrígidas tipo New Jersey la cual no absorbe ninguna energía en caso de colisión además de divisoria de barrera.

Algo semejante ocurre con otro factor fundamental en el diseño del distribuidor como lo es el drenaje, es decir aquellas obras que consideran los procesos de captación, conducción y evacuación adecuada de los fluidos presentes en la autopista, necesarios para prevenir el deterioro prematuro de la vialidad. Se propone un diseño generalizado de cuneta por las normas de proyecto de carreteras MTC 1997 (Ver figura 2 – Apéndice A).

Para finalizar es necesario la determinación del movimiento de tierra, talud y señalización del diseño del distribuidor los cuales indican que:

Para el movimiento de tierra se removerán 50cms de profundidad de terreno lo cual será aproximadamente la totalidad de la capa vegetal (Hummus) y se sustituirá por relleno de cascabel de San Mamon Mocho, vía Guigue....

Para el talud se propondrá una sección la cual tenga un ángulo de 45° y presente un peralte del 2%, adicional se realizaron los cálculos de la cantidad de metros cúbicos de relleno de cascabel de San Mamon Mocho, vía Guigue, que se deberán colocar a lo largo de cada una de las progresivas...

Se deberán colocar señalizaciones a 100 metros de distancia que indiquen los respectivos cruces a los ramales del distribuidor.

Se deberá colocar señalizaciones que indiquen las velocidades máximas, en el caso proyecto serán de 30 Km/h.

En conclusión, Conde Rodrigo determinó en su proyecto presentado en la zona la utilización de un distribuidor tipo trébol partido utilizando la estructura de puente olvidado presente, incluyendo en el mismo tanto pavimento rígido como flexible, defensas laterales semirrígidas tipo New Jersey y de divisoria de barrera, un diseño generalizado de cuneta por las normas de proyecto de carreteras MTC 1997, así como indicaciones específicas de movimiento de tierra, talud y señalización.

Con objeto de garantizar la seguridad de los usuarios en la Autopista Bárbula – Guacara, es necesario mejorar el diseño del distribuidor presentado en el previo trabajo de grado para lograr la eliminación de los dos retornos o distribuidores planos presentes tanto para Valencia como para San Diego lo cual permitiría a todos los usuarios de la Autopista tener una vialidad segura para transitar y retornar en caso de ser necesario teniendo un impacto positivo en la población al eliminar aquellos retornos que han causado un sinnúmero de accidentes fatales y pérdidas de vidas.

Por consiguiente, los factores geométricos, movimiento de tierra y talud expuestos en dicho proyecto no serán empleadas en el diseño de distribuidor presente debido a la diferencia de la finalidad del proyecto y la necesidad de eliminar no uno sino ambos retornos presentes en la autopista sin embargo, los factores de pavimento, seguridad e iluminación junto con la señalización servirán de base para la elección de los mismos en el proyecto actual.

Asimismo, Rivera Juan (2019) en su trabajo de grado: Plan de restructuración de las rutas de transporte público urbano en el municipio San Diego, Estado Carabobo plantea la utilización de un puente peatonal en la Autopista Bárbula – Guacara, el cual según la normativa de vialidad no debería presentarse ya que compromete la seguridad de los usuarios de la misma. Además, se plantea la creación de una ruta de transporte público que integre a los habitantes de Lomas de la Hacienda los cuales actualmente no cuentan con rutas de transporte, sin embargo dicha ruta se plantea en una vía que no cuenta con las condiciones necesarias para el tránsito de vehículos tanto particulares como de transporte público.

Recopilando lo más importante el Ing. Juan Rivera (2019) a través de la alcaldía de San Diego recopiló la información de las cooperativas en funcionamiento dentro del municipio teniendo 5 de ellas como resultado, en las mismas se verificó que no han realizado modificaciones en las rutas desde el año 2005 las cuales no cuentan con paradas de transporte determinadas en óptimas condiciones. Para establecer nuevas rutas de transporte fue necesario el estudio de los lugares con mayor demanda de movilización comparándola con las rutas actuales de las 5 cooperativas que sirven en el municipio dando como resultado del transcurso del tiempo y del crecimiento significativo de la población la incorporación de 9 nuevas rutas entre ellas, la ruta de Lomas de la Hacienda (Ver figura 3 – Apéndice A) junto con un puente peatonal (Ver figura 4 – Apéndice A) estableciendo lo siguiente:

Esta nueva ruta sería de gran importancia, dado que a la falta de transporte público de esa zona los ciudadanos corren grandes riesgos, al tratar de cruzar la Variante - San Diego - Puente Bárbula, gracias a esta ruta podrán contar con un viaje seguro desde la Urb. Lomas de la Hacienda hasta el boulevard del Remanso, en el cual se interceptan varias rutas principales del municipio, esta ruta cuenta con 11 paradas y una longitud de 9,16 kilómetros. La siguiente ruta secundaria tendría inicio en el boulevard del Remanso toma la Av. Don Julio Centeno y se dirige hacia el cruce con la Urb. Los Tulipanes donde cruzaría a la izquierda tomando la Av. 172, de ahí continuaría recto hasta llegar a la Urb. Lomas de la Hacienda, es necesario tomar en cuenta que la mitad del tramo de esta ruta se encuentra en proyecto de construcción por lo tanto deberá esperar la culminación de este proyecto para que la ruta pueda estar activa o completar en la totalidad su trayecto.

En conclusión, en el trabajo de grado del ahora Ing. Juan Rivera se plantea la reestructuración de las rutas existentes actualmente así como la creación de nuevas rutas las cuales incluyen la creación de nuevas cooperativas finalizando con 9 rutas que cubren completamente el municipio San Diego tomando en cuenta a su vez vías en proceso de elaboración. Por consiguiente, para la aplicación del trabajo de grado anteriormente mencionado es necesaria la eliminación en el diseño propuesto de la pasarela o puente peatonal presentado a la altura de Lomas de la Hacienda para lograr garantizar la seguridad de los usuarios de la Autopista.

Así como también, es fundamental la reestructuración de las rutas de transporte presentadas en Lomas de la Hacienda tomando en cuenta el nuevo diseño de distribuidor en la Autopista Bárbula – Guacara así como también, la vialidad que permite la conexión directa de la urbanización con San Diego sin hacer uso de la Autopista lo cual proporcionaría a los usuarios de la Autopista y de Lomas de la Hacienda nuevas posibilidades de movilidad en la zona sin embargo, las rutas conjuntas con la parada final establecida para la ruta de Lomas de la Hacienda es decir el Boulevard El Remanso sirven de guía para mostrar como los usuarios de la primera ruta mencionada logran llegar a su destino.

Del mismo modo, Boggio Natasha y Guayapero Diego (2018) en su trabajo de grado: Estudio de la permeabilidad y diseño de pavimento en la vía entre urbanización Lomas de la Hacienda y urbanización San Antonio. Municipio San Diego – Estado Carabobo diseñan el pavimento de la vía a través de un estudio específico del suelo, así como su sección transversal. Inicialmente a través de una encuesta realizada a 30 personas de la comunidad los Ing. Boggio y Guayapero definieron que la mayoría de ellos se beneficiaría con la aplicación y desarrollo de la vía que une Lomas de la Hacienda y San Antonio la cual es denominada Av. 172 y actualmente se encuentra en vialidad de tierra con una longitud de 1.266 metros con un ancho regular de 6 metros sin pendientes pronunciadas.

Posteriormente para lograr el diseño de pavimento empleado en esta vía fue necesario conocer el número y tipo de vehículos que por ella circularían obteniendo entre 450 y 880 vehículos livianos durante una hora pico específica en el mismo día asimismo, se estudió la permeabilidad en la rasante de la vía cada 20m a una profundidad de 1m teniendo como resultado: “La tasa de permeabilidad del suelo es una infiltración aceptable debido a que los valores fueron inferiores a 2 mm/h, siendo un suelo apto para pavimento flexible” a su vez proporcionó muestras que pasaron por un ensayo granulométrico a 6 muestras:

Dando así gravas y arenas bien graduadas con el coeficiente de uniformidad y suelos bien gradados con el coeficiente de curvatura. Cumpliendo con los requerimientos principal objetivo el cual es el diseño de pavimento de la zona en estudio.

Partiendo con los datos del conteo vehicular y el porcentaje de vehículos pesados, se diseña el pavimento con un crecimiento esperado del 4% anual, límite legal de carga por eje sencillo de 18.000 lb (8.100 kg). Siendo la vía una carretera urbana del tipo local, por medio de la tabla 14 se tiene que el promedio del peso bruto del tránsito pesado estimado debe variar entre 15.000 a 25.000 lb.

Diseñando posteriormente un pavimento flexible que cuenta con 6cm de carpeta asfáltica, 11.5cm de base granular dando un espesor total de 17.5cm y a su vez, estableciendo el diseño de la sección transversal de la vialidad indicada (Ver figura 5 – Apéndice A) con una velocidad de entre 40 Km/h y 60 Km/h basados en la norma venezolana para proyectos de carreteras 1997.

Sin embargo, para el cálculo y diseño de dicho pavimento no se tomó en cuenta el aumento de flujo vehicular tanto en vehículos livianos como pesados al tener una vía en óptimas condiciones de tránsito o inclusive, el posible aumento de la población de ambas urbanizaciones al contar con una vialidad segura para transitar sino únicamente el 4% de crecimiento de población partiendo del conteo vehicular establecido en la normativa. Sin embargo, todos los estudios de suelo realizados en este trabajo de grado que establecen el suelo como: gravas y arenas bien graduadas son necesarios para la ejecución del diseño de pavimento más factible para la zona.

Además, Sánchez Aldry (2019) en su trabajo de grado: Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo., definió dicha vialidad como la vialidad más factible para la comunicación de Lomas de la Hacienda, la unión y ejecución del rediseño de esta vialidad permitirá a los usuarios tener una vía óptima para circular y lograr el cumplimiento de sus necesidades diarias de movilidad. En dicho trabajo de grado se realizó un conteo vehicular en la entrada de Lomas de la Hacienda el cual arrojó un promedio entre 500 y 800 vehículos livianos por hora y posteriormente se procedió a estudiar la factibilidad de varias rutas para la realización de dicha vía (Ver figura 6 – Apéndice A).

Posteriormente procedió a un análisis de factibilidad tomando en cuenta términos socioculturales como lo son la población, economía, movilidad, servicio y entorno urbano, junto con los términos físicos como lo son la hidrología, el relieve y el suelo y para finalizar los términos biológicos contando con la flora y la fauna. Para finalizar se descartan las rutas comparando el trabajo de campo y levantamiento, el diseño de ingeniería y los recursos necesarios, arrojando un resultado de ruta más factible para la elaboración de la vialidad que une Lomas de la Hacienda y San Antonio:

En conclusión determinamos que el tramo más idóneo es el B, el cual tiene un nivel de sensibilidad media y está en una ubicación hidrográfica óptima, ocasionando menos daño a la fauna y flora. Existe un tramo de tierra que trae como beneficio si se modificala para usarlo como vía para unir las urbanizaciones.

Ahora bien, se realizó a su vez el diseño geométrico de dicha vialidad arrojando una velocidad de proyecto de 60km/h contando con 7 curvas simples y 5 curvas revertidas (Ver figura 7 – Apéndice A), además con una sección transversal la cual consta de un carril y un hombrillo (Ver figura 8 – Apéndice A). Además, se establecieron las características necesarias de movimiento de tierra y drenaje para lograr la correcta construcción y posterior funcionamiento de la vialidad anteriormente diseñada: “Se colocaran el sumidero con una ventana de 3 m, con una

tubería de 21” los 2 primeros, de 24” y terceros, los segundos y terceros, y los últimos de 27” para que sirva para futuros proyectos.” junto con la presencia de postes de iluminación cada 50m con doble brazo.

En conclusión, a través del trabajo de grado de Aldry Sánchez se conoce la ruta más factible para la elaboración de la vialidad que una a Lomas de la Hacienda con la Urbanización San Antonio el cual además proporcionó un diseño geométrico de la misma contando con sección transversal, drenajes e iluminación que serán tomados en cuenta en el presente trabajo de grado. Sin embargo, junto con la información proporcionada en el trabajo de grado de los Ing. Boggio y Guayapero se conoce la información del tipo de suelo de la presente vialidad por lo tanto, a través de ambos proyectos se conoce la totalidad de la información necesaria para la realización del nuevo diseño de pavimento más idóneo de la misma tomando en cuenta la totalidad de usuarios que transitarían por la misma.

Las conclusiones derivadas de los trabajos de grado anteriormente analizados serán aplicadas en el desarrollo de la FASE III al momento de elaborar los diseños requeridos para la mejora de movilidad de la zona. Sin embargo, al mismo tiempo es necesaria la realización de un análisis a los resultados anteriormente expuestos sobre la inspección visual, cuyos resultados indican que actualmente el tramo de estudio de la Autopista Bárbula – Guacara se encuentra en buenas condiciones las cuales permiten el flujo normal del tránsito que por ella circula, el cual se vería beneficiado con la inclusión del distribuidor tipo trébol modificado para permitir el retorno tanto a Valencia como a San Diego por parte de los usuarios.

Del mismo modo la inspección visual en Lomas de la Hacienda permitió comprobar la necesidad de sus habitantes de entradas y salidas en óptimas condiciones y seguras que le permitan acceder tanto a la Autopista Bárbula – Guacara como a San Diego (Ver anexo A). Como se mencionó anteriormente el plan de desarrollo urbano local del municipio San Diego cuenta con dos entradas y salidas de la urbanización que no se ejecutaron (Ver figura 9 – Apéndice A), una de

ellas en el extremo más cercano a Bárbula específicamente 200m antes del inicio de la urbanización y tiene una longitud aproximada de 240m (Ver figura 10 – Apéndice A) mientras que la segunda se encuentra con mayor cercanía a la E/S, específicamente 210m antes de la misma y tiene una longitud de 140m. (Ver figura 11 – Apéndice A). Sin embargo, el PDUL no cuenta con las medidas específicas de las vías ni en el plano ni en su ordenanza, por esta razón es necesario el rediseño de las entradas.

Posteriormente se realizó el conteo vehicular en la Autopista Bárbula – Guacara específicamente a la altura de la E/S Bosqueserino el día martes 11 de febrero en ambos sentidos de 5:00pm a 6:00pm considerada una hora pico, en él se contemplan la cantidad de vehículos livianos y pesados según la cantidad de ejes que poseen los mismos durante 4 periodos de 15min cada uno. El conteo vehicular manual se realizó con la finalidad de conocer la cantidad de vehículos livianos y pesados que circula por la misma, siendo un valor necesario tanto para la aplicación del factor camión como para el diseño de pavimento del distribuidor ubicado en la Autopista a la altura de Lomas de la Hacienda. (Ver tabla 1 y 2)

Por otra parte el conteo vehicular se realizó un día martes partiendo de la referencia de estudios previos de vialidad y de análisis de tránsito los cuales estipulan que los días martes y jueves son la referencia más importante en los días que existe mayor volumen vehicular que en el resto de la semana. Es necesario a través del conteo vehicular obtener posteriormente el volumen del tránsito así como también, el tránsito promedio de hora pico, la tasa de flujo y el factor de hora pico el cual debe estar comprendido entre 0.25 y 1. Además, contando con el conteo vehicular de la misma hora pico del mismo día en ambos sentidos es posible sacar también la rata de flujo es decir, la cantidad de volumen de la vía en su totalidad. (Ver tabla 3)

El conteo vehicular en sentido Bárbula – San Diego refleja 2223 vehículos en total transitando por la Autopista Bárbula – Guacara siendo 2056 de ellos vehículos

livianos, 27 motos, 21 vans y 119 vehículos pesados entre autobuses, camiones de 2, 3, 4, 5 y 6 ejes siendo el 5.35% de los vehículos totales. Mientras que el conteo vehicular en sentido San Diego – Bárbula refleja 2258 vehículos en total transitando por la Autopista Bárbula – Guacara siendo 2062 de ellos vehículos livianos, 27 motos, 18 vans y 152 vehículos pesados entre autobuses, camiones de 2, 3, 4, 5, 6 y 7 ejes siendo el 6.73% de los vehículos totales. En conclusión, por la Autopista Bárbula – Guacara transitan en su hora pico más de 2.000 vehículos siendo el porcentaje de vehículos pesados menor al 10%, al ser necesario para el diseño de pavimento utilizar el conteo vehicular más desfavorable se utilizará el conteo en sentido San Diego – Bárbula además, es necesaria la inclusión del “factor camión” en la cantidad de vehículos pesados a utilizar en el cálculo debido a que la Autopista es una arteria principal del país y por ella transitan normalmente gran cantidad de carga pesada durante todo el transcurso del día.

Asimismo, se observa que en sentido Bárbula – San Diego se obtiene un volumen de vehículos totales de 2223, un tránsito promedio de hora pico de 37.05%, mientras que su intervalo mayor consta de 618, obteniendo así una tasa de flujo de 2472 vehículos y una rata de flujo de 4160 vehículos lo cual proporciona un factor de hora pico de 0.9 es decir, un valor cercano al límite mientras que el factor de hora pico en ambos sentidos es de 1.19 sobrepasando el limite lo cual indica que la Autopista Bárbula – Guacara se encuentra cerca de considerarse una vía congestionada y se recomiendan estudios para abarcar el problema a futuro. Por su parte, en sentido San Diego – Bárbula se obtiene un volumen de vehículos totales de 2258, un tránsito promedio de hora pico de 37.63%, mientras que su intervalo mayor consta de 720, obteniendo así una tasa de flujo de 2880 vehículos lo cual proporciona un factor de hora pico de 0.78 es decir, un valor dentro del rango establecido.

**Tabla 1.** Conteo vehicular Autopista Bárbula – Guacara Sentido Bárbula – San Diego

Conteo Vehicular Autopista Bárbula – Guacara, Martes 11/2/2020													
Sentido: Bárbula – San Diego 5:00 pm a 6:00pm													
Tipo de vehículo		Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad	Total				
Vehículos livianos		420		555		573		508	2056				
Autobus 2 ejes		6		5		7		4	22				
Camión 2 ejes carga liviana		6		5		6		9	26				
Camión 2 ejes carga pesada		8		8		10		5	31				
Autobus 3 ejes	Intervalo 5:00pm a 5:15pm	0	Intervalo 5:15pm a 5:30pm	0	Intervalo 5:30pm a 5:45pm	0	Intervalo 5:45pm a 6:00pm	0	0				
Camión 3 ejes		1		2		4		2	9				
Camión 4 ejes		0		3		0		0	3				
Camión 5 ejes		3		6		5		2	16				
Camión 6 ejes		3		3		2		4	12				
Camión 7 ejes		0		0		0		0	0				
Vans		6		7		5		3	21				
Motos		7		6		6		8	27				
<b>Total</b>				<b>460</b>				<b>600</b>		<b>618</b>		<b>545</b>	<b>2223</b>

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

**Tabla 2.** Conteo vehicular Autopista Bárbula – Guacara Sentido San Diego - Bárbula

Conteo Vehicular Autopista Bárbula – Guacara, Martes 11/2/2020													
Sentido: San Diego - Bárbula 5:00pm a 6:00pm													
Tipo de vehículo		Cantidad		Cantidad		Cantidad		Cantidad	Total				
Vehículos livianos		535		477		397		653	2062				
Autobus 2 ejes		0		5		3		11	19				
Camión 2 ejes carga liviana		9		7		1		6	23				
Camión 2 ejes carga pesada		0		11		10		7	28				
Autobus 3 ejes	Intervalo 5:00pm a 5:15pm	3	Intervalo 5:15pm a 5:30pm	1	Intervalo 5:30pm a 5:45pm	0	Intervalo 5:45pm a 6:00pm	0	4				
Camión 3 ejes		13		3		0		3	19				
Camión 4 ejes		0		2		3		1	6				
Camión 5 ejes		0		10		2		16	28				
Camión 6 ejes		11		3		3		7	24				
Camión 7 ejes		0		1		0		0	1				
Vans		4		5		1		8	18				
Motos		8		8		2		8	26				
<b>Total</b>				<b>583</b>				<b>533</b>		<b>422</b>		<b>720</b>	<b>2258</b>

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

**Tabla 3.** Volumen y factor de hora pico, Autopista Bárbula - Guacara

Sentidos	Volumen de Vehículo	Tránsito promedio de hora pico	Volumen por Intervalos	Tasa de Flujo	Rata de Flujo (ambos sentidos)	Factor de hora pico	Factor hora pico (ambos sentidos)
Bárbula - San Diego	2223	37,05	460	2472	5352	0,90	1,19
			600				
			618				
			545				
San Diego - Bárbula	2258	37,63	583	2880	5352	0,78	1,19
			533				
			422				
			720				
						<b>CUMPLE</b>	
						<b>NO CUMPLE</b>	<b>CUMPLE</b>
$0,25 \leq FHP \leq 1$							

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

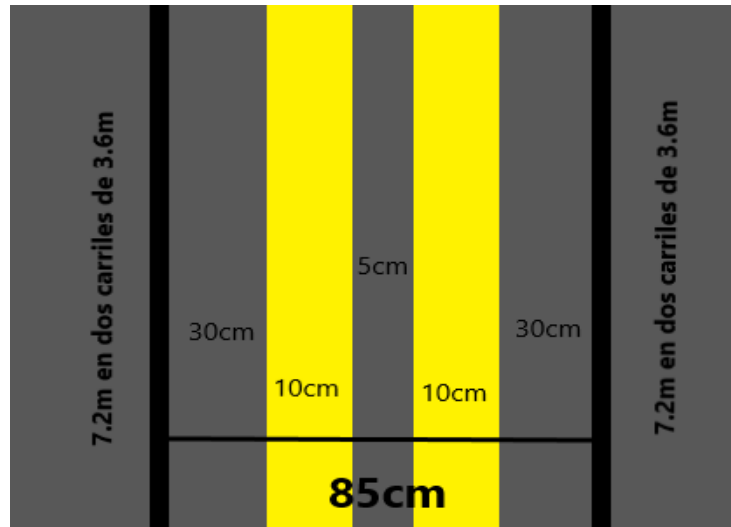
Por otra parte, puesto que se considera el puente olvidado como una obra civil inconclusa es necesario consultar a ingenieros estructurales sobre sus opiniones y recomendaciones para la utilización de la misma, por esta razón se realizaron entrevistas no estructuradas en las cuales se obtuvieron los siguientes resultados: El Ing. Freddy Lanza explicó que efectivamente la estructura actualmente tiene hongos con presencia de fluorescencias normales por el tiempo que ha pasado y el tipo de material, sin embargo sugiere la realización de ensayos para saber la profundidad de contaminación del concreto para saber su integridad en cuanto a la durabilidad ya sea con extracciones de núcleos o con ultrasonidos destinados a evaluar la resistencia de la compresión del concreto, la cual debe superar los 325 kg/cm<sup>2</sup>.

