



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN ELEVADO EN
EL DISTRIBUIDOR TABORDA DEL
SECTOR EL PALITO,
MUNICIPIO PUERTO CABELLO,
EDO. CARABOBO.**

Autores: Cardona Marielba
C.I. 20.314.553
Morales Gersoll
C.I. 19.977.376

Urb. Yuma II, Calle No 3 Municipio San Diego
Teléfono (0241) 8714240 (máster)



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

**PROPUESTA DE UN ELEVADO EN
EL DISTRIBUIDOR TABORDA DEL
SECTOR EL PALITO,
MUNICIPIO PUERTO CABELLO,
EDO. CARABOBO.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO CIVIL**

Autores: Cardona Marielba
C.I. 20.314.553
Morales Gersoll
C.I. 19.977.376
Tutor: Eycer León V
C.I.:6.862.516

San Diego, 2017.



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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero León Vásquez Eycer portador de la cédula de identidad N° 6.862.516, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos: Marielba Cardona, portador de la cédula de identidad N° 20.314.553 y Morales Gersoll, portador de la cédula de identidad N° 19.977.376, titulado **“PROPUESTA DE UN ELEVADO EN EL DISTRIBUIDOR TABORDA DEL SECTOR EL PALITO, MUNICIPIO PUERTO CABELLO, EDO. CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 19 día del mes de Marzo del año dos mil dieciocho (2018).

Ing. Eycer León Vásquez
C.I.: 6.862.516
San Diego, 2018

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I: EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.2 Formulación del Problema.....	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación del Problema.....	4
1.5 Alcance.....	5
1.6 Limitaciones.....	5
1.7 Delimitación.....	6
II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 Carreteras y caminos.....	8
2.2.2 Capacidad de una carretera o camino.....	9
2.2.3 Factores que afectan la capacidad de una carretera o un camino.....	10
2.2.4 Redes viarias.....	11
2.2.4.1 Redes Interurbanas.....	12

2.2.4.2 Redes Urbanas.....	14
2.2.5 Parámetros del tránsito.....	18
2.2.5.1 Condiciones de la vía.....	19
2.2.5.2 Condiciones del tránsito.....	19
2.2.5.3 Condiciones ideales.....	19
2.2.5.4 Condiciones de congestión.....	20
2.2.5.5 Vías de flujo ininterrumpido.....	20
2.2.6 Canal de Incorporación y desincorporación.....	21
2.2.6.1 Canales de aceleración o incorporación.....	21
2.2.6.2 Carriles de desaceleración o desincorporación....	23
2.2.6.3 Enlaces.....	23
2.2.7 Peralte.....	24
2.2.8 Diseño de intersecciones a desnivel.....	26
2.2.9 Señales para control de tránsito.....	28
2.2.9.1 Tipos de señalizaciones.....	28
2.2.9.2 Visibilidad diurna y nocturna.....	29
2.2.9.3 Forma.....	29
2.2.9.4 Colores.....	30
2.2.9.5 Colocación.....	30
2.3 Definición de Términos Básicos.....	30
III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de la Investigación.....	34
3.2 Nivel de Investigación.....	35
3.3 Diseño de la Investigación	35
3.4 Población.....	35
3.5 Muestra.....	36
3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	36
3.7 Fase Metodológica.....	37