Asimismo, recomienda el estudio del proyecto original para saber si las vigas presentes se encuentran apoyadas sobre neoprenos y en caso de que no los tenga, añadirlos a las mismas. Además, es necesaria una verificación de dimensiones del proyecto la cual se haría con un levantamiento topográfico detallado para saber con exactitud cómo fue construido y obtener sus planos completos para evitar inconvenientes a la hora de la realización del proyecto así como también la verificación del diseño de fundaciones.

Al mismo tiempo el Ing. Joel Curreri recomendó la validación de las medidas del puente olvidado para saber con exactitud el espacio que se tiene en el mismo para considerar en el diseño, así como también la comprobación de las medidas empleadas actualmente en separadores físicos en distribuidores que funcionan con regularidad. Mientras que patológicamente hablando específico que era necesario un estudio más profundo sobre las condiciones del puente para corroborar las informaciones anteriormente suministradas en las tesis previas desarrolladas en la zona.

En relación a lo anteriormente mencionado se puede diagnosticar el puente olvidado como una estructura en buenas condiciones para ser considerado parte del diseño geométrico del distribuidor, siguiendo las recomendaciones se procedió a la verificación de la información de las medidas del puente olvidado con la ayuda de una cinta métrica y un distanciometro arrojando los siguientes resultados: un ancho total de 19m divididos en 1.7m de separación entre cada una de las 9 vigas y un ancho de viga de 0.6m, su altura es mayor a los 6m lo cual permite el paso de vehículos sin ningún inconveniente.

Posteriormente, para la realización del distribuidor deben ser considerados 4 canales de 3.6m, 2 por cada uno de los sentidos lo cual hace necesario un ancho mínimo de 14.4m sin considerar las separaciones de seguridad que deben presentarse en este tipo de estructuras o distribuidores. Por consiguiente, se realizó la evaluación de separaciones de seguridad considerando dos alternativas: un separador físico que divida los carriles de cada sentido, así como también la utilización de dos líneas amarillas utilizadas para el mismo fin. Se considera necesario para la utilización de dos líneas amarillas como separadoras de carriles de sentidos opuestos 85cm divididos en: 30 cm en cada extremo de las líneas, 10 cm de ancho cada una de las líneas y además, 5 cm de separación entre las mismas. (Ver figura 24).



**Figura 24. Separadores con dobles líneas amarillas**

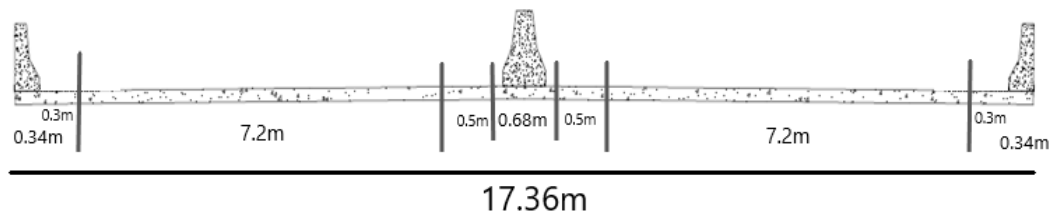
Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Por el contrario, para la utilización de separadores físicos es necesaria una separación entre ambas vías de sentidos opuestos 1.8m de ancho en condiciones ideales considerando el ancho del separador y la distancia entre el mismo y el carril, sin embargo existen actualmente separadores físicos centrales en uso que presentan un buen funcionamiento como por ejemplo en el distribuidor de salida de San Diego con sentido a la variante el separador físico entre sentidos de carriles es de 1.68m divididos en 0.5m de distancia entre el separador y el carril más próximo y 0.68m de ancho del separador.

Así como también en ambos casos es necesaria una separación de 1.2m de separación de seguridad entre el carril más extremo del distribuidor y el borde del mismo, lo cual conlleva a una distancia extra de 2.4m en condiciones ideales. Sin embargo, siguiendo las recomendaciones del Ing. Joel Curreri al proceder y medir en el distribuidor de San Diego el separador lateral tiene una longitud total de 0.64m divididos en 0.34m del separador físico y 0.3m de distancia entre el separador y el carril los cuales tienen un buen funcionamiento.

En condiciones ideales se necesitarían distancias de separadores centrales

de 1.80m y de separadores laterales de 1.2m sin embargo, como fue mencionado se encuentran en uso con buen funcionamiento separadores de 1.68m y 0.64m respectivamente. Por lo tanto, se tomaran para el diseño de distribuidor presente las distancias empleadas en los distribuidores actualmente en uso lo cual haría necesario un tablero de 17.36m tomando en cuenta 4 carriles de 3.6m cada uno junto con separadores físicos con las medidas previamente mencionadas. (Ver figura 25).



**Figura 25. Sección transversal del distribuidor con separadores físicos**

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Asimismo, es fundamental el análisis del incremento de usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara debido a los futuros proyectos que se presentaran en la misma como debido a que los mismos serian a la vez posibles usuarios del distribuidor, además la presencia de comercios en el tramo de estudio incluye la utilización de camiones de carga y descarga de mercancías en los mismos a través de la autopista y el distribuidor. Por esta razón es de vital importancia el cálculo del factor camión para considerar los pesos estimados que transitarían por la autopista para así realizar el correcto diseño de pavimento del distribuidor tipo trébol modificado.

A pesar de tener conocimiento de dos puntos de concentración comercial en el tramo de estudio, para el diseño del plan maestro de movilidad no se tomará en cuenta el anteproyecto presentado en 2016 en la alcaldía como un VALCRO y centro comercial ya que el personal de la misma posee información de la venta del terreno lo cual indicaría la paralización del proyecto. Por esta

razón, en caso de ser reactivado el proyecto en un futuro se deben replantear las variables y distancias en el diseño del plan maestro de movilidad.

Para finalizar, como se mencionó anteriormente el PDUL actual de la zona de estudio no se encuentra actualizado es decir, no cuenta con las reparticiones urbanísticas y comerciales que deben ser tomadas en cuenta en el mismo. Por esta razón, es necesaria la redistribución y zonificación del mismo a través de los conocimientos e informaciones extraídas del presente trabajo de grado.

Con objeto de presentar y englobar los aspectos positivos y negativos que interfieren con el diseño y aplicación del plan maestro de movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda en el municipio San Diego estado Carabobo se presenta una matriz FODA, la cual contiene las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con las que se encuentra el presente proyecto. Antes que nada, una matriz FODA se conoce como una herramienta de análisis interno y externo de una situación en particular, la cual permite entender la situación real en la que se encuentra el proyecto teniendo como finalidad el proporcionar los conocimientos para el desarrollo más factible del mismo, evitando así futuros fallos al no ser conscientes de las debilidades y amenazas del proyecto. (Ver tabla 4)

**Tabla 4.** Matriz FODA “Plan Maestro de Movilidad, en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, municipio San Diego. Estado Carabobo”

<b>F O D A</b>	<b>Fortalezas (F)</b>	<b>Debilidades (D)</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Integración de diversos estudios y propuestas en la zona los cuales permiten implementar las soluciones necesarias para mejorar la calidad de vida de los usuarios de la Autopista.</li> <li>2. Proporcionar movilidad adecuada a las zonas adyacentes como lo son la Urbanización Lomas de la Hacienda, FRAMEX C.A., Urbanización San Antonio y los usuarios de la Autopista Bárbula Guacara.</li> <li>3. Su infraestructura utilizaría una obra civil inconclusa lo cual permitiría mejorar visualmente la zona.</li> <li>4. El terreno se encuentra en condiciones para aplicar el plan maestro de movilidad.</li> <li>5. La Autopista Bárbula – Guacara no presenta fallas severas del pavimento dentro del tramo de estudio.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los proyectos realizados en la zona no se hicieron con una visión de mejorar el todo es decir, se realizaron con intereses separados.</li> <li>2. Falta de levantamientos topográficos de las estructuras presentes.</li> <li>3. Plan de Desarrollo Urbano (PDUL) sin actualizar, lo cual no permite la obtención total de la información a través del mismo.</li> <li>4. Proyecto a desarrollar altamente costoso.</li> </ol>
	<b>Oportunidades (O)</b>	<b>Amenazas (A)</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Proyectos realizados anteriormente en la zona lo cual permite obtener información de la misma con mayor facilidad.</li> <li>2. El nivel de riesgo existente para los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara con la presencia de los 2 distribuidores planos.</li> <li>3. Existencia del puente olvidado, lo cual brinda una estructura en la cual se puede ubicar el distribuidor.</li> <li>4. Obras de drenaje cercanas.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Poco tiempo de desarrollo del proyecto</li> <li>2. Solapamiento de competencias e intereses diferentes, es decir el proyecto se encuentra dentro del territorio de San Diego sin embargo, al ser una Autopista importante la gobernación sería la encargada de sus modificaciones.</li> <li>3. Existencia de la E/S Bosqueserino en la zona de estudio.</li> <li>4. Factores limitantes: propiedades privadas que se deben respetar</li> <li>5. Obras de drenaje cercanas</li> </ol>

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

#### **4.3. Elaboración de los diseños de movilidad requeridos en la zona.**

Con objeto de cumplir los objetivos y solucionar los problemas que se presentan en la Autopista Bárbula – Guacara mencionados anteriormente, es necesaria la realización de diversos diseños para mejorar la movilidad como lo son: el

distribuidor tipo trébol modificado que permitirá la eliminación de los retornos planos presentes y el diseño de una entrada única para la urbanización Lomas de la Hacienda. Asimismo, el diseño de pavimento de la vía alterna que une Lomas de la Hacienda con la urbanización San Antonio y el análisis ambiental, legal y económico del proyecto a plantear.

Primero, al buscar la mejor opción para la eliminación de los retornos planos presentes en la Autopista Bárbula – Guacara se estudiaron el distribuidor tipo diamante modificado y a su vez, tipo trébol modificado debido a que ambos presentan las características requeridas en la zona para lograr los retornos de los usuarios haciendo uso de la estructura de puente olvidado. Por su parte, el distribuidor tipo diamante modificado serían dos entradas y salidas simples en forma de C, estando unidas por el puente olvidado. Sin embargo, aunque es una opción sencilla que cumple con las necesidades de los usuarios su aplicación se vería afectada por los radios de curvatura necesaria para la seguridad del usuario los cuales se verían sobrepuestos tanto en la propiedad privada Framex C.A. en su espacio de desarrollo de premezclado como en la E/S Bosqueserino, es decir son obstáculos urbanísticos para la ejecución del diseño.

Por consiguiente, se definió el distribuidor tipo trébol modificado debido a que presentaba una solución clásica y un diseño apropiado para el espacio que se tiene disponible en la Autopista Bárbula – Guacara ya que, aunque el diseño tipo trébol modificado tomaría espacios de Framex C.A. serían espacios que actualmente se utilizan como entrada a la misma es decir, espacios que pueden reubicarse en el terreno que posee la concretetera. Posteriormente se prosiguió al trazado y cálculo del mismo tomando en consideración distintos aspectos como son: la velocidad en la que vienen los vehículos en la autopista para a través de ella considerar la longitud del canal de incorporación necesaria, la elección del tipo de curva y además, la longitud y geometría de los tramos de desincorporación hacia la autopista.

Considerando una velocidad de proyecto de 50km/h en el distribuidor, los cálculos del canal de incorporación y desincorporación en la Autopista Bárbula –

Guacara para acceder al distribuidor arrojaron unas longitudes mínimas de 60.185m y 115.74 metros respectivamente. El cálculo del tramo de incorporación esta expresado de la siguiente manera:

$$\text{km/h } V_f = 50 \text{ km/h} \quad \text{—}$$

Convirtiendo los Km/h en m/seg, tenemos:

$$\frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}}$$

Incorporación a la vía en condiciones normales:

$$\text{—} \quad \text{—}$$

Mientras que el cálculo del tramo de incorporación esta expresado de la siguiente manera:

$$\text{km/h } V_f = 80 \text{ km/h} \quad \text{—}$$

Convirtiendo los Km/h en m/seg, tenemos:

$$\frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}}$$

Incorporación a la vía en condiciones normales:

$$\text{—} \quad \text{—}$$

Por esta razón, respetando las distancias mínimas necesarias de incorporación y desincorporación se procedió al trazado del diseño en AutoCAD utilizando un tramo

de incorporación de 99m en la curva colindante con FRAMEX, mientras que en la curva colindante con la E/S Bosqueserino su tramo de incorporación es de 109m. La distancia que separa ambas curvas es de 254m de tramo recto incluyendo los 75m de estructura ya presente “Puente olvidado”. Se empleó para el diseño dos curvas simples de 80m y 90m de radio de “center line”, de 80m de radio la curva de incorporación con un radio interno de 76m y un radio externo de 84m teniendo como longitud de curva 320m y 350m respectivamente y teniendo como tangente de entrada 128.39m y 149.28m como se muestra a continuación. (Ver figura 26)

Radio interno = 76m y Lc = 320m

Radio externo = 84m y Lc = 350m

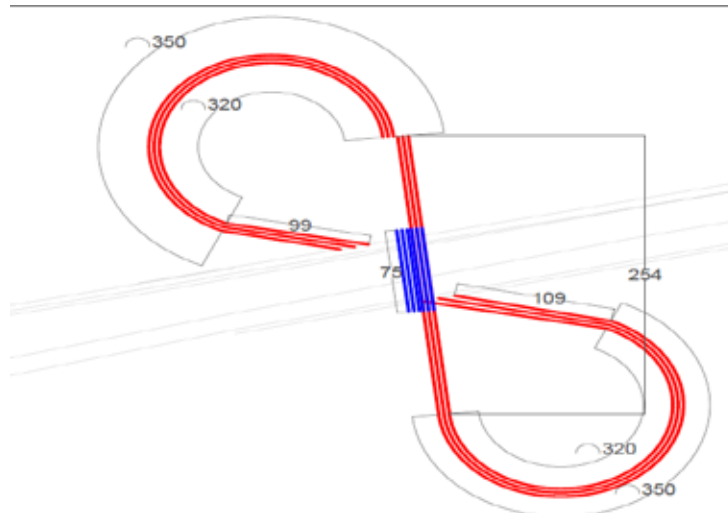
$$= \text{—————} = \text{—————} = 241^{\circ}14'43 \text{ "}$$

$$= \text{—————} \text{ —————} = 238^{\circ}43'56,69"$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida:

— 128.39 m

— 149.28m



**Figura 26.** Curva simple de 80m de radio  
 Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)

Por su parte, el diseño de la curva de desincorporación con 90m de “center line” cuenta con un radio interno de 86m y un radio externo de 96m, obteniendo del plano una longitud de curva de 204m y 221m respectivamente arrojando una tangente de entrada y salida interna de 207.44m mientras que la tangente externa de entrada y salida cuenta con 235.81m, asimismo cuenta con un tramo de desincorporación de 267m en la curva colindante con FRAMEX y en la curva colindante con la E/S Bosqueserino 289m. (Ver figura 27)

Radio interno = 86m y  $L_c = 204m$

Radio externo = 94m y  $L_c = 224m$

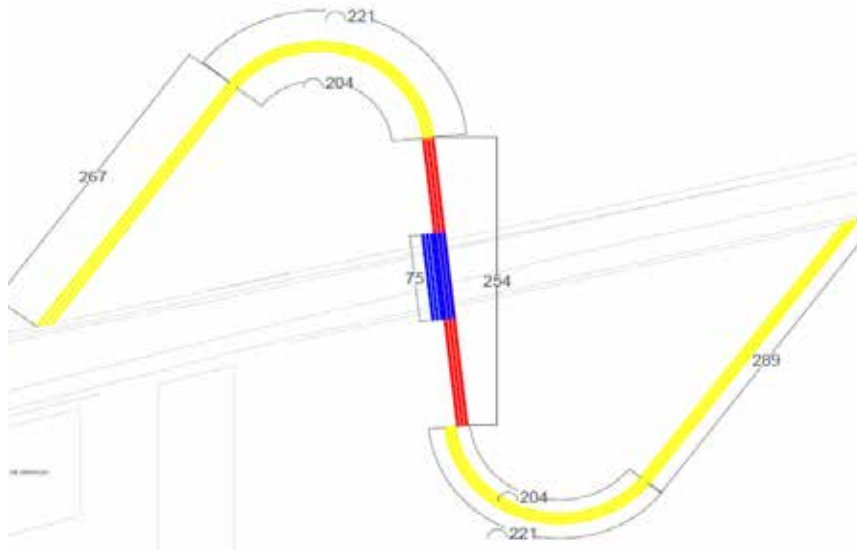
$$= \text{—————} = \text{—————} = 135^\circ 54' 39.31''$$

$$= \text{—————} \text{—————} = 136^\circ 32' 4.64''$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida:

$$\text{—————} = 207.44 \text{ m}$$

— 235.81m



**Figura 27.** Curva simple de 90m de radio  
Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)

Considerando un diseño simétrico de ambos lados de la Autopista Bárbula – Guacara las medidas anteriormente calculadas se establecen en ambos sentidos de la autopista a una separación 254m del tramo recto especificado anteriormente. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta las curvas verticales para suavizar las pendientes y el movimiento vertical que se realiza a través de arcos parabólicos considerando que debe cumplir con las siguientes condiciones:

$$V_p = 80 \text{ km/h}$$

- 1.
- 2.

La longitud de curva mínima es de 30m mientras que la condición 1 indica 48m por lo tanto se tomaría la mayor, sin embargo el tramo de entrada cuenta con 75m que deben llegar a una altura de 6m lo cual indica una pendiente de 8% la cual es la pendiente máxima permitida para el diseño.

Asimismo, es necesario tomar en cuenta las curvas verticales de la desincorporación que a su vez se hace necesario su cálculo para suavizar las pendientes y el movimiento vertical que se realiza a través de arcos parabólicos, considerando que debe cumplir con las siguientes condiciones:

$$V_p = 50 \text{ km/h}$$

3.

4.

La longitud de curva mínima es de 30m, sin embargo el tramo de desincorporación cuenta con 213m que deben bajar una altura de 6m lo cual indica una pendiente de 2.8% estando entre el rango accesible de diseño.

Junto con los cálculos previamente planteados es necesaria la recomendación de drenajes factibles para el diseño del distribuidor como lo es una descarga libre y tanquilla considerando que la presencia de cunetas afectaría el diseño del distribuidor. Consecutivamente se realizó el cálculo de pavimento necesario según la normativa del mismo tomando en cuenta factores importantes como lo son el factor camión y las recomendaciones de cantidad de carpeta asfáltica necesaria para mantenerse en una autopista. La determinación del pavimento para el distribuidor se realizó a través del método y las gráficas planteadas por el Ing. Carlos Crespo Villalaz en su libro vías de comunicación los cuales son explicados con detalle a continuación:

En el conteo vehicular en la Autopista Bárbula – Guacara arrojó que el porcentaje de vehículos pesados más desfavorable 6.73% en hora pico sin embargo, como se explicó anteriormente al ser la autopista una de las arterias principales del país por la cual pasan gran cantidad de vehículos pesados por lo cual es necesaria la utilización del factor camión ponderado para calcular un total estimado de las cargas que pasan por la misma, el factor camión ponderado total para vehículos pesados es de 2.111 (Ver tabla 5). Por lo tanto, el porcentaje de vehículos pesados durante la hora pico en la Autopista Bárbula – Guacara =  $6.73 \% * 2.111 = 14.207\% = 15\%$ , siendo este el porcentaje que se tomará en cuenta para el diseño de pavimento.

Según el tipo de vialidad existen porcentajes estimados de vehículos pesados así como también el promedio de pesos brutos de los mismos expresados en la tabla 7, siendo la autopista Bárbula – Guacara una carretera urbana interestatal se considera que su porcentaje de vehículos pesados se encuentra entre 5% - 10% y un promedio de peso bruto entre 35.000lb y 45.000lb sin embargo, como fue previamente calculado se utilizará un porcentaje de vehículos pesados de 15% y además, un peso bruto de 45.000lb considerando diseñar para el caso más desfavorable. Siguiendo este mismo orden de ideas el porcentaje total de vehículos pesados en el carril de diseño será de 45% considerando 4 carriles totales en la vía. (Ver tabla 5)

El volumen del tránsito promedio será estimado considerando el conteo vehicular de mayor proporción el cual tiene como resultado 2258 vehículos en hora pico. Sin embargo, para calcular el tránsito promedio diario debe considerarse el valor total de vehículos en las 24 horas del día, por esta razón se utilizaran 2258 vehículos \* 24 horas = 54.192 vehículos diarios. A pesar de que no todas las horas del día poseen la misma cantidad de vehículos transitados se toma este valor como referencia ya que, para hacer preciso el conteo diario debe hacerse un estudio durante las 24h del día.

Las condiciones generales de esta vía para el cálculo de pavimento están expresadas en la tabla 5, considerando que se toma un periodo de diseño de 20 años ya que se considera que es la condición de trabajo más común para pavimentos flexibles en Venezuela y además, es para la cual están programados los ábacos, así como también el 4% de crecimiento anual. Sin embargo, no se posee información de acuerdo al ensayo de CBR por lo tanto, se considera que posee una característica “regular a buena” por lo cual se considera 15%.

**Tabla 5.** Condiciones generales del distribuidor

<b>Condiciones generales para el cálculo de pavimento de la vía</b>	
Descripción de la calle	Interestatal
% de tránsito pesado	15%
Promedio de pesos brutos	45.000lb
% de vehículos pesados en el carril de diseño	45% (Para 4 carriles)
Transito promedio diario	52.192 vehículos
Periodo de diseño	20 años
% de crecimiento anual	4%
CBR	15%
Carga límite legal por eje	18.000lb
Factor de ajuste del número de transito inicial	1.49%

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Siguiendo los pasos expresados anteriormente se procede al cálculo del pavimento de la siguiente manera:

1. Primero se calcula el número de vehículos pesados a través del valor del tránsito promedio diario de la vialidad a evaluar multiplicado por su porcentaje de tránsito pesado (15%) y el porcentaje de vehículos pesados por carril de diseño (45%), posteriormente dicho número se marca en la línea “c” del ábaco “Grafico de análisis de transito” (Ver figura 28)

**Número de vehículos pesados** =  $54.192 \text{ vehículos} * 0.15 * 0.45 = 3.657,96$  vehículos pesados

2. Se ubica en la línea “D” el valor del promedio de pesos brutos de los vehículos pesados.

**Peso bruto promedio en miles de libras** = 45

3. Se unen los puntos marcados entre las líneas “C” y “D” prolongando la misma hasta cortar la línea “B”.

4. Se marca en la línea “E” el valor máximo de carga por eje sencillo para ese tipo de vía.

**Carga límite legal por eje en miles de libras** = 18

5. Se une con una recta los puntos marcados en “B” y “E” y se prolonga posteriormente hasta cortar “A” para así leer en la misma el número de tránsito inicial (NTI)

**Número de Tránsito Inicial (NTI) = 3000**

6. El porcentaje de crecimiento anual = 4%.

7. CBR = 15%..

8. Siendo el periodo de diseño = 20 años y el crecimiento anual = 4%, se estima un factor de ajuste del número de tránsito inicial = 1.49, siendo este valor multiplicado por el NTI para obtener el Número de tránsito de diseño (NTD) =  $3.000 * 1.49 = 4.470$

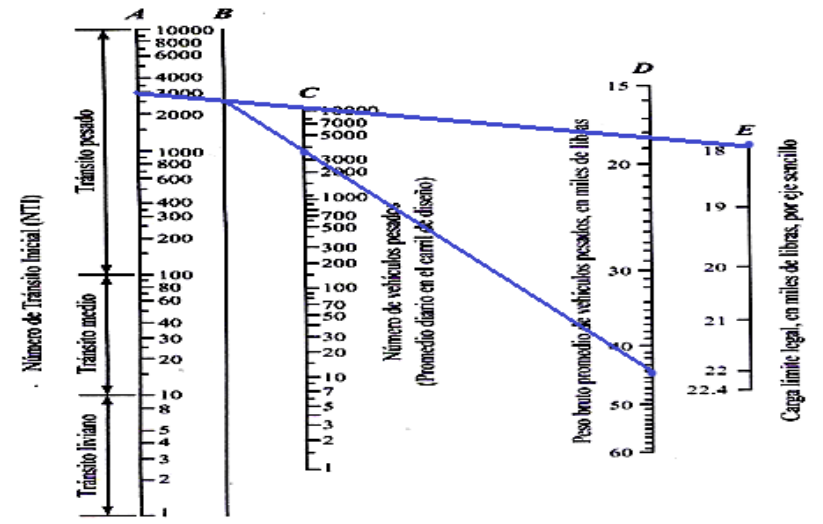
9. Se entra al ábaco de determinación del espesor del pavimento (Ver figura 29) con el NTD = 4.470 en “C” y el CBR = 15%, se unen ambos valores con una línea recta hasta cortar “A”, donde se leerá el espesor total de base asfáltica en pulgadas = 8”

Base asfáltica = 8” \* 2.54 = 20.32cm

10. Se busca en las tablas del libro vías de comunicación de Crespo Villalaz la clasificación del tránsito = muy pesado ya que son más de 2.000 y más de 500 camiones comerciales y autobuses así, a través del mismo se determina el espesor mínimo de la carpeta asfáltica = 8cm tomando en cuenta un concreto asfáltico dosificado en planta por peso y con C.A. y de la base del pavimento = 15cm siendo una autopista de más de 2.000 vehículos.

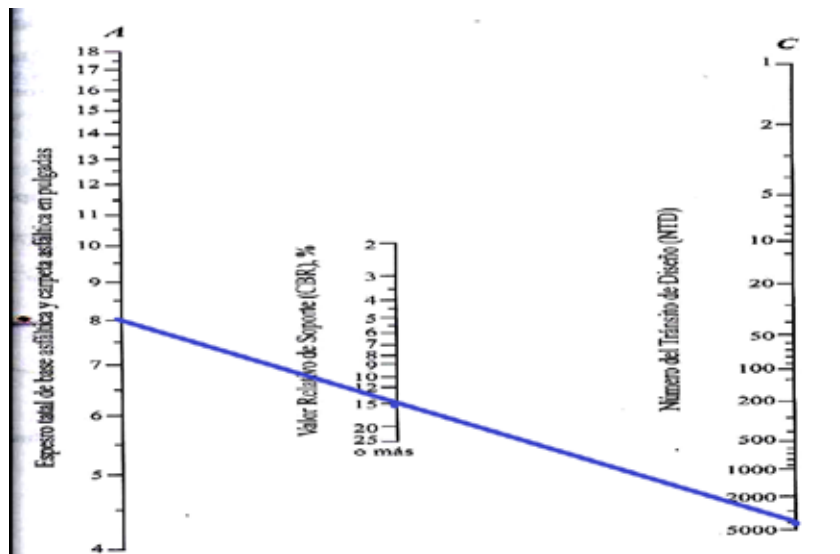
En conclusión se obtuvo un espesor de carpeta asfáltica de 8cm, con una base de 15cm lo cual genera una sub base de 8cm ya que la misma debe ser mayor o igual al espesor de la carpeta asfáltica. Sin embargo, existen ciertas condiciones que aplican para la toma de decisiones del espesor de la carpeta asfáltica según la experiencia de los ingenieros en el campo, siendo actualmente recomendado un espesor de carpeta asfáltica no menor a 10cm. Por lo tanto, la distribución del diseño de pavimento quedaría de la siguiente manera: 15cm de carpeta asfáltica + 15cm de base como fue calculado anteriormente + 15cm de sub-base ya que no debe ser menor

al espesor de la carpeta asfáltica y omitiendo para este estudio el espesor necesario de la subrasante ya que no se posee la información necesaria del suelo del terreno para determinarlo. A pesar de que la carpeta asfáltica recomendada es mayor a 10cm, por ser una Autopista con tránsito pesado se utilizarán 15cm.



**Figura 28. Gráfico de análisis de tránsito Autopista Bárbula - Guacara**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007) – Angelica Cavallin (2020)



**Figura 29. Determinación del espesor del pavimento Autopista Bárbula - Guacara**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007) – Angelica Cavallin (2020)

Con objeto de garantizarles a los usuarios la seguridad es necesaria la modificación de la salida de la E/S Bosqueserino con la finalidad de que los usuarios de la misma puedan posteriormente hacer uso del distribuidor, al mismo tiempo es necesaria la total eliminación de los distribuidores planos presentes en la Autopista Bárbula – Guacara. En la modificación del canal de desincorporación de la E/S Bosqueserino se utilizó como velocidad inicial 0km/h considerando que los vehículos están en reposo mientras surten gasolina además, aunque la Autopista Bárbula – Guacara tiene una velocidad de 80 km/h se utilizó 50 km/h considerando que no se ingresa a la misma con su velocidad máxima. Dicho cálculo arrojó que la distancia mínima de desincorporación de la bomba hacia la Autopista debe ser de 74.19m:

$$\text{km/h } V_f = 50 \text{ km/h} \quad \text{—}$$

Convirtiendo los Km/h en m/seg, tenemos:

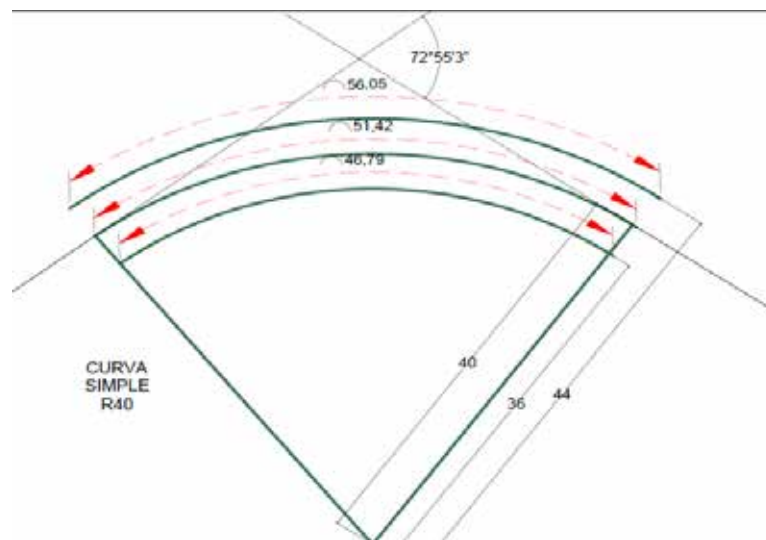
$$\frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}} \quad \frac{\text{—}}{\text{—}}$$

Incorporación a la vía en condiciones normales:

$$\text{—} \quad \text{—}$$

Continuando con los objetivos presentados, es necesario para los habitantes de Lomas de la Hacienda rediseñar entradas y salidas independientes, por lo tanto partiendo de las entradas y salidas reflejadas en el PDUL se procedió a recalcular la primera entrada de lomas de la hacienda la cual cuenta con 75m de tramo de incorporación, una curva simple de 40m de radio de “*center line*” o línea media y 237m de tramo recto hasta el inicio de la urbanización más cercano a Bárbula.

Por su parte, el radio de curvatura y la longitud de curva fueron datos extraídos del plano (Ver figura 30). La elección de los radios de curvatura del *center line* fueron a través de un proceso comparativo de la vía presente en el PDUL y el trazado de circunferencias en AutoCAD, posteriormente se encontraron las rectas tangentes de la circunferencia y así, las rectas perpendiculares de la misma para replicar hacia arriba y hacia abajo 3.6m el arco que quedó dentro de las rectas previamente mencionadas. Dicho trazado de plano se realizó con la finalidad de encontrar la tangente de entrada y salida de la curva dentro de la vía.



**Figura 30. Curva de 40m de radio**  
 Fuente: AutoCAD 2020, Angelica Cavallin

Radio interno = 36m y  $L_c = 46,79m$

Radio externo = 44m y  $L_c = 56,05m$

Cálculo de la tangente de entrada y salida:

$$= \frac{L_c}{R} = \frac{46,79}{36} = 1,299722222 = 74^{\circ}28'6,95''$$

$$= \frac{L_c}{R} = \frac{56,05}{44} = 1,273863636 = 72^{\circ}5'13,24''$$

Cálculo de la tangente de entrada y tangente de salida:

$$\text{---} = \frac{74^{\circ}28'6,95''}{\text{---}} \quad 27,36 \text{ m}$$

$$\text{---} = \frac{72^{\circ}5'13,24''}{\text{---}} \quad 32,55 \text{ m}$$

En el cálculo del canal de incorporación de la Autopista Bárbula – Guacara a la Urbanización Lomas de la Hacienda se utilizó como velocidad inicial máxima de 80km/h junto con una velocidad final dentro de la urbanización de 40 km/h considerando que es una zona residencial. Dicho cálculo arrojó que la distancia mínima de incorporación desde la Autopista hacia la urbanización debe ser de 74.074m posteriormente redondeado a 75m:

$$\text{km/h} \quad V_f = 40 \text{ km/h} \quad \text{---}$$

Convirtiendo los Km/h en m/seg, tenemos:

$$\begin{array}{r} \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \\ \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{array}$$

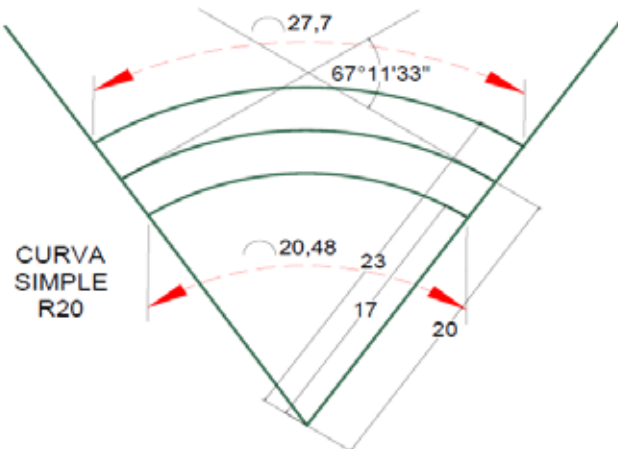
Incorporación a la vía en condiciones normales:

$$\text{---} \quad \text{---}$$

A pesar de que en el plan de desarrollo urbano local la primera entrada de la Urbanización Lomas de la Hacienda a través de la Autopista Bárbula – Guacara refleja en conjunto una salida, no se considera necesario en los cálculos actuales ya que la urbanización también contará dos salidas las cuales serían una hacia la autopista posteriormente calculada y además, la salida que conecta Lomas de la Hacienda con San Diego a través de la Urbanización San Antonio. Por esta razón, solo se considera necesaria la entrada más cercana a Bárbula sin salida en el mismo

sentido.

Continuando con el mismo proceso, se realizaron los cálculos para la segunda entrada de lomas de la hacienda la cual cuenta con 75m de tramo de incorporación, una curva simple de 20m de radio de “center line” o línea media y 134m de tramo recto hasta el inicio de la urbanización más cercano a la E/S Bosqueserino. Mientras que su salida cuenta con un tramo de desincorporación de 80m siendo su tramo recto y sus radios iguales a las medidas de la entrada. Se encuentran denotados los radios de curvatura y las longitudes de curvas de la curva simple de 20m de radio los cuales se utilizaron para los cálculos de la tangente de entrada y salida de dicha curva dentro de la vía. (Ver figura 31)



**Figura 31. Curva de 20m de radio**  
Fuente: AutoCAD 2020, Angelica Cavallin

Radio interno = 17m y Lc = 20,48m

Radio externo = 23m y Lc = 27,7m

$$= \text{-----} = \text{-----} = 69^{\circ}1'28,43''$$

$$= \text{-----} = \text{-----} = 69^{\circ}0'14,57''$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida:

$$\text{---} = \frac{69^{\circ}1'28,43''}{\text{---}} \quad 11,69 \text{ m}$$

$$\text{---} = \frac{69^{\circ}0'14,57''}{\text{---}} \quad 15,81 \text{ m}$$

El cálculo de las tangentes de entradas para la entrada y salida de la Urbanización Lomas de la Hacienda tiene los mismos resultados debido a que se utilizó el mismo tipo de curva y radio de la misma, al igual que el canal de incorporación calculado previamente entre la autopista y la urbanización. Sin embargo, el canal de desincorporación de la urbanización hacia la Autopista cambia sus valores debido al rango de aceleración necesario en el cual se toma en cuenta como velocidad inicial 40km/h considerando que los vehículos salen de la urbanización sin embargo, a pesar de que la Autopista Bárbula – Guacara tiene una velocidad de 80 km/h se utilizó 65 km/h considerando que no se ingresa a la misma con su velocidad máxima dicho cálculo arrojó que la distancia mínima de incorporación desde la Autopista hacia la urbanización debe ser de 77,90m posteriormente redondeado en el plano a 80m:

$$\text{km/h } V_f = 65 \text{ km/h} \quad \text{---}$$

Convirtiendo los Km/h en m/seg, tenemos:

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

$$\text{---} \quad \text{---} \quad \text{---}$$

Incorporación a la vía en condiciones normales:

$$\text{---} \quad \text{---}$$

La Urbanización Lomas de la Hacienda cuenta con una cantidad total de 1500 viviendas y una capacidad de 6750 habitantes sin embargo, al no contar con vías de acceso y salida de la misma no cuenta con rutas de transporte que les permitan movilizarse con facilidad para llegar a su destino. Por esta razón, es necesaria la creación de rutas de transporte que les permitan a los habitantes de Lomas de la Hacienda movilizarse hacia puntos estratégicos donde posteriormente puedan conectar con otras rutas que les permitan llegar al lugar requerido como lo son Puente Bárbula en Valencia y el boulevard El Remanso en San Diego. Como fue mencionado anteriormente extraído del trabajo de grado del Ing. Juan Rivero el Municipio San Diego cuenta con 5 cooperativas que poseen el permiso de trabajar dentro del mismo y se encuentran en funcionamiento actualmente, dichas cooperativas no modifican sus rutas desde el año 2005 y han bajado la cantidad de autobuses operativos que poseen.

En el trabajo de grado anteriormente mencionado se considera el boulevard del remanso un punto de referencia para gran cantidad de las rutas propuestas es decir, un punto de encuentro donde los pasajeros pueden llegar allí con facilidad y de ser necesario, agarrar otra ruta hacia su destino. Por esta razón, las dos rutas de Lomas de la Hacienda saldrán del boulevard el remanso, seguirán por la Av. Don Julio Centeno y realizarán un cruce en la vía alterna o Av. 172 continuando hasta Lomas de la Hacienda llegando a diferentes puntos dentro de la urbanización para así, posteriormente la ruta “Remanso – Lomas de la Hacienda” tomar la variante para regresar al boulevard El Remanso, mientras que la ruta “Remanso – Bárbula” tomaría la variante para acceder al distribuidor de retorno con destino a Bárbula.

La ruta “Remanso – Lomas de la Hacienda” cuenta con 8.66km y nueve paradas que permitirían a la mayor cantidad de usuarios hacer uso de la misma, por el contrario la ruta “Remanso – Bárbula” cuenta con 19.1km y 10 paradas considerando el retorno desde Bárbula hacia el boulevard El Remanso cumpliendo con la misma ruta a través de la Autopista Bárbula – Guacara ingresando a la urbanización Lomas de la Hacienda y retornando hacia el boulevard por la Av. 172. Ambas rutas se

realizarán aproximadamente cada 45min para abarcar una mayor demanda de usuarios, por esta razón son necesarios mínimo 2 unidades destinadas a hacer cada una de las rutas.

Por otra parte, con la ayuda de los estudios anteriores realizados en la zona se definió el diseño de la vía alterna que conecta la urbanización Lomas de la Hacienda con la urbanización San Antonio a la cual se procedió a recalcular el pavimento necesario que debe estar presente para abarcar tanto a los habitantes de Lomas de la Hacienda como a los habitantes de la urbanización San Antonio, partiendo del conteo vehicular realizado por el Ing. Sánchez Aldry en su trabajo de grado en la entrada de la Urbanización Lomas de la Hacienda el cual determinó que el tránsito de la zona se considera liviano al no registrar vehículos de cargas pesadas. (Ver tabla 6 y 7).

Como fue mencionado anteriormente es necesario a través del conteo vehicular sacar posteriormente el volumen del tránsito así como también, la tasa de flujo y el factor de hora pico el cual debe estar comprendido entre 0.25 y 1. (Ver tabla 8). Asimismo, se observa que en la entrada de Lomas de la Hacienda a las 6am se obtiene un volumen de vehículos totales de 796, un tránsito promedio de hora pico de 13.27%, mientras que su intervalo mayor consta de 267, obteniendo así una tasa de flujo de 1068 vehículos, mientras que el factor de hora pico se establece en 0.75%, de la misma forma se observa a las 4pm un volumen de vehículos totales de 543, un tránsito promedio de hora pico de 9.05%, mientras que su intervalo mayor consta de 185, obteniendo así una tasa de flujo de 740 vehículos, mientras que el factor de hora pico se establece en 0.73%. Los resultados anteriormente mencionados indican que el factor hora pico de la urbanización se encuentra dentro del rango, queriendo decir que su vía tiene un tránsito fluido y no se encuentra congestionada.