IV: RESULTADOS

4.1 Diagnostico de la situación actual.....	39
4.2 Diseño del trazado geométrico del proyecto.....	40
4.3 Identificación de los parámetros óptimos de diseño en base a la capacidad y el trazado geométrico del elevado propuesto para el mejoramiento de la movilidad y agilizar el flujo vehicular.....	45
4.3.1 Directrices fundamentales del trazado: Velocidad de Proyecto y Radio mínimo.....	45
4.3.2 Elementos geométricos del trazado (genérico)...	46
4.3.2.1 Alineamiento Horizontal.....	46
4.3.2.2 Alineamiento Vertical.....	53
4.4 Conclusiones y Recomendaciones.....	55
REFERENCIAS.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pag.
1 Efecto del ancho de carril en la capacidad de diseño de las vías.....	11
2 Efecto de los vehículos pesados en la capacidad de diseño de las vías.....	11
3 Distribución típica de los sistemas funcionales urbanos.....	17
4 Rango de aceleración en canales de acceso.....	22
5 Rango de desaceleración en canales de acceso.....	22
6 Sección de media vía.....	45
7 Sección completa de la vía.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pag.
1 Tramo en rojo (750 mts).....	6
2 Canales de desincorporación.....	23
3 Tipo de conexiones.....	24
4 Transición de Peralte	25
5 Vista aérea general de la zona del trazado.....	40
6 Cuadro para establecer especificaciones del polígono.....	41
7 Vista del polígono cerrado.....	41
8 Cuadro para configurar la sincronización de posición.....	42
9 Curvas de nivel.....	43
10 Plano actual de el palito.....	43
11 Vista aérea del palito y adyacencias.....	44
12 Sección transversal de la vía.....	46
13 Vista del tramo elevado propuesta.....	48
14 Vista de la poligonal.....	48
15 Vista de la curva clotoide #1 y curva simple #2.....	51
16 Perfil longitudinal del elevado.....	52
17 Vista de planta, vialidad y puestos de estacionamiento.....	53
18 Señalización vial para el elevado El Palito.....	53
19 Progresivas del elevado.....	54
20 Ubicación de las columnas del elevado.....	54



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

**Propuesta de un elevado en el distribuidor Taborda del sector El Palito,
municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo.**

Autores: Cardona Marielba

C.I. 20.314.553

Morales Gersoll

C.I. 19.977.376

Tutor: Ing. Eycer León V

C.I.:6.862.516

Fecha: Julio, 2017

RESUMEN

El propósito de la presente investigación tiene como objetivo principal elaborar un elevado para la vialidad de la avenida El Palito, Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Venezuela. Esta investigación estará basada en el mejoramiento del nivel de servicio con respecto a la afluencia vehicular, con un elevado que para el siguiente estudio dispondrá de aproximadamente 750 m de longitud, el mismo contará con un canal y un hombrillo por cada sentido, beneficiando a los habitantes de la zona, pues el tramo a construir servirá de enlace directo entre la av. El palito y la autopista Valencia-Puerto Cabello, y que a su vez plantea una mejora de aparcamiento en el nivel inferior del mismo. Metodológicamente será un proyecto factible con una investigación de campo y de nivel descriptivo.

Descriptor: Diseño Geométrico, Transito, Transporte, Vialidad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el país muchas de las obras de vialidad muestran deficiencias, en cuanto al criterio de diseño, proyección a futuro, seguridad, acabados, entre muchas otras cosas; haciendo que el tránsito por dichas vías no sea del todo confortable. Una estrategia para la solución del caos vehicular es apuntar al diseño de espacios que se denominan como vialidad, respetando todos los criterios normativos, siendo necesaria una dotación de elementos que satisfagan las exigencias del usuario, prestándole diferentes usos y funciones. De igual manera debe ser la relación con el usuario, ya que debe responder a las necesidades específicas de los habitantes de la zona y de las actividades que estos desarrollen en el sitio, por lo que el presente proyecto factible plantea como objetivo la propuesta de un Elevado para la Vialidad de la Avenida El Palito, Tramo de aproximadamente 750 mts. desde el distribuidor Tabordavía Autopista Valencia-Puerto Cabello.

La presente investigación está estructurada en 4 (cuatro) capítulos.