**Tabla 6.** Cuento vehicular en la Entrada de la urbanización Lomas de la Hacienda 6:00 am – 7:00am

<b>Lunes de 6:00 am a 7:00 am Sentido Este-Oeste</b>					
<b>Horario</b>	<b>Motos</b>	<b>Vehículos Livianos</b>	<b>Autobuses</b>	<b>Carga Pesada</b>	<b>Total</b>
6:00 am-6:15 am	1	180	0	0	181
6:15-6:30 am	0	200	5	0	205
6:30-6:45 am	1	263	3	0	267
6:45-7:00 am	1	140	2	0	143
<b>Sumatoria</b>	<b>3</b>	<b>783</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>796</b>
<b>% de Cantidad Vehículos</b>	<b>0,39</b>	<b>98,36</b>	<b>1,25</b>	<b>0</b>	<b>100%</b>

Fuente: “Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.” Ing. Aldry Sánchez

**Tabla 7.** Cuento vehicular en la Entrada de la urbanización Lomas de la Hacienda 4:00pm – 5:00pm

<b>Lunes de 4:00 pm a 5:00 pm Sentido Este-Oeste</b>					
<b>Horario</b>	<b>Motos</b>	<b>Vehículos Livianos</b>	<b>Autobuses</b>	<b>Carga Pesada</b>	<b>Total</b>
4:00 pm-4:15 pm	4	107	1	0	112
4:15-4:30 pm	0	80	0	0	80
4:30-4:45 pm	1	163	2	0	166
4:45-5:00 pm	0	184	1	0	185
<b>Sumatoria</b>	<b>5</b>	<b>534</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>543</b>
<b>% de Cantidad Vehículos</b>	<b>0,92</b>	<b>98,34</b>	<b>0,74</b>	<b>0</b>	<b>100%</b>

Fuente: “Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.” Ing. Aldry Sánchez

**Tabla 8.** Volumen y factor de hora pico, entrada Urbanización Lomas de la Hacienda

Sentidos	Volumen de Vehículo	Tránsito promedio de hora pico	Volumen por Intervalos	Tasa de Flujo	Factor de hora pico
Lomas de la Hacienda 6am	796	13,27	181	1068	0,75
			205		
			267		
			143		
					CUMPLE
					$0,25 \leq FHP \leq 1$

Sentidos	Volumen de Vehículo	Tránsito promedio de hora	Volumen por Intervalos	Tasa de Flujo	Factor de hora pico
Lomas de la Hacienda 4pm	543	9,05	112	740	0,73
			80		
			166		
			185		
					CUMPLE
					$0,25 \leq FHP \leq 1$

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Sin embargo, es necesario hacer una relación entre la cantidad de posibles habitantes de la urbanización considerando su aumento al tener una zona con vías de acceso factibles de entrada y salida, así como también evaluar la cantidad de posibles vehículos livianos que utilizarían dicha vía cuando se encuentre en óptimas condiciones, debido a que actualmente la cantidad que transita la ruta siendo un camino de tierra el cual pone en riesgo la seguridad de los usuarios y sus vehículos es muy baja. Tomando en cuenta las rutas de transporte previamente mencionadas que circularían por la vía y, que los conteos vehiculares realizados arrojan valores de aproximadamente 75% de la urbanización habitada deben aumentarse los valores tanto de vehículos livianos como de autobuses que serán considerados en el cálculo de pavimento.

Partiendo del diseño de la vía elaborado por el Ing. Sánchez Aldry en su trabajo de grado el cual cuenta con una vialidad con velocidad de proyecto de 60km/h con 7 curvas simples y 5 curvas revertidas en un poco más de un kilómetro de longitud y el conteo vehicular expresado anteriormente se procede al cálculo del pavimento de la vía alterna, el cual a su vez servirá para las entradas independientes de Lomas de la

Hacienda que se encuentran en el PDUL. Existen rangos estimados en porcentajes de vehículos pesados y promedio de pesos brutos que podrían emplearse en el cálculo de pavimento según la descripción de la calle o carretera que se desea calcular en los cuales se estipula que una calle de ciudad tiene un porcentaje de tránsito pesado que varía entre 0% y 5% mientras que el promedio de pesos brutos supone el valor más desfavorable de 25.000lb y además, el porcentaje del tránsito total de vehículos pesados en el carril de diseño será de 50% ya que se consideran 2 carriles.

El volumen del tránsito promedio será estimado considerando el conteo vehicular de mayor proporción el cual tiene como resultado 796 vehículos en hora pico, al considerar que la urbanización Lomas de la Hacienda está actualmente ocupada un 75% es necesario determinar el número de vehículos totales en hora pico al estar un 100% ocupada: si 796 vehículos son 75%, el 100% serían 1062 vehículos por hora pico. Sin embargo, para calcular el tránsito promedio diario debe considerarse el valor total de vehículos en las 24 horas del día, por esta razón se utilizarán  $1062 \text{ vehículos} * 24 \text{ horas} = 24.488 \text{ vehículos diarios}$ . A pesar de que no todas las horas del día poseen la misma cantidad de vehículos transitados se toma este valor como referencia ya que, para hacer preciso el conteo diario debe hacerse un estudio durante las 24h del día.

Las condiciones generales de esta vía para el cálculo de pavimento son las expresadas en la tabla 9, en los cuales se encuentra información expresada anteriormente junto con información explicada a continuación: se toma un periodo de diseño de 20 años ya que se considera que es la condición de trabajo más común para pavimentos flexibles en Venezuela y además, es para la cual están programados los ábacos, así como también el 4% de crecimiento anual. Además, a pesar de saber que el tipo de suelo de la vía son gravas y arenas no se posee información de acuerdo al ensayo de CBR por lo tanto, se considera que la misma posee una característica “regular a buena” por lo cual se considera 15%.

**Tabla 9.** Condiciones generales de la vía alterna

<b>Condiciones generales para el cálculo de pavimento de la vía</b>	
Descripción de la calle	Calle ciudad
% de tránsito pesado	5%
Promedio de pesos brutos	25.000lb
% de vehículos pesados en el carril de diseño	50% (Para 2 carriles)
Transito promedio diario	24.488 vehículos
Periodo de diseño	20 años
% de crecimiento anual	4%
CBR	15%
Carga límite legal por eje	18.000lb
Factor de ajuste del número de transito inicial	1.49%

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Siguiendo los pasos expresados anteriormente se procede al cálculo del pavimento de la siguiente manera:

1. Primero se calcula el número de vehículos pesados a través del valor del tránsito promedio diario de la vialidad a evaluar multiplicado por su porcentaje de tránsito pesado (5%) y el porcentaje de vehículos pesados por carril de diseño (50%), posteriormente dicho número se marca en la línea “c” del ábaco “Grafico de análisis de transito” (Ver figura 32)

**Número de vehículos pesados** = 24.488 vehículos \* 0.05 \* 0.5 = 612.2 vehículos pesados

2. Se ubica en la línea “D” el valor del promedio de pesos brutos de los vehículos pesados.

**Peso bruto promedio en miles de libras** = 25

3. Se unen los puntos marcados entre las líneas “C” y “D” prolongando la misma hasta cortar la línea “B”.

4. Se marca en la línea “E” el valor máximo de carga por eje sencillo para ese tipo de vía.

**Carga límite legal por eje en miles de libras** = 18

5. Se une con una recta los puntos marcados en “B” y “E” y se prolonga posteriormente hasta cortar “A” para así leer en la misma el número de tránsito inicial (NTI)

**Número de Tránsito Inicial (NTI) = 220**

6. El porcentaje de crecimiento anual = 4%.

7. CBR = 15%..

8. Siendo el periodo de diseño = 20 años y el crecimiento anual = 4%, se estima un factor de ajuste del número de tránsito inicial = 1.49, siendo este valor multiplicado por el NTI para obtener el Número de tránsito de diseño (NTD) =  $220 * 1.49 = 327.8$ .

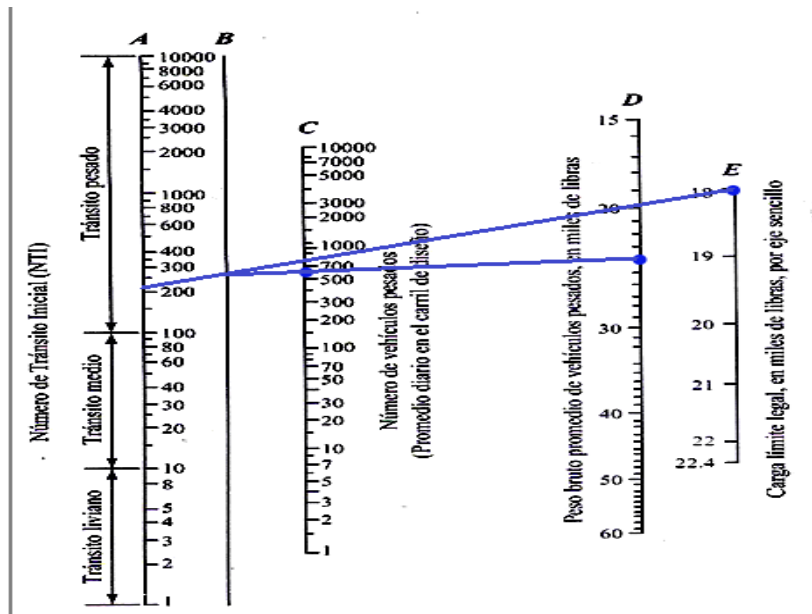
9. Se entra al ábaco de determinación del espesor del pavimento (Ver figura 33) con el NTD = 327.8 en “C” y el CBR = 15%, se unen ambos valores con una línea recta hasta cortar “A”, donde se leerá el espesor total de base asfáltica en pulgadas = 6.5”.

Base asfáltica =  $6.5'' * 2.54 = 16.51\text{cm}$

10. Se busca en las tablas del libro vías de comunicación de Crespo Villalaz la clasificación del tránsito = medio ya que son menos de 2.000 vehículos pero más de 300 y, a través del mismo se determina el espesor mínimo de la carpeta asfáltica = 4cm tomando en cuenta una mezcla en planta dosificada por volumen y de la base del pavimento = 12cm siendo entre 500 y 1000 vehículos al día.

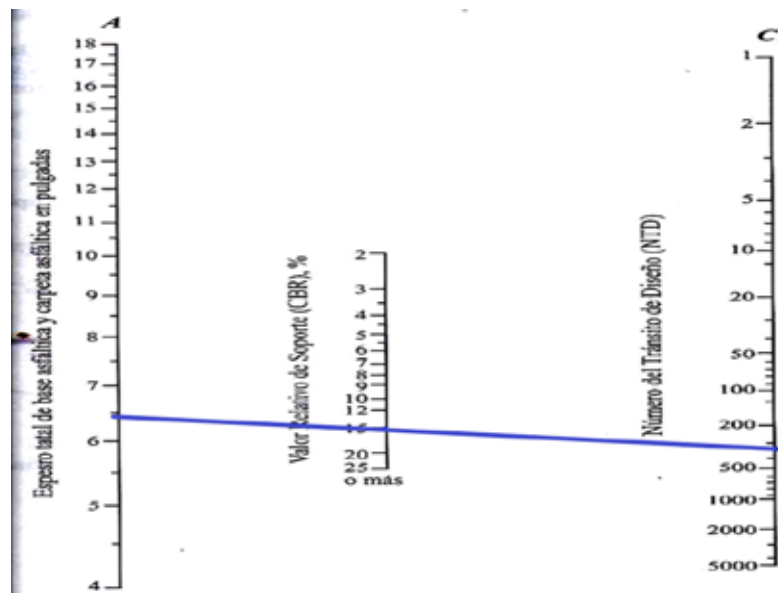
En conclusión se obtuvo un espesor de carpeta asfáltica de 4cm, con una base de 12cm lo cual genera una sub base de 4cm ya que la misma debe ser mayor o igual al espesor de la carpeta asfáltica. Sin embargo, existen ciertas condiciones que aplican para la toma de decisiones del espesor de la carpeta asfáltica según la experiencia de los ingenieros en el campo, siendo actualmente recomendado un espesor de carpeta asfáltica no menor a 10cm dependiendo del tipo de material o por el contrario, si se tienen una base y sub-base muy buenas. Por lo tanto, la distribución del diseño de pavimento quedaría de la siguiente manera: 10cm de carpeta asfáltica + 12cm de base como fue calculado anteriormente + 10cm de sub-base ya que no debe

ser menor al espesor de la carpeta asfáltica y omitiendo para este estudio el espesor necesario de la subrasante ya que no se posee la información necesaria del suelo del terreno para determinarlo.



**Figura 32. Gráfico de análisis de tránsito vía alterna**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007) – Angelica Cavallin (2020)



**Figura 33. Determinación del espesor del pavimento de la vía alterna**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007) – Angelica Cavallin (2020)

Uno de los aspectos más resaltantes en el cálculo de pavimento es el drenaje del mismo, existen algunas recomendaciones generales de drenajes para mantener el pavimento en buen estado entre las cuales se encuentran: la utilización de material permeable con agregados resistentes y durables en la base, realizados con cemento hidráulico, el cual permitirá la rápida evacuación del agua. Asimismo, se recomiendan cunetas, alcantarillas, pontones, puentes y colectores longitudinales en las vías con el diámetro requerido para el tipo de vialidad presente y las características de la zona. Por esta razón, para la vía alterna previamente elaborada se recomiendan sumideros longitudinales de 3m cada 200m con tuberías de 24” y además, siguiendo las recomendaciones de drenaje del Ing. Sánchez Aldry en su trabajo de grado la construcción de cunetas de 1.42m<sup>2</sup> de área así como también alcantarillas de área a sección llena de 0.63m<sup>2</sup>.

Continuando con los objetivos expresados anteriormente es necesario hacer un análisis de factibilidad legal, ambiental y técnico del plan maestro de movilidad la cual se realizará a través de las matrices elaboradas por María Fernanda Mujica y Juan Núñez en su trabajo de grado “Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas” (2017) a las cuales se les eliminó algunos aspectos característicos a evaluar ya que no aplicaban en el presente proyecto. A través de dichas matrices se determinó una situación legal de 50% de cumplimiento, mientras que su factor ambiental proporciona un cumplimiento de 84.76% divididos en 100% de cumplimiento en la ley del ambiente, 83% de cumplimiento en los retornos ambientales y a su vez, 71.27% de cumplimiento en los impactos ambientales. Asimismo, su factor técnico obtuvo un resultado de 85% de recuperabilidad dando como resultado un factor general de factibilidad de recuperación de obras civiles inconclusas de 73.26%. (Ver apéndice B)

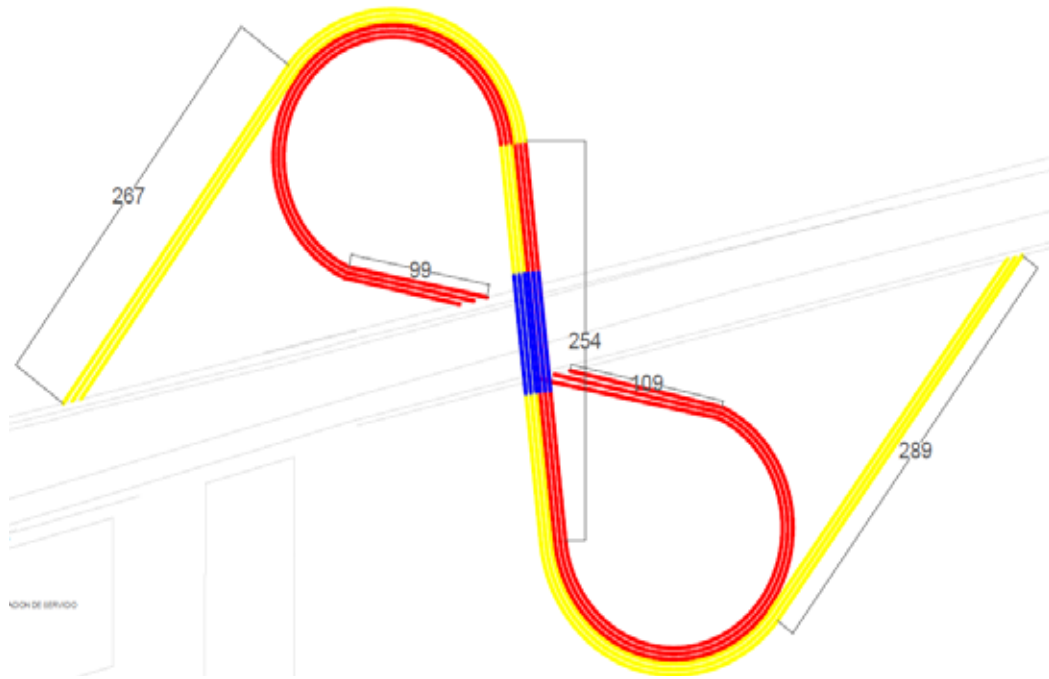
Para finalizar, es necesaria la zonificación actualizada del PDUL en el tramo de estudio ya que no cuenta con las reparticiones residenciales y comerciales que deben ser tomadas en cuenta en el mismo partiendo de las modificaciones y conocimientos extraídos a través del presente trabajo de grado

en los cuales se obtienen dos zonas residenciales como lo son la Urbanización Lomas de la Hacienda que cuenta con 320m<sup>2</sup> de área aproximadamente y la Urbanización San Antonio con 801m<sup>2</sup> de área, dos zonas comerciales como lo son la E/S Bosqueserino contando con 12m<sup>2</sup> de área y Framex C.A. y sus cercanías con 325m<sup>2</sup> aproximadamente, además se encuentra un terreno de la alcaldía del Municipio San Diego que actualmente no cuenta con un uso definido que se encuentra en espera de nuevos proyectos el cual tiene 960m<sup>2</sup> aproximadamente.

#### **4.4. Integración mediante un Plan Maestro de Movilidad los diseños elaborados en la Autopista Bárbula – Guacara.**

Es necesaria la integración de los diseños previamente elaborados en la Autopista Bárbula – Guacara para la realización del plan maestro de movilidad en la misma. Por consiguiente, se exponen cada uno de los 7 diseños divididos en: Diseño del distribuidor tipo trébol modificado, la modificación de la salida de la estación de servicio, el diseño de la primera y segunda entrada de lomas de la hacienda junto con un diseño de salida, el trazado de rutas de transporte en la zona, el diseño de la vía alterna entre la Urbanización Lomas de la Hacienda y la Urbanización San Antonio también conocida como Av. 172 y para concluir, la zonificación del tramo de estudio.

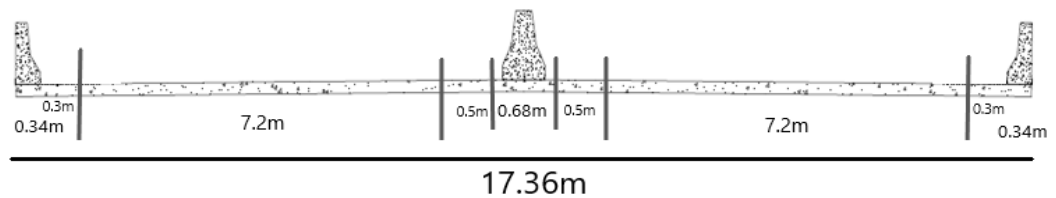
El distribuidor tipo trébol modificado cuenta con 2 curvas de 80m y 2 curvas de 90m de radio de cada lado de la Autopista Bárbula- Guacara cada una separada por 254m incluyendo 75m del presente “Puente olvidado” (Ver figura 34), una velocidad de proyecto de 50km/h. Sus distancias del canal de incorporación son 99m y 109m mientras que el canal de desincorporación son 267m y 289m respectivamente tomando en cuenta que la Autopista Bárbula – Guacara cuenta con una velocidad de 80km/h y además, una pendiente de incorporación de 8% y una pendiente de desincorporación de 2.8%. El recorrido total del uso del distribuidor de retorno hacia San Diego sería 1213m, mientras que hacia Valencia sería 1201m.



**Figura 34. Diseño geométrico del distribuidor**

Fuente: Vías de comunicación, Crespo Villalaz (2007) – Angelica Cavallin (2020)

Al mismo tiempo, cuenta con una sección transversal de 17.36 divididos en: 1.28m entre los dos medios separadores físicos laterales de 0.34m cada uno y de 0.3 de cada distancia de seguridad de la vía, 14.4m en 4 carriles de 3.6m cada uno junto con 1.68m de separador físico en el medio divididos entre 0.68m de separador físico y 0.5m por lado y lado de distancia de seguridad. (Ver figura 35)

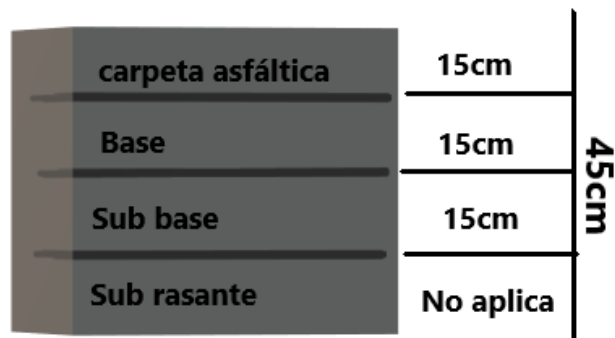


**Figura 35. Sección transversal final del distribuidor**

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

Mientras que el diseño de pavimento del distribuidor al encontrarse ubicado en una interestatal con 45.000lb de peso bruto más desfavorable de los vehículos que por

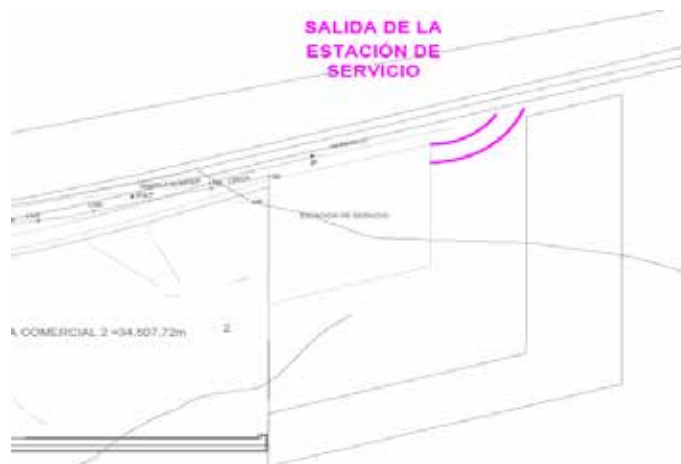
ella circulan, un tránsito promedio diario de 52.192 vehículos y además, un porcentaje de tránsito pesado de 15% tomando en cuenta el factor camión se realizó para un periodo de diseño de 20 años, una tasa de crecimiento anual de 4% y un CBR estimado del suelo de 15% determinó: 15cm de carpeta asfáltica + 15cm de base + 15cm de sub-base lo cual da un espesor de pavimento de 45cm sin embargo, no se calculó el espesor de la sub rasante ya que para ello es necesario contar con más información sobre el suelo del lugar. (Ver figura 36)



**Figura 36. Diseño de pavimento del distribuidor**

Fuente: Angelica Cavallin (2020)

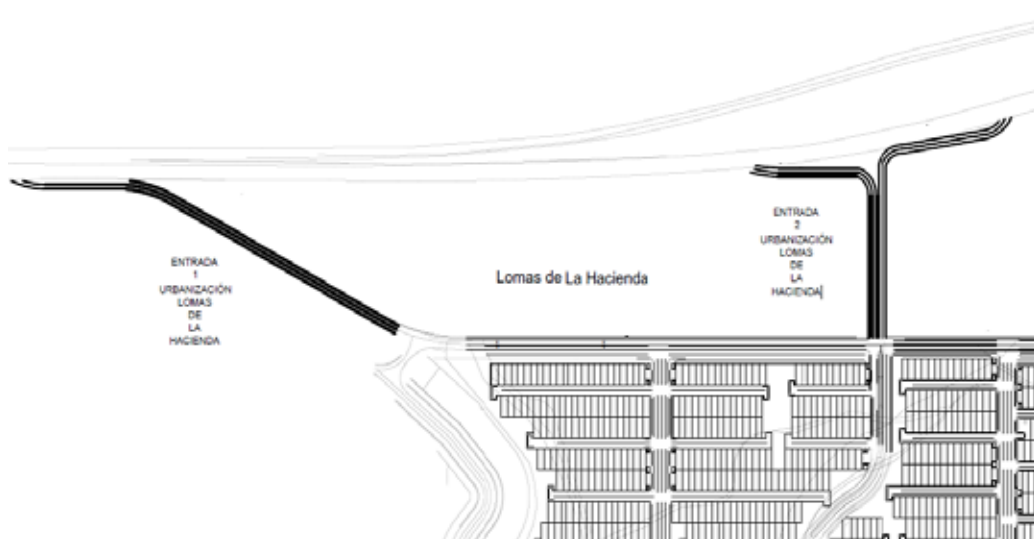
Por su parte la modificación de la salida de la E/S Bosqueserino la cual le permitirá a los usuarios de la misma salir con la distancia suficiente para posteriormente hacer uso del distribuidor cuenta con un canal de desincorporación de una distancia mínima de 75m desde el lugar más cercano a la Autopista Bárbula – Guacara considerando que los vehículos parten del reposo e ingresan a la misma con una velocidad de 50km/h. (Ver figura 37)



**Figura 37. Salida de la E/S Bosqueserino**

Fuente: AutoCAD Angelica Cavallin (2020)

Siguiendo el orden de ideas, se diseñaron dos entradas independientes para la Urbanización Lomas de la hacienda (Ver figura 38): la primera entrada es decir aquella que se encuentra más cercana a Bárbula cuenta con una velocidad de proyecto de 40km/h, con un tramo recto de 237m y una curva simple de 40m en el “*center line*”. El radio interno de la curva es de 36m, su longitud es de 46.79m y además su tangente de entrada y salida es de 27.36m por su parte, el radio externo de la curva es de 44m, su longitud de 56.05m y su tangente de entrada y salida de 32.55m. Posee un canal de incorporación de 75m considerando que la velocidad máxima de la Autopista Bárbula – Guacara es de 80km/h y los vehículos ingresan a la vía de 40km/h. (Ver figura 39). Asimismo, la sección transversal de la vía cuenta con 13.2m divididos en: 2m de acera en cada extremo tomando en cuenta un poste de iluminación el cual será empleado cada 25m, 2 carriles de 3.6m cada uno y además, un hombrillo de 2m. (Ver figura 40)



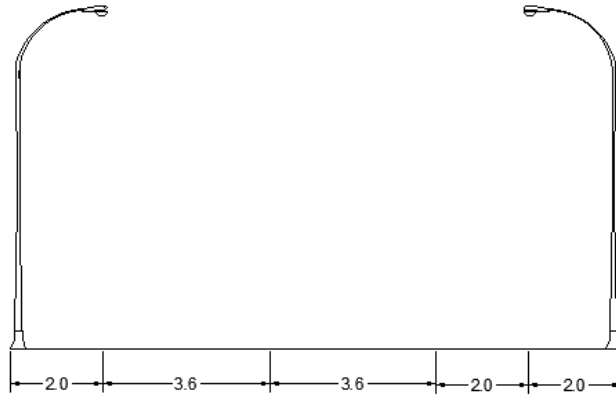
**Figura 38. Entradas y salidas de Lomas de la Hacienda**

Fuente: AutoCAD 2020, Angelica Cavallin (2020)



**Figura 39. Entrada 1 Urbanización Lomas de la Hacienda**

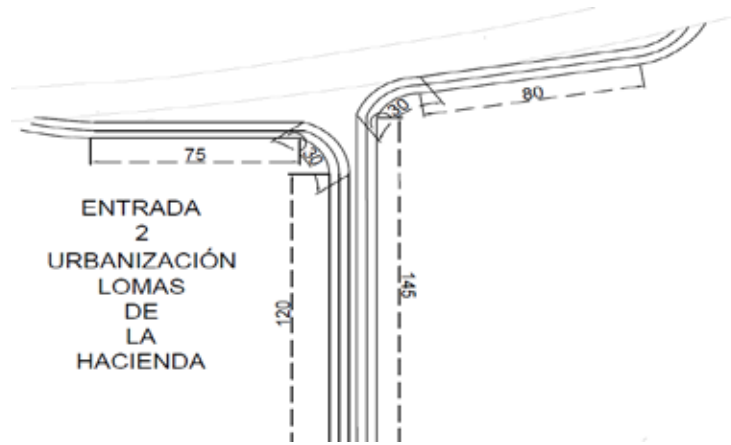
Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)



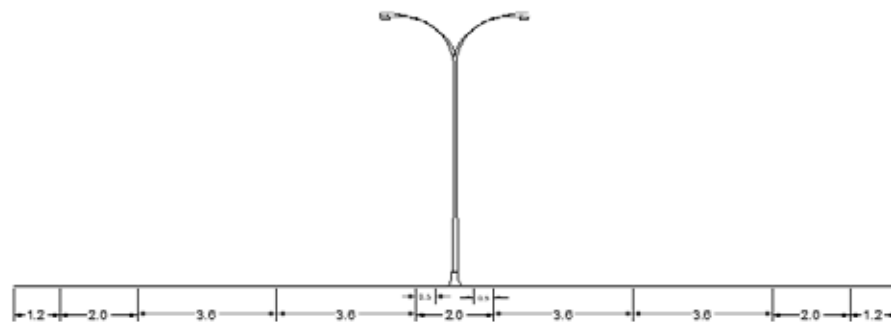
**Figura 40. Sección transversal entrada 1 Urbanización Lomas de la Hacienda**

Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)

En cuanto a la segunda entrada y salida de la Urbanización Lomas de la Hacienda situada en las cercanías de la E/S Bosqueserino cuenta con una curva simple de 20m de “*center line*” y un tramo recto de 120m para la entrada y 145m para la salida, asimismo cuenta con un radio interno de curva de 17m, una longitud de 20.48m y una tangente de entrada y salida de 11.69m, por su parte el radio externo de la curva es de 23m, una longitud de 27.7m y una tangente de entrada y salida de 15.81m. El diseño de las curvas anteriormente mencionadas es equivalente el de la entrada de la urbanización con el de la salida de la misma ya que se tienen las mismas distancias de terreno lo cual hacen necesarias las mismas longitudes para ingresar y salir de ella. Haciendo uso de la referencia anterior de los 75m del canal de incorporación mientras que el canal de desincorporación tomando en cuenta la entrada a la Autopista Bárbula – Guacara con una velocidad de 65km/h hace necesaria una distancia de 80m. (Ver figura 41) Asimismo, la sección transversal de la vía cuenta con 22.8m divididos en: 1.2m de acera, 2m de hombrillo y 7.2m en dos carriles de 3.6m cada uno en ambos sentidos, además de 2m de separación entre los sentidos los cuales incluyen una separación de 0.5m entre la vía y el poste de iluminación doble que se presentará cada 25m. (Ver figura 42)



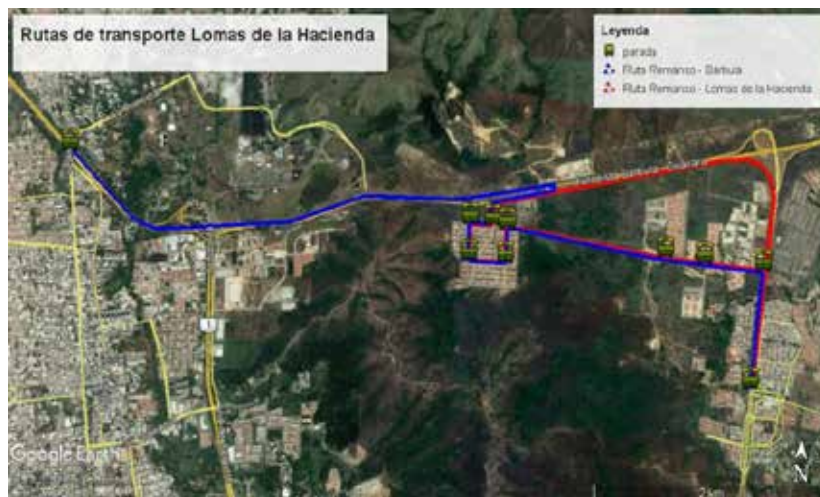
**Figura 41. Entrada 2 y salida Urbanización Lomas de la Hacienda**  
 Fuente: AutoCAD 2020, Angelica Cavallin (2020)



**Figura 42. Sección transversal entrada 2 y salida Urbanización Lomas de la Hacienda**  
 Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)

Junto con los diseños anteriormente expuestos, es necesario el trazado de dos rutas de transporte en la zona considerando la integración de nuevas vías de acceso en la misma las cuales deben ser añadidas como rutas fijas de las cooperativas que operan en el Municipio San Diego o por el contrario, proporcionar la creación de una nueva cooperativa que se encargue de estas rutas en las cuales serían necesarias aproximadamente 2 unidades para cada una de ellas teniendo salida cada 45min aproximadamente. Las 2 rutas tendrían como punto de encuentro con el resto de rutas de transporte público del municipio en el Boulevard El Remanso y estas serían: Ruta Remanso – Bárbula y Ruta Remanso – Lomas de la Hacienda.

La ruta Remanso – Bárbula cuenta con 19.1km considerando como punto de llegada y partida el Boulevard El Remanso transitando a través de la Av. Don Julio Centeno, cruzando a la Av. 172, ingresando a Lomas de la Hacienda y posteriormente haciendo uso del distribuidor de retorno para tener como punto de llegada Bárbula, contando con 10 paradas de pasajeros ubicadas estratégicamente en posibles puntos de concentración de usuarios expresadas en la ruta azul de la figura. (Ver figura 43) Asimismo, la ruta Remanso – Lomas de la Hacienda cuenta con 8.66km considerando también como punto de partida y llegada el Boulevard El Remanso transitando la misma ruta anterior sin embargo, al salir de la Urbanización Lomas de la Hacienda no se hará uso del distribuidor, por el contrario transitará a través de la Autopista Bárbula – Guacara para ingresar hacia San Diego, por su parte cuenta con 9 paradas de pasajeros considerando los mismos puntos estratégicos de la ruta anterior expresadas en la ruta roja de la figura. (Ver figura 44)



**Figura 43. Rutas de transporte Lomas de la Hacienda. Remanso - Bárbula**

Fuente: Google earth, Angelica Cavallin (2020)



**Figura 44. Rutas de transporte Lomas de la Hacienda. Remanso – Lomas de la Hacienda**

Fuente: Google earth, Angelica Cavallin (2020)

Continuando con los objetivos anteriormente mencionados es necesario el rediseño de pavimento de la vialidad que conecta la Urbanización Lomas de la Hacienda con la Urbanización San Antonio la cual cuenta con más de un kilómetro de longitud (Ver figura 45) y fue previamente diseñada geoméricamente contando con una velocidad de proyecto de 60km/h, 7 curvas simples y 5 curvas revertidas. Para el diseño de pavimento se consideró una vialidad tipo calle de ciudad, con un porcentaje máximo de transito de vehículos pesados de 5%, un peso bruto más desfavorable de 25.000lb, un tránsito promedio diario de 1062 vehículos considerando que la urbanización se encuentra un 75% ocupada y un CBR de 15%, asimismo se diseñó con un periodo de 20 años y una tasa de crecimiento anual de 4%. Por lo tanto, el diseño de pavimento consta de 10cm de carpeta asfáltica, 12cm de base y 10cm de sub-base sin embargo, no se calculó el espesor de la sub rasante ya que para ello es necesario contar con más información sobre el suelo del lugar. (Ver figura 46)

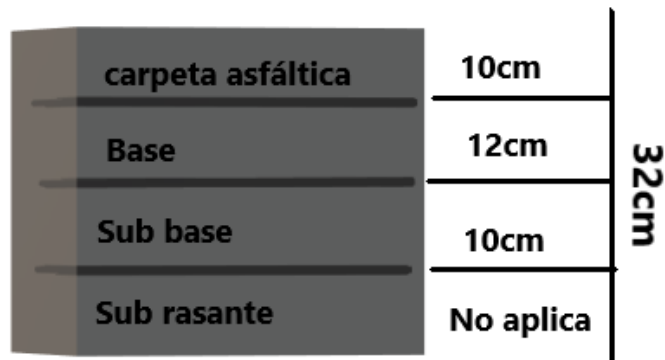
Asimismo, la sección transversal de la vía cuenta con 22.8m divididos en: 1.2m de acera, 2m de hombrillo y 7.2m en dos carriles de 3.6m cada uno en ambos sentidos, además de 2m de separación entre los sentidos los cuales incluyen una

separación de 0.5m entre la vía y el poste de iluminación doble que se presentará cada 25m. (Ver figura 47) Aunado al diseño anteriormente presentado se recomiendan la construcción de sumideros longitudinales de 3m con tuberías de 24” cada 200m.



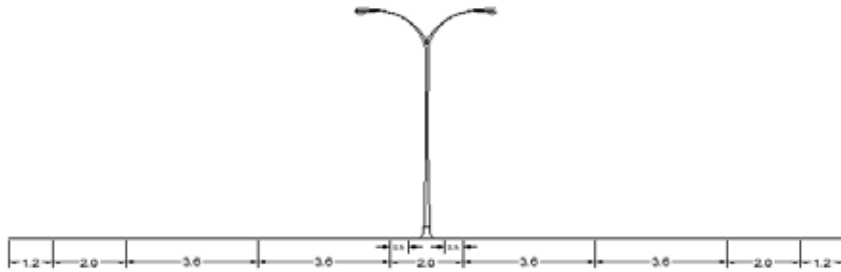
**Figura 45. Vía alterna Urb. Lomas de la Hacienda – Urb. San Antonio**

Fuente: Google earth, Angelica Cavallin (2020)



**Figura 46. Diseño de pavimento de la vía alterna**

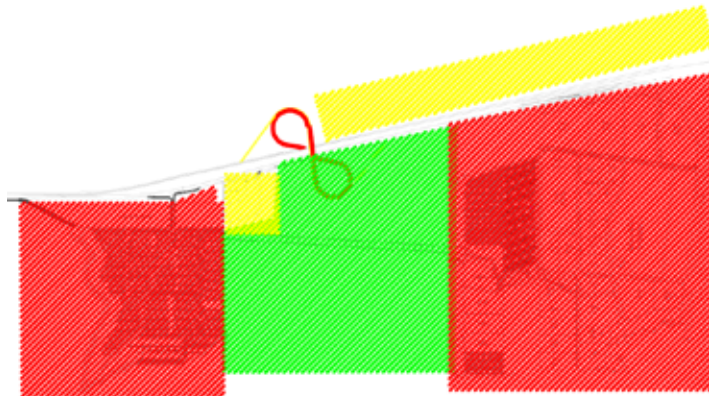
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 47. Sección transversal vía alterna**

Fuente: AutoCAD, Angelica Cavallin (2020)

Para culminar el plan maestro de movilidad, es necesaria la zonificación actualizada del PDUL tomando en cuenta los diseños y modificaciones realizados previamente (Ver figura 48) dividiendo la zona en 3 grupos: residencial con aproximadamente 1121m<sup>2</sup> entre las dos áreas presentes de ambas urbanizaciones, comercial con aproximadamente 337m<sup>2</sup> entre las dos áreas presentes de la E/S Bosqueserino, Framex C.A. y sus terrenos colindantes y además, un área de terreno de la alcaldía del Municipio San Diego que no cuenta con un uso definido de aproximadamente 960m<sup>2</sup>. Como se expresa en la figura x, el área de la zona residencial se encuentra resaltada en rojo, el área comercial en azul mientras que el área de terreno sin uso se encuentra en verde.



**Figura 48. Zonificación de la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda**

Fuente: AutoCAD – Angelica Cavallin (2020)

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

Al llevar a cabo los objetivos de diagnóstico de la situación actual de la vialidad, el análisis de los factores críticos de movilidad, la elaboración de diseños e integración de los mismos se cumple en la totalidad la propuesta de plan maestro de movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara a la altura de Lomas de la Hacienda, Municipio San Diego Estado Carabobo se puede concluir:

- La problemática presente en los dos distribuidores planos o retornos improvisados de la Autopista Bárbula – Guacara debe ser solucionada para evitar la continua pérdida de vidas.

- La urbanización Lomas de la Hacienda no cuenta con accesos y salidas que le permitan a sus habitantes realizar sus viajes diarios con comodidad e independencia, lo cual hace nulo su servicio de transporte público.

- El Plan de Desarrollo Urbano Local del Municipio San Diego no se encuentra actualizado con las edificaciones y vialidades actuales, además en el mismo se reflejan vialidades que no se encuentran construidas ni en construcción.

- Es fundamental la creación de un distribuidor elevado de retorno haciendo uso de la estructura de puente olvidado que garantice la seguridad a los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara proporcionando el diseño tipo trébol modificado siendo el más factible para respetar la propiedad privada de la zona.

- El distribuidor de retorno contaría con una velocidad de proyecto de 50km/h, 2 curvas de 80m y 90m de radio separadas por una longitud de 254m de tramo recto, cumpliendo también con las distancias necesarias del canal de incorporación y desincorporación a la Autopista.

- Para garantizar la seguridad dentro del distribuidor es necesario tener una sección transversal que cuente con un separador físico en la mitad de los 4 canales de 3.6m y además, medio separador físico en los laterales dando como resultado 17.36m de sección en el tramo recto del mismo.

- El pavimento necesario para el distribuidor tomando en cuenta el factor camión, un periodo de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento anual de 4% es de 45cm divididos en 15cm de carpeta asfáltica, 15cm de base y 15cm de sub-base.

- Es necesaria la modificación de la salida de la E/S Bosqueserino con la finalidad de que los usuarios de la misma puedan posteriormente hacer uso del distribuidor de retorno.

- La urbanización Lomas de la Hacienda contará con dos entradas independientes de la E/S Bosqueserino, la entrada más cercana a Bárbula contará con 237m de tramo recto y una sección transversal de 13.2m incluyendo 2 carriles de 3.6m, un hombrillo de 2m y una acera de 2m tomando en cuenta la utilización de un poste de iluminación. Por el contrario, la segunda entrada de Lomas de la Hacienda adyacente de la E/S Bosqueserino contará con un tramo recto de 120m y una sección transversal de 22.8m considerando que la misma será entrada y salida y tendrá en medio de la sección postes de iluminación dobles. Ambos accesos tendrán una velocidad de proyecto de 40km/h.

- Es necesario el trazado de dos rutas de transporte para los habitantes de la Urbanización Lomas de la Hacienda, partiendo del Boulevard El Remanso y teniendo como ruta llegar a Bárbula (10 paradas y 19.1km) y Lomas de la Hacienda (9 paradas y 8.66km) para posteriormente culminar en el Boulevard para acceder a otras rutas de transporte. Ambas rutas de transporte deben constar mínimo de 2 unidades y una frecuencia de 45min cada una.

- Es necesario el desarrollo de la vía alterna o Av. 172 cuyo diseño geométrico se calculó anteriormente para llevar a cabo la realización de las rutas e integrar el

Plan Maestro de Movilidad. Dicha vía establece una velocidad de proyecto de 60km/h y la misma debe contar con un pavimento de 32cm de espesor divididos en 10cm de carpeta asfáltica, 12cm de base y 10cm de sub-base.

- La sección transversal de la vía 172 cuenta con 22.8m, 4 carriles de 3.6m cada uno, 2 hombrillos de 2m cada uno, dos aceras de 1.2m y además, una separación de 2m entre los sentidos en el cual se encontraran los postes de iluminación doble.

- En el tramo de estudio de la Autopista Bárbula – Guacara se encuentran principalmente áreas residenciales, seguidas de áreas sin uso determinado y pocas áreas comerciales.

- Los postes de iluminación deben ubicarse cada 25m aproximadamente en todas las secciones transversales de la vía.

- La integración de cada una de estas propuestas mencionadas anteriormente es de suma importancia para la factibilidad del plan maestro de movilidad en la zona.

- Si se llega a realizar en el futuro el proyecto olvidado en la alcaldía del VALCRO adyacente a la E/S Bosqueserino debe realizarse un estudio para comprobar las longitudes necesarias de dichos usuarios para poder hacer uso del distribuidor, así como también el re-diseño de las rutas y/o paradas de transporte y del pavimento de las vialidades presentes debido a la concentración de usuarios y vehículos en el mismo.

## RECOMENDACIONES

Al ser cumplidos todos los objetivos de la presente investigación los cuales tienen como finalidad mejorar la movilidad en la Autopista Bárbula – Guacara incluyendo la Urbanización Lomas de la Hacienda y la utilización de la estructura conocida como “puente olvidado” para el diseño de un distribuidor de retorno, es importante realizar recomendaciones que deben ser tomadas en cuenta a la hora de la realización del presente proyecto:

- Análisis estructural profundo del puente olvidado siguiendo las recomendaciones previamente expuestas por los ingenieros expertos como lo son la realización de ensayos para saber la profundidad de contaminación del concreto para saber su integridad en cuanto a la durabilidad como lo son ultrasonidos o extracciones de núcleos.

- La realización de un estudio del proyecto original del puente olvidado para conocer todos los detalles del mismo incluyendo sus fundaciones así como también, un levantamiento topográfico para la verificación de las dimensiones del proyecto como construido.

- Desarrollar un estudio de impacto ambiental debido a las alteraciones del ecosistema que implicarían llevar a cabo el presente proyecto sin embargo, al ser un proyecto necesario para la seguridad y comodidad de los usuarios de la Autopista Bárbula – Guacara es importante buscar las soluciones a través de un estudio fitosanitario.

- Ejecutar estudios hidrológicos y levantamientos topográficos para conocer con mayor profundidad las características más importantes de la zona las cuales pueden convertirse en fortalezas o debilidades de la realización del proyecto, para así posteriormente realizar el cálculo de drenajes ideales para el tipo de vialidad y la zona de estudio.

- Utilizar colectores longitudinales con el diámetro requerido según el tipo de vialidad y la zona para la vía alterna o Av. 172 y las entradas y salidas de la Urbanización Lomas de la Hacienda.

- Son necesarios los estudios de suelos para determinar el CBR, el cual determinará posteriormente el diseño de pavimento con mayor precisión.

- Considerar los materiales granulométricos permeables para con agregados resistentes, durables y con una permeabilidad mínima de 0.35m/s para la base del pavimento, los cuales le permitirían evacuar correctamente el agua del mismo y evitar futuros daños por acumulación de aguas.

- La elaboración de un análisis económico del presente proyecto para saber con exactitud la inversión necesaria que debe hacerse para mejorar la movilidad de la Autopista Bárbula – Guacara.

- Señalizar y demarcar correctamente la vialidad siguiendo la normativa venezolana para garantizarle la seguridad y el conocimiento necesario a los usuarios.

- Estudiar y considerar la iluminación más factible para el diseño de distribuidor, partiendo de la iluminación que se encuentra en otras estructuras del mismo tipo que funcionan en la actualidad.

- Mejorar el Plan de Desarrollo Urbano Local del Municipio San Diego ya que actualmente existen zonas que no se adaptan al terreno o a las actividades que se encuentran presentes en el mismo.

## REFERENCIAS

- Andueza Savaaedra, P. (1990). **El diseño geométrico de carreteras**. Universidad de los Andes, Mérida – Venezuela.
- ARCADIS Design & consultancy for natural and built assets. (2016). **Sustainable Cities Index 2016**.
- Arias, F. (2012): **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas. Editorial Espítome. Sexta edición.
- Bañon L. y Bevia J. (2002). **Manual de Carreteras, tomo 1: Elementos de Proyectos**. Tercera edición, Universidad Central de Venezuela 1995
- Boggio, N. y Guayapero, D. (2018) **Estudio de la permeabilidad y diseño de pavimento en la vía entre urbanización Lomas de la Hacienda y urbanización San Antonio. Municipio San Diego – Estado Carabobo**. Trabajo de Grado no publicado. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego, Venezuela
- Cárdenas, J. (2005) **Diseño geométrico de carreteras**. Segunda edición, Ecoe ediciones.
- Comisión Brundtland. (1987) **Informe de la comisión Brundtland sobre el medio ambiente**.
- Conde, R. (2018) **Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, estado Carabobo**. Trabajo de Grado no publicado. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego, Venezuela
- Corredor, G. (2009) **Maestría en vías terrestres, módulo III, Diseño de pavimentos I**. Managua, Nicaragua
- Crespo Villalaz, C. (2007) **Vías de comunicación: caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos**. México. Editorial Limusa. Cuarta edición.

Fondo Nacional de Transporte Urbano FONTUR (2002). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N°37.435. 3 de mayo de 2002.

Fonseca, J (2015) **Sistema alternativo vial en las avenidas que convergen en el sector la rotaria (Avenida la paz y Avenida O´Higgins). Caracas.** Trabajo de Grado Publicado. Universidad Nueva Esparta. Nueva Esparta, Venezuela

García y Mijares. (2007). **Manual de Trabajos de Grado. Normas para la elaboración y Presentación de los Anteproyectos y Trabajos de Grado.** San Diego, Venezuela. Fondo Investigativo de la Universidad José Antonio Páez.

Ley de tránsito terrestre (1988). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.420. 26 de junio de 1988.

Ley Orgánica de Ordenación Urbanística. (1987) Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela N 33868.

Ley Orgánica del ambiente (1976). El congreso de la República de Venezuela. Palacio de Miraflores Caracas, 15 de junio de 1976.

Manual de Capacidad de carreteras HCM (2000). *Highway capacity manual*. Estados

Miranda, R (2010) **Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos.** Trabajo de Grado Publicado. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.

Mujica y Nuñez (2017) **Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas.** Trabajo de Grado no publicado. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego, Venezuela

Norma técnica del Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (Fondonorma). **Carreteras, autopistas y vías urbanas. Especificaciones y mediciones.** 2009.

Norma Venezolana COVENIN 614 (1997). Resolución N° 289, 31 de diciembre de 1997. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.380. 23 de enero de 1998.

Rivero, J. (2019) en su trabajo de grado **Plan de reestructuración de las rutas de**

**transporte público urbano en el municipio San Diego, estado Carabobo**

Trabajo de Grado no publicado. Universidad José Antonio Páez (UJAP). San Diego, Venezuela

Rondón, C. y Salas, M. (2018) **Estudio y optimización de la red vial Avenida América sur, tramo prolongación Cesar Vallejo – Avenida Ricardo Palma, Trujillo**. Trabajo de Grado Publicado. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú

Sampieri, Fernández y Baptista (2010) **Metodología de la investigación**. México, Editorial Mc Graw Hill. Quinta edición.

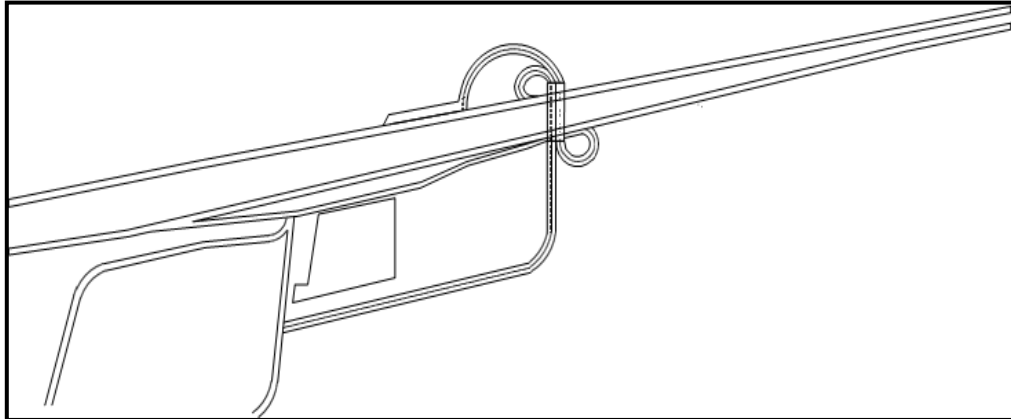
Unidos de América: Academia Nacional de Ingeniería.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Vicerrectorado de Investigación y Postgrado (2016). **Manual de Trabajo de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. Caracas: UPEL.

Villegas Julien, I (2016). **Obtención y manejo de la información del tránsito, capítulo 2**. Universidad de Carabobo, Valencia – Venezuela.

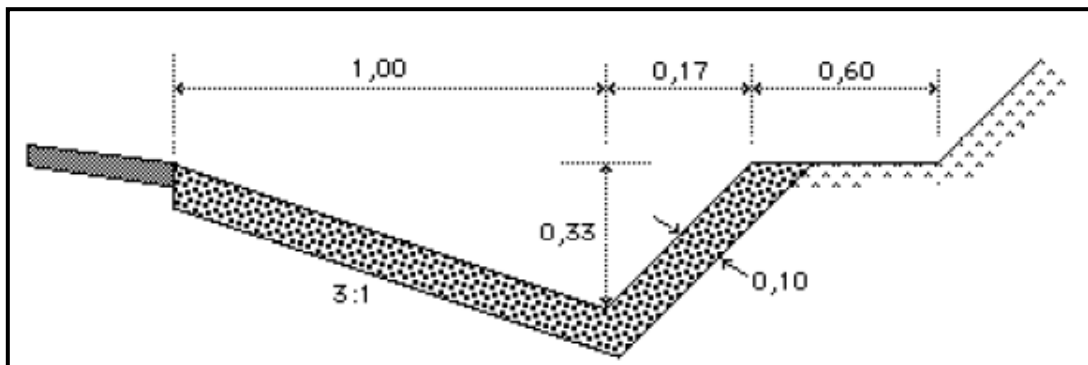
# APENDICES

**APENDICE A: Diseños establecidos previamente en la zona de estudio**



**Figura 1. Diseño de distribuidor Rodrigo Conde**

Fuente: “Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo” Ing. Rodrigo Conde (2018)



**Figura 2. Diseño de drenaje distribuidor Rodrigo Conde**

Fuente: “Rediseño geométrico de un distribuidor de retorno, en la Autopista Bárbula – Guacara, a la altura de Lomas de la Hacienda, Estado Carabobo” Ing. Rodrigo Conde (2018)



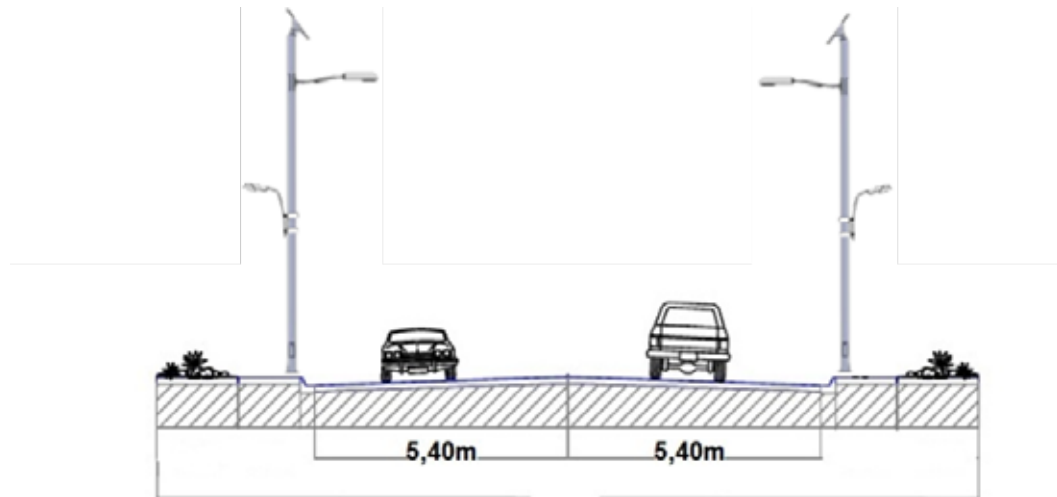
**Figura 3. Ruta de transporte para Lomas de la Hacienda**

Fuente: “Plan de reestructuración de las rutas de transporte público urbano en el municipio San Diego, Estado Carabobo” Ing. Juan Rivera (2019)



**Figura 4. Pasarela Lomas de la Hacienda**

Fuente: “Plan de reestructuración de las rutas de transporte público urbano en el municipio San Diego, Estado Carabobo” Ing. Juan Rivera (2019)



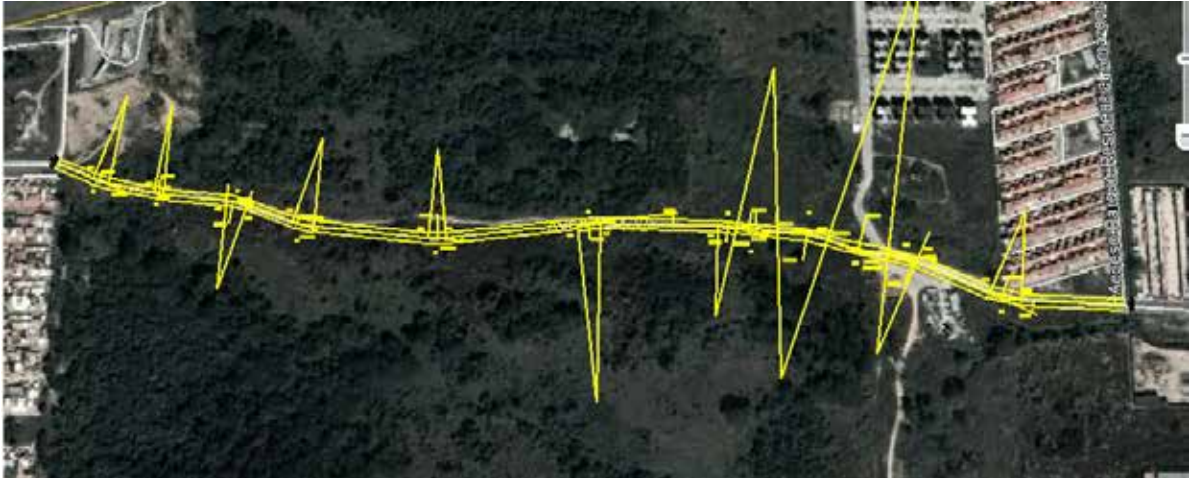
**Figura 5. Sección transversal Av. 172**

Fuente: “Estudio de la permeabilidad y diseño de pavimento en la vía entre urbanización Lomas de la Hacienda y urbanización San Antonio. Municipio San Diego – Estado Carabobo” Ing. Boggio & Guayapero



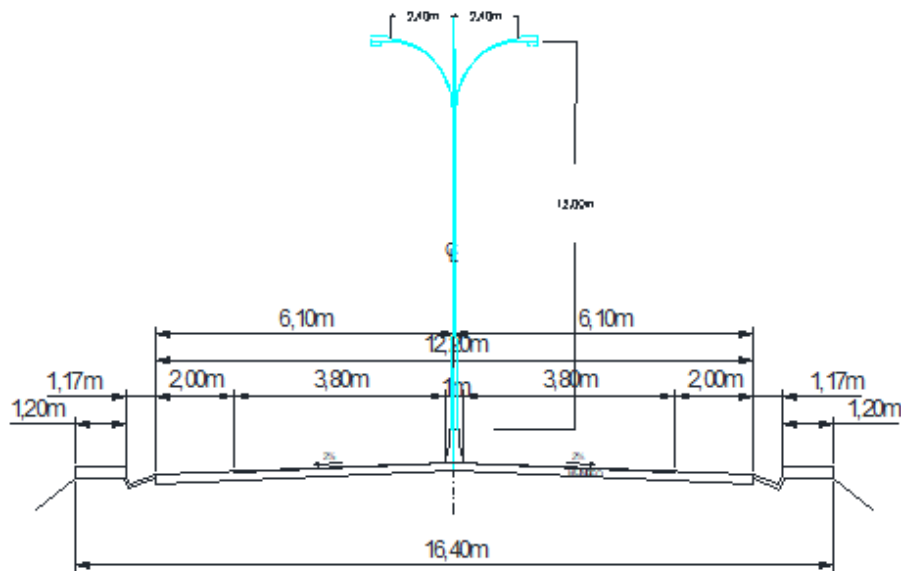
**Figura 6. Rutas a evaluar**

Fuente: “Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.” Ing. Aldry Sánchez



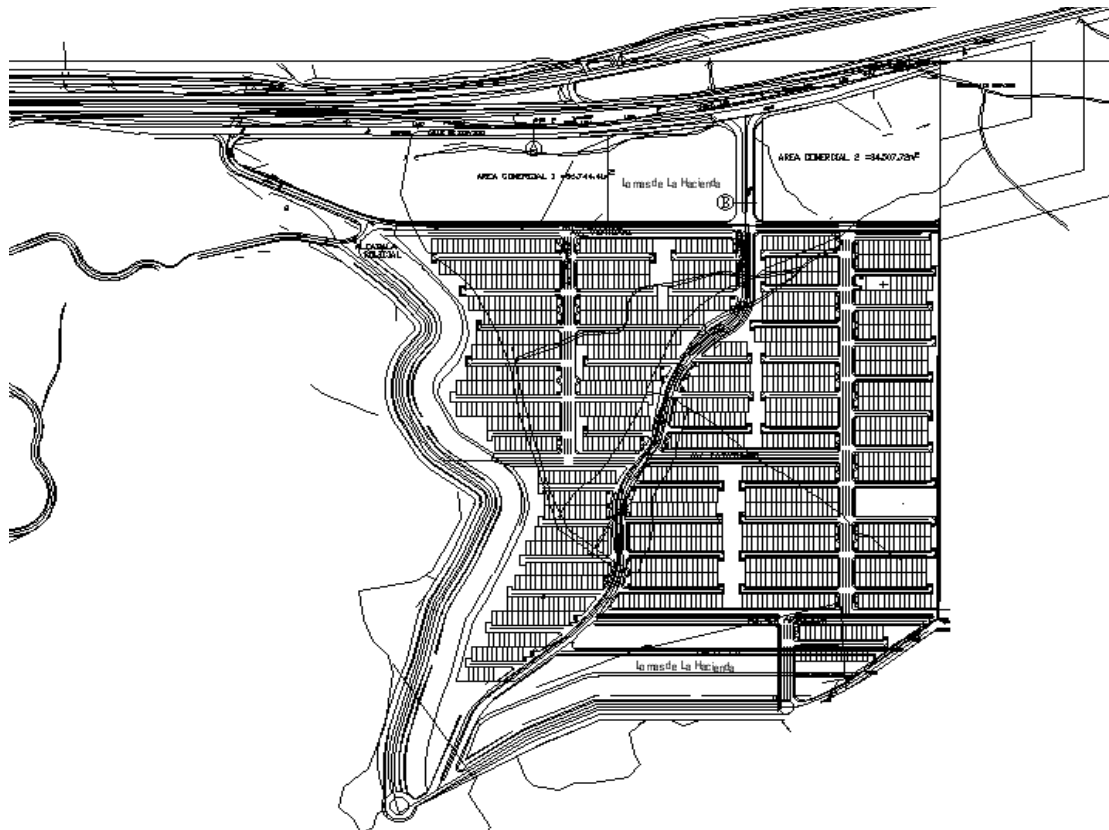
**Figura 7. Diseño geométrico de la vialidad**

Fuente: “Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.” Ing. Aldry Sánchez



**Figura 8. Sección transversal de la vialidad**

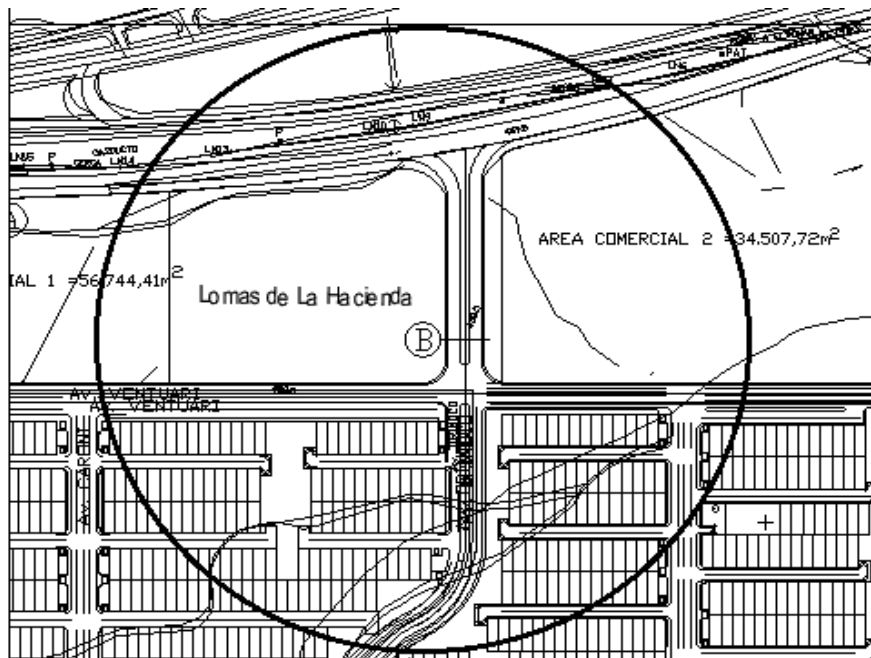
Fuente: “Análisis de factibilidad del proyecto vial que comunique las urbanizaciones Lomas de la Hacienda y San Antonio. Municipio San Diego, Estado Carabobo.” Ing. Aldry Sánchez



**Figura 9. Plano de Lomas de la Hacienda en PDUL**  
Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local, Alcaldía de San Diego.



**Figura 10. Primera entrada a Lomas de la Hacienda**  
 Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local, Alcaldía de San Diego.



**Figura 11. Segunda entrada a Lomas de la Hacienda**  
 Fuente: Plan de Desarrollo Urbano Local, Alcaldía de San Diego.

## APÉNDICE B: Análisis de factibilidad legal, ambiental y técnico del plan maestro de movilidad

**Tabla 1.** Matriz de factibilidad legal

Matriz de Factibilidad Legal		
Requerimientos Legales	Cumplimiento	Factor de Recuperabilidad Legal
Revisión de tradición legal de la propiedad estudiada	Positivo	50%
Determinación del titular de la propiedad	Negativo	
Contacto directo a los individuos encargados de la propiedad	Negativo	
Verificación de variables urbanas involucradas adecuadas	Positivo	
Determinación de existencia de posibles cargas legales relacionadas a la propiedad	Positivo	
Revisión del expediente del proyecto planteado previamente	Negativo	

**Fuente:** "Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas " Ing. Juan Núñez e Ing. Mujica María Fernanda (2018)

**Tabla 2.** Matriz de impactos y retornos ambientales

Matriz de Impactos y Retornos Ambientales							
Componente ambiental	Elemento ambiental	Factor ambiental	Criterios			Promedio	Resultado
			Magnitud	Extensión	Dificultad de manejo		
Atmosférico	Aire	Afectación por generación de ruido	3	2	4	3	71,27%
Físico	Suelo	Afectación por remoción de capa orgánica	4	5	4	4,3	
		Afectación por la generación de residuos	5	5	4	4,7	
	Agua	Variación de las caract. físico químicas	1	1	3	1,7	
	Paisaje	Variación de las geoformas iniciales	1	3	3	2,3	
		Cambio en la percepción paisajísticas	1	3	3	2,3	
Clima	Afectación por cambios climáticos	0	0	0	0,0		
Bióticos	Flora	Degradación de la cobertura	4	4	3	3,7	
	Fauna	Disminución o muerte	1	1	2	1,3	
Social	Humanidad	Afectación de la actividad económica	1	1	1	1,0	
		Afectación de las vías públicas	1	1	3	1,7	
Materiales	Concreto, Acero, Arcilla, PVC, Hierro Fundido, etc.	Deterioro del material por erosión eólica	1	1	3	1,7	83%
		Deterioro del material por erosión acuática	1	1	3	1,7	

**Tabla 3.** Matriz de cumplimiento de la ley del ambiente

Matriz de cumplimiento de la ley penal del ambiente (Presencia de pasivos ambientales)		
Normativa (Verificación de presencia de pasivos ambientales)	Presencia	Resultados
Vertido ilícito	Negativo	100%
Cambios de flujos y sedimentación	Negativo	
Contaminación de aguas subterráneas	Negativo	
Permisos de autorizaciones ilícitos	Negativo	
Actividades y objetos degradantes	Negativo	
Degradación de suelos, topografía y paisaje	Negativo	

**Fuente:** "Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas " Ing. Juan Núñez e Ing. Mujica María Fernanda (2018)

**Tabla 4.** Matriz de factibilidad ambiental

<b>Matriz de Factibilidad Ambiental</b>		
<b>Aspectos Evaluados</b>	<b>Resultado</b>	<b>Factor de Recuperabilidad</b>
Impactos (Efectos generados al entorno de la obra civil por su presencia)	71,27%	84.76%
Retornos (Deterioro de la obra civil generados por su entorno)	83%	
Ley penal del ambiente (Pasivos Ambientales)	100%	

**Fuente:** "Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas " Ing. Juan Nuñez e Ing. Mujica María Fernanda (2018)

**Tabla 5.** Matriz de factibilidad técnica

<b>Matriz de Factibilidad Técnica</b>		
<b>Indicadores técnicos</b>	<b>Cumplimiento</b>	<b>Factor de Recuperabilidad técnica</b>
Estado de los elementos estructurales	7	85%
Verificación de dimensiones de los miembros estructurales	-	
Verificación de materiales usados en los elementos estructurales	-	
Evaluación de las prubeas de carga a la estructura	-	
Verificación de nivel de diseño y análisis de sismorresistencia	10	
Evaluación de la ductilidad en los miembros estructurales	-	

**Fuente:** "Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas " Ing. Juan Nuñez e Ing. Mujica María Fernanda (2018)

**Tabla 6.** Matriz de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas

<b>Matriz de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas</b>		
<b>Factores</b>	<b>Factor de Recuperabilidad Específico</b>	<b>Factor de recuperabilidad general</b>
Legal	50%	73,26%
Ambiental	84,76%	
Técnico	85%	

**Fuente:** "Diseño de indicadores de factibilidad para la recuperación de obras civiles inconclusas " Ing. Juan Nuñez e Ing. Mujica María Fernanda (2018)

**APÉNDICE C: Fotografías de la inspección de la urbanización Lomas de la Hacienda.**



**Figura 1.** Entrada de la urbanización Lomas de la Hacienda  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 2.** Entrada de la vía alterna desde la urbanización Lomas de la Hacienda hacia la urbanización San Antonio  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 3.** Urbanización Lomas de la Hacienda  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 4.** Posible entrada / salida de la urbanización como muestra el PDUL  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)

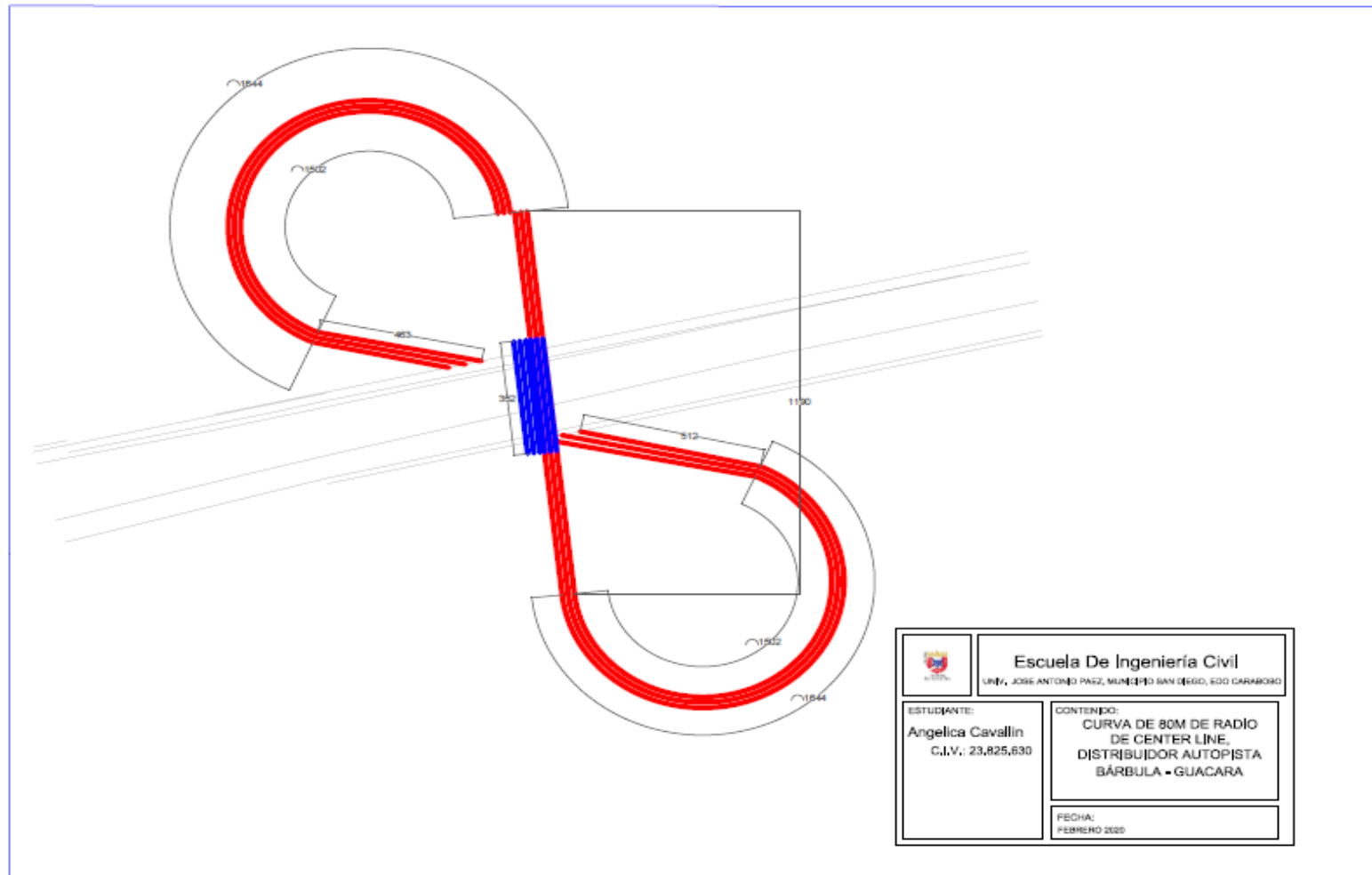


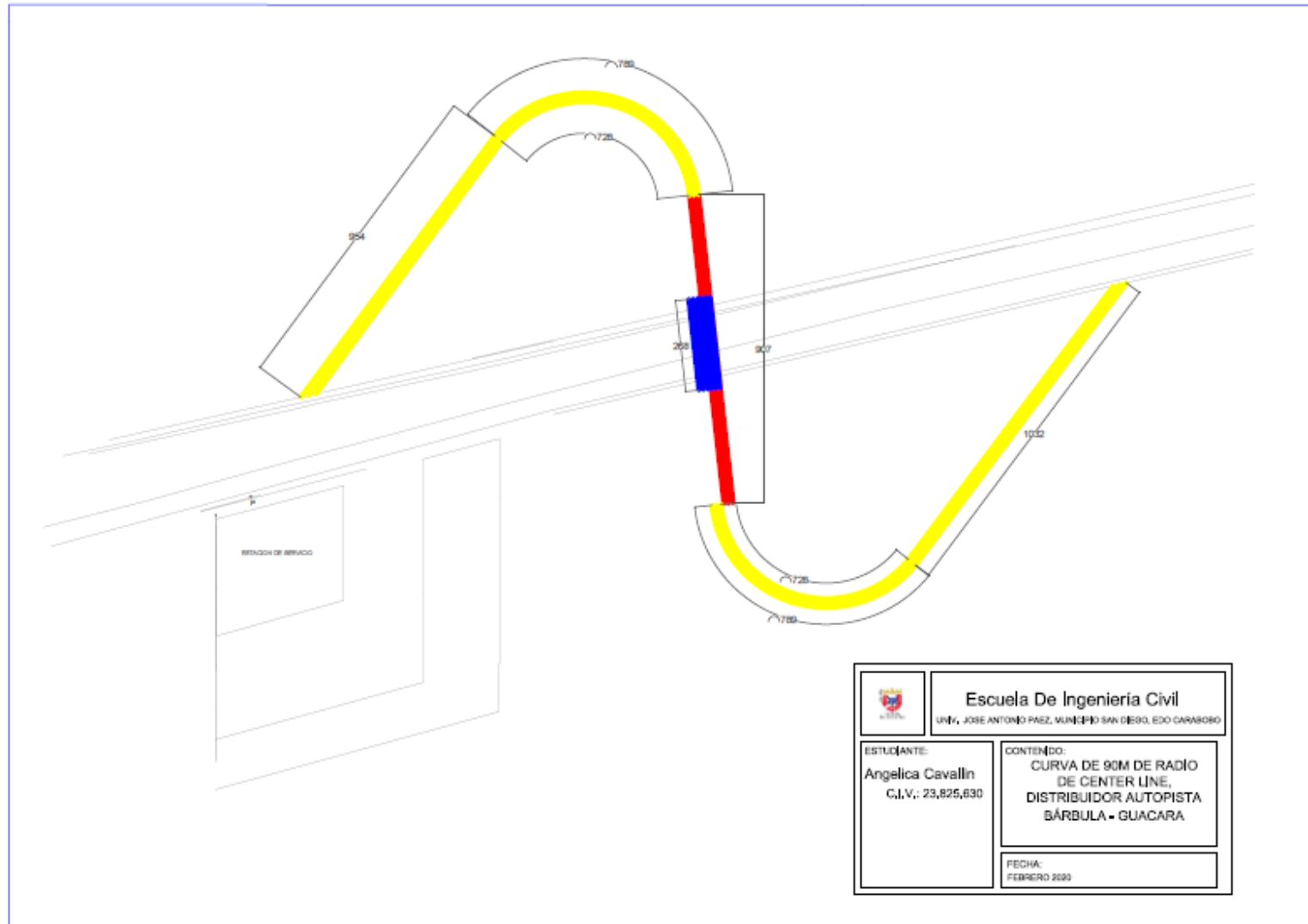
**Figura 5.** Salida de la urbanización Lomas de la Hacienda  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)

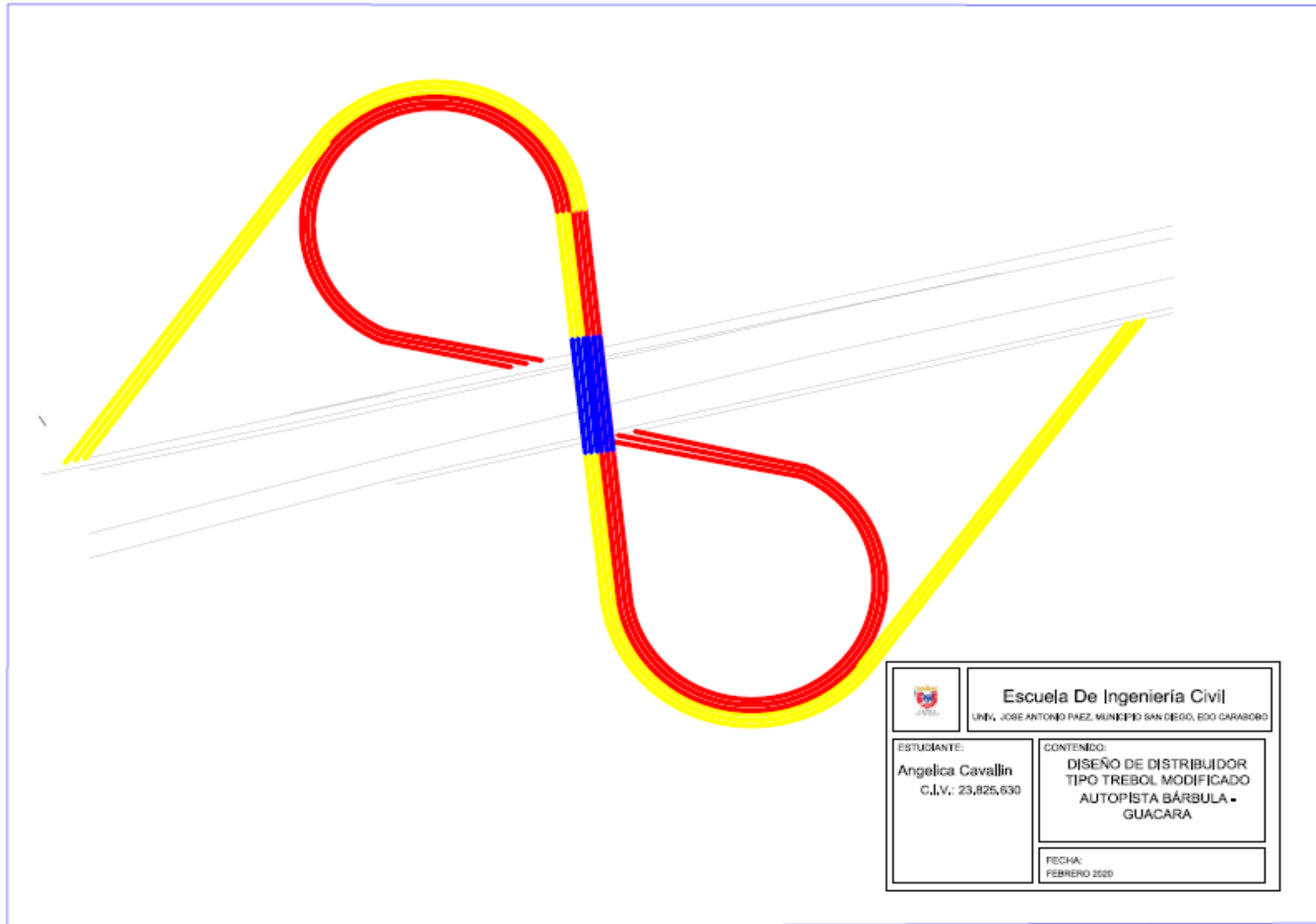


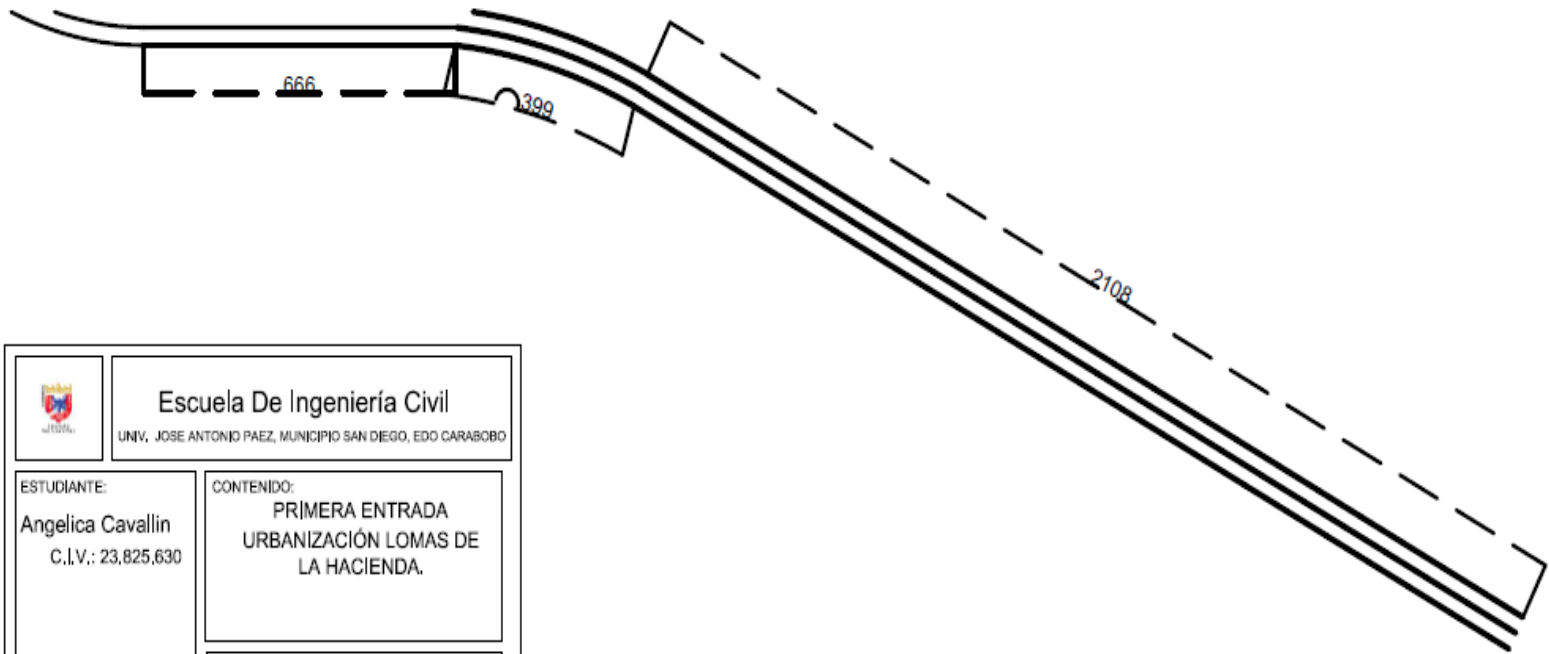
**Figura 6.** Vista desde la salida de la urbanización Lomas de la Hacienda  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)

## APÉNDICE D: Planos de los diseños propuestos

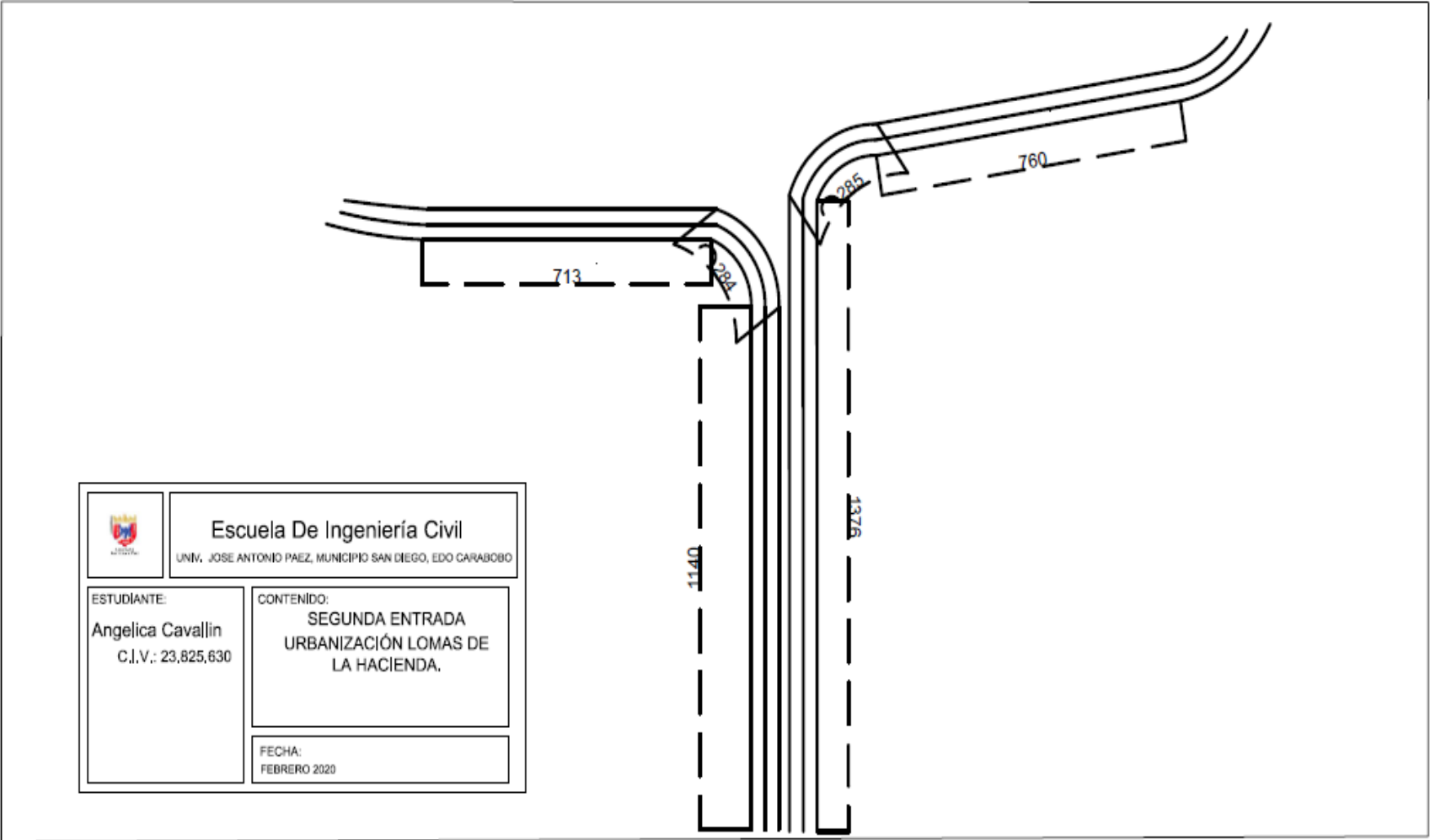


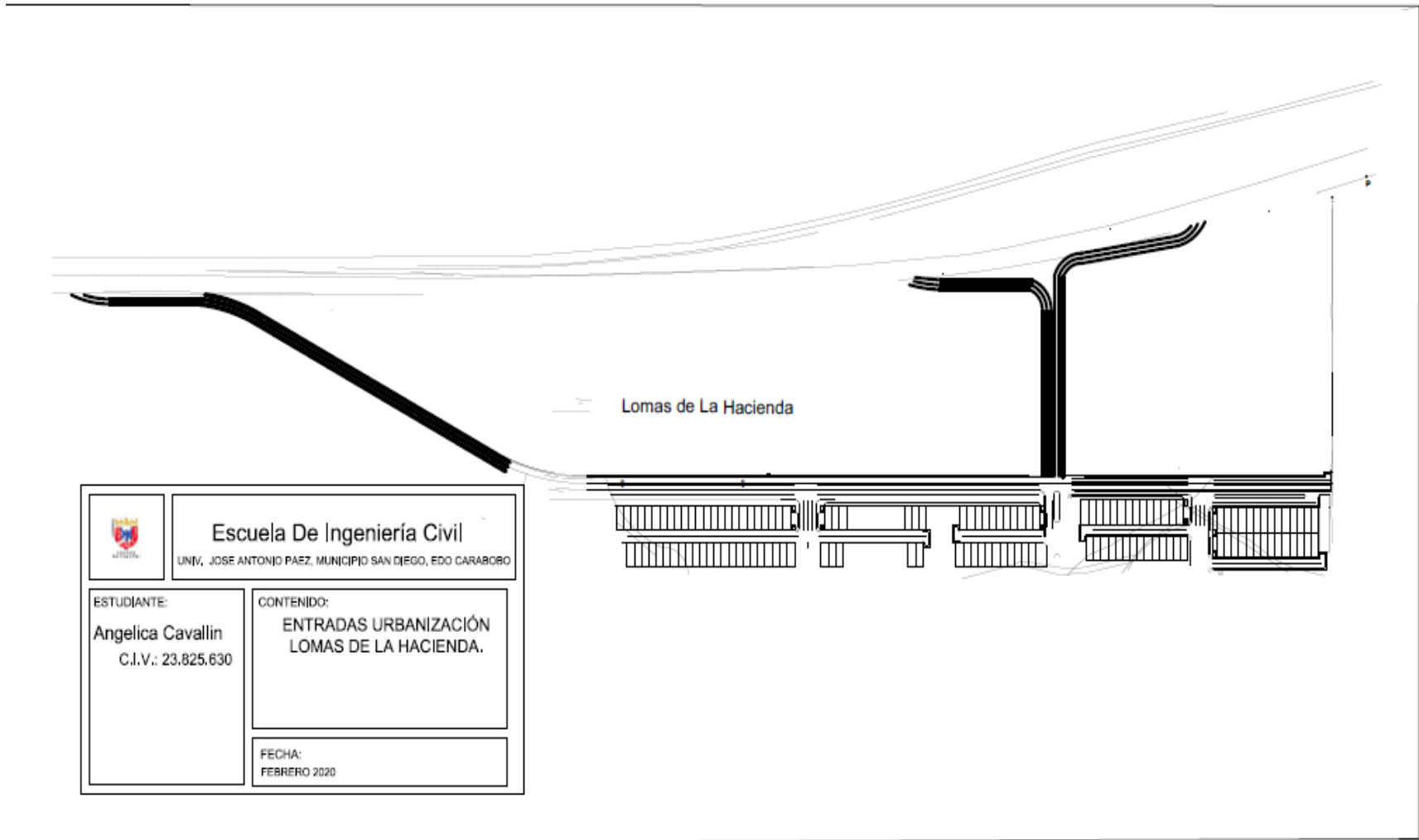


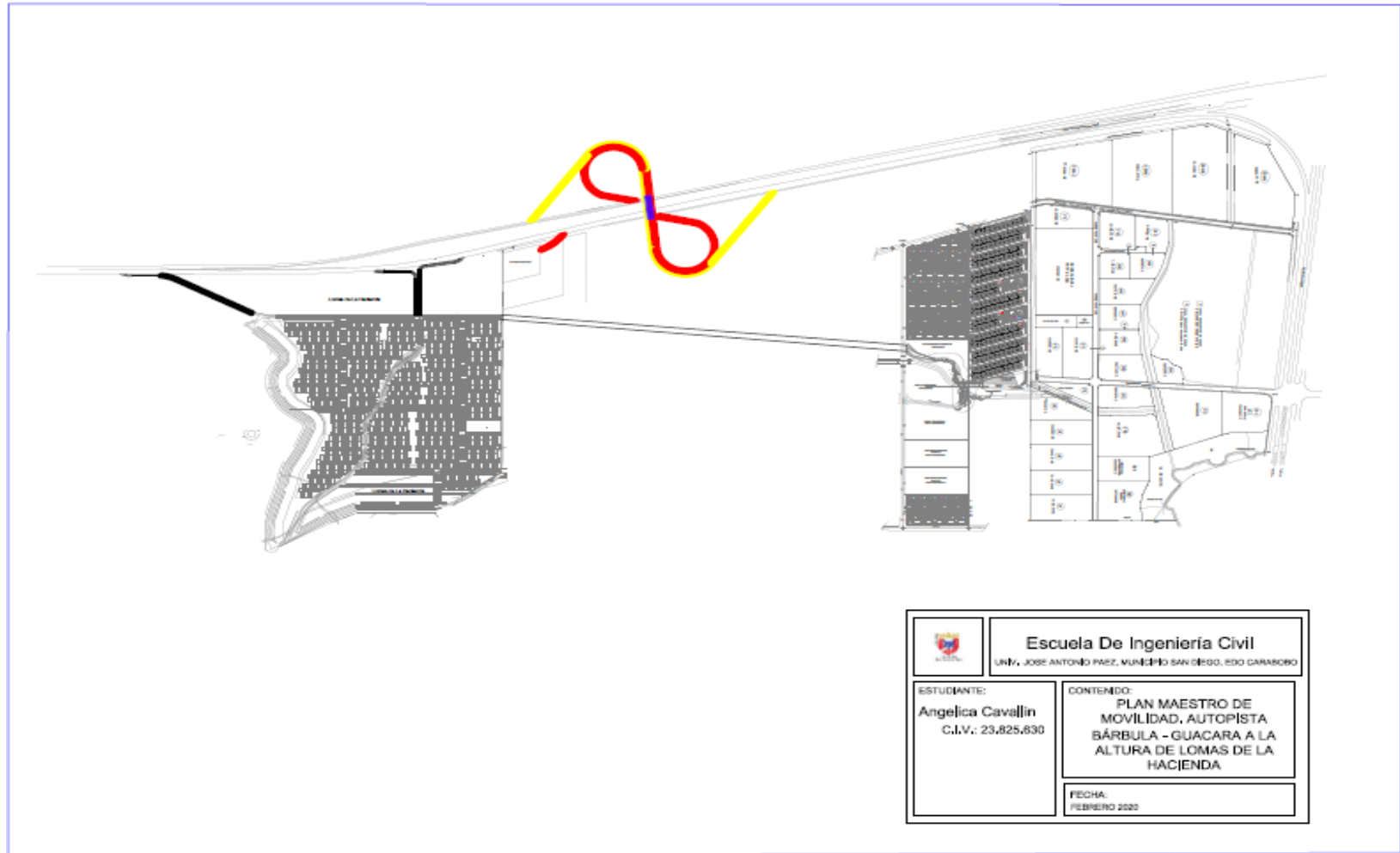


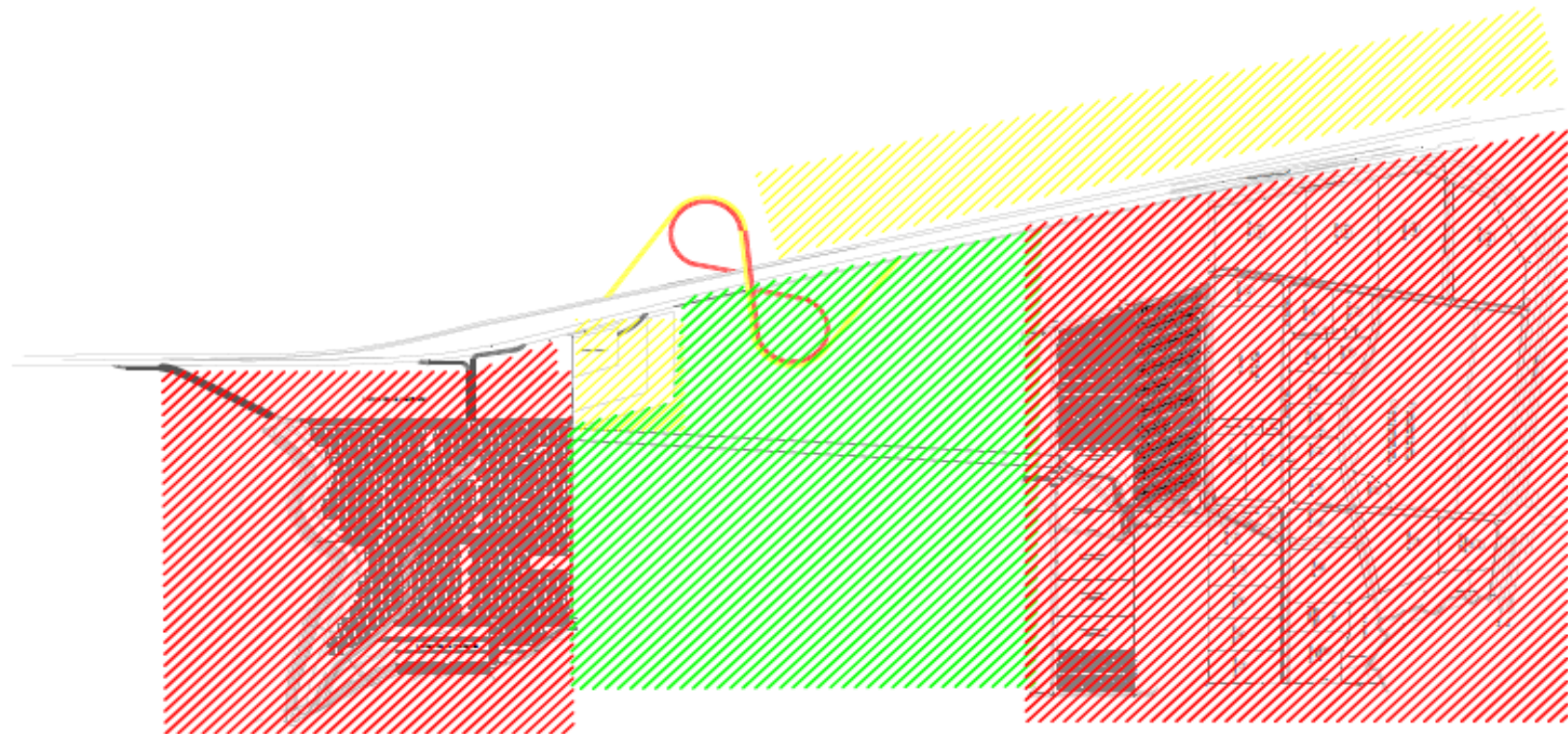


	<b>Escuela De Ingeniería Civil</b> UNIV. JOSE ANTONIO PAEZ, MUNICIPIO SAN DIEGO, EDO CARABOBO
ESTUDIANTE: Angelica Cavallin C.I.V.: 23.825.630	CONTENIDO: PRIMERA ENTRADA URBANIZACIÓN LOMAS DE LA HACIENDA.
	FECHA: FEBRERO 2020






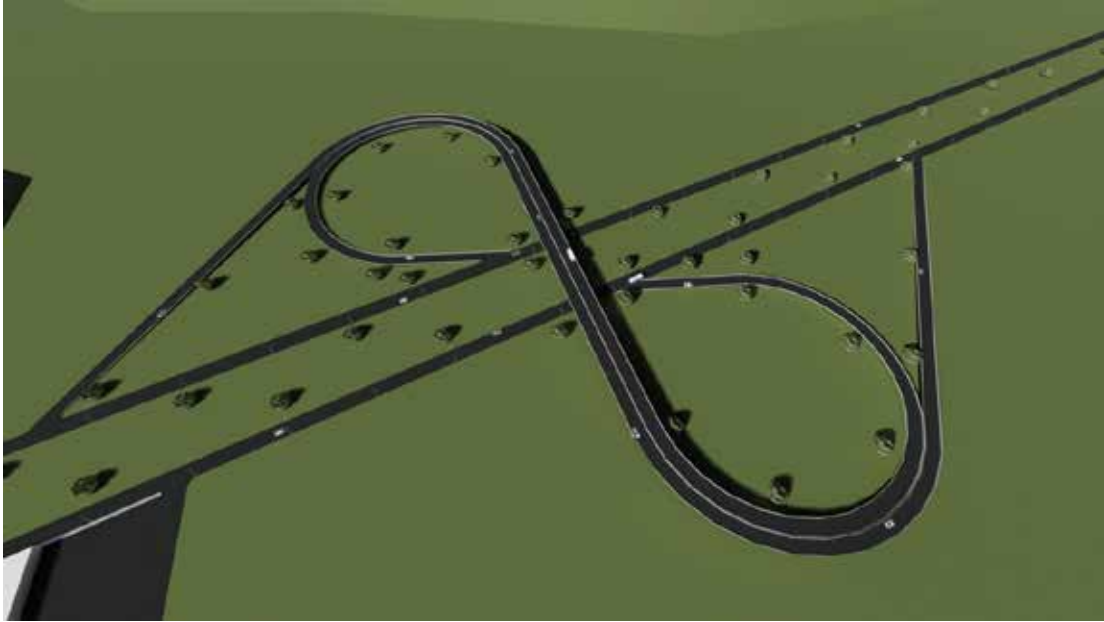




<b>RESIDENCIAL</b>
<b>COMERCIAL</b>
<b>TERRENO SIN USO</b>

	<b>Escuela De Ingeniería Civil</b> <small>UNIV. JOSE ANTONIO PAEZ, MUNICIPIO SAN DIEGO, EDO CARABOBO</small>	
	<b>ESTUDIANTE:</b> Angelica Cavallin C.I.V.: 23.825.630	<b>CONTENIDO:</b> ZONIFICACIÓN DE LA AUTOPISTA BÁRBULA - GUACARA A LA ALTURA DE LOMAS DE LA HACIENDA
<b>FECHA:</b> FEBRERO 2020		

## APÉNDICE E: Diseños renderizados



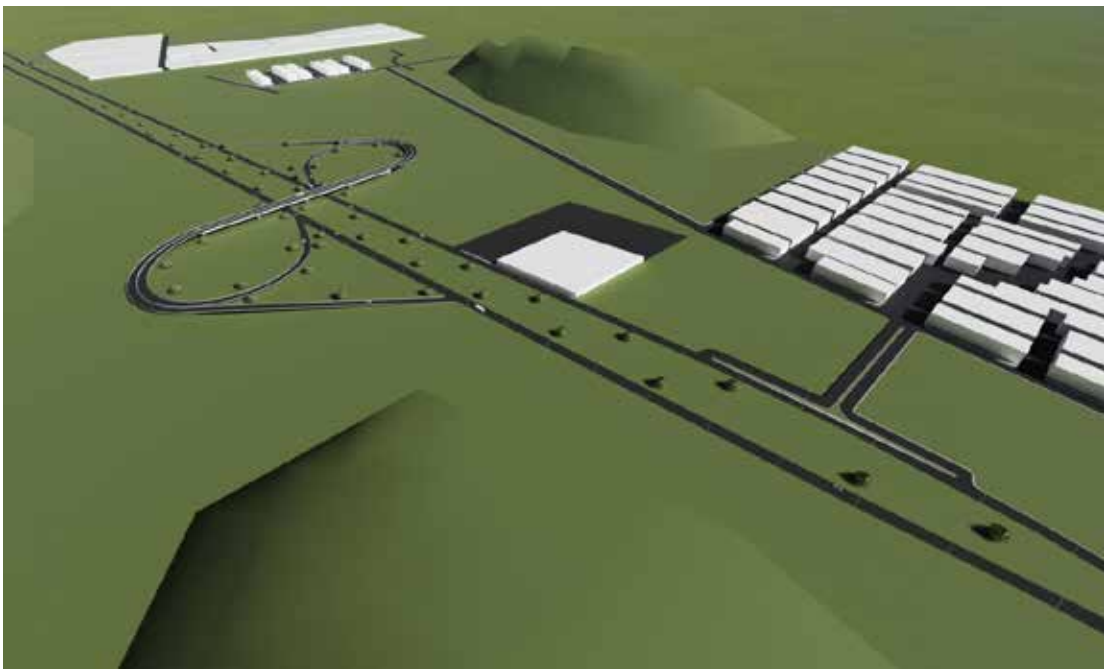
**Figura 1.** Diseño de distribuidor vista 1  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 2.** Diseño de distribuidor vista 2  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 3.** Diseño de distribuidor vista 3  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 4.** Vista general de los diseños  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 5.** Detalle del distribuidor  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)



**Figura 5.** Detalle lateral del distribuidor  
Fuente: Angelica Cavallin (2020)