- Capítulo I: El problema que presenta la justificación de la investigación, así como también los objetivos y alcances al cual estará proyectado.
- Capítulo II: Expone todas las bases teóricas, formulas e hipótesis las cuales sustentan esta investigación para el diseño geométrico de un elevado.
- Capítulo III: Hace referencia al tipo de investigación, recursos utilizados para realizar el diseño geométrico de un elevado.
- Capítulo IV: Se muestran los resultados que se utilizaron para obtener un buen diseño del elevado propuesto y los criterios que se tomaron para tener un buen desarrollo del mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Desde el inicio de la historia el hombre se ha visto en la necesidad de trasladarse de un lugar a otro por razones lógicas como lo son búsqueda de un mejor hábitat para mejorar las condiciones de vida, búsqueda de alimentos, disfrutar de mejores condiciones climáticas, etc. En un principio el hombre comenzó a implementar vías de carácter rudimentario en las que no se proyectaban ningún tipo de cálculo ni mucho menos se tenían consideraciones acerca de condiciones climáticas, de terreno, entre otras. Pero con el pasar del tiempo y el avance de la tecnología hubo un desarrollo incipiente en las mismas pues se fueron realizando de manera más elaborada, estas buscaban la comodidad y el fácil acceso de un lugar a otro, pero se encontró con numerosas dificultades en este proceso, pues para la época distintas maquinarias y materiales no estaban plenamente desarrollados entonces esto imposibilitaba la circulación por ciertas vías. También se encontró con dificultades geográficas que en muchos de los casos hicieron que el mismo se las ingeniara para resolver las problemáticas y otros factores importantes que el hombre se encontró en su búsqueda constante por desplazarse fue la presencia de cuerpos de agua, esto en principio originó muchas dificultades que hicieron que el hombre se viera obligado a utilizar vías alternas o en la mayoría de los casos inventar medios de transportes diferentes para poder lograr los objetivos que se proponía.

Sin duda, las vías de comunicación fueron los primeros signos de civilización avanzada, los mesopotámicos fueron unos de los primeros constructores de carreteras de tierra y siguieron los chinos los cuales desarrollaron un sistema de carreteras de piedra y construyeron la ruta de la seda; los Romanos fueron los primeros en construir las carreteras de forma científica basada en cálculos con simple fórmulas de

Física tomando en cuenta como factor principal la gravedad, por eso es que su técnica fue tan elaborada que persistiría a lo largo de dos mil años. Las Comunidades indígenas Latinoamericanas a unos trescientos años antes de la llegada de los colonizadores españoles también jugaron un papel bastante importante ya que ellas desarrollaron vías de transporte como carreteras con la diferencia de que no eran consideradas vías como tal ya que esas civilizaciones desconocían la existencia de la rueda. Ya hablando en materia más focalizada en Venezuela el desarrollo de las vías terrestres ha sido un asunto que data a finales del siglo XIX, las escasas carreteras que existían a principios del Siglo XX servían para transportar vehículos entre muy pocas ciudades y se carecía de conexión entre unas y otras. La importancia de la implementación de este proyecto para la comunidad es necesaria para las personas de la misma, debido al alto tráfico que se ven en constante movimiento por distintas razones como lo son laborar, estudiar, relacionarse, recrearse, además de esto se abrirán nuevas puertas en el área comercial como lo son negocios que estarán en contacto directo con las personas que circularan la vialidad. Por estas razones se propone la ejecución de una propuesta que tendrá como consecuencia un beneficio de mejorar las condiciones de movilidad, este será el diseño de un elevado para la mejor circulación de vehículos automotores, que facilitara y hará posible el desplazamiento cómodo tanto de las personas que habitan la zona y zonas adyacentes como de las que están únicamente buscando un próximo destino.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede mejorar la fluidez del tráfico en el sector El Palito, Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de un elevado de vialidad desde el distribuidor Taborda en la Avenida El Palito, tramo de aproximadamente (750m), Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual del sector El Palito, Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Venezuela.
- Evaluar el alineamiento Horizontal y Vertical.
- Establecer la ubicación de las señalizaciones y demarcaciones necesarias en el nivel inferior y superior al elevado propuesto, Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo, Venezuela.
- Establecer las diferentes vistas del elevado propuesto.

1.4 Justificación del Problema

El motivo por el cual se está realizando esta propuesta es por el mejoramiento de los servicios en la infraestructura vial y así poder dar mejor fluidez a los usuarios de dicha arteria vial, que con frecuencia lo usan temporaditas vacacionales a la par con habitantes de la ciudad de Puerto Cabello que laboran en Valencia o viceversa y además vehículos de carga pesada con mercancías provenientes del puerto. Entonces este será provechoso para la comunidad y los sectores adyacentes una vez culminado el cual deberá pasar por una etapa de factibilidad técnica-económica. En la red de infraestructura vial de un país influye en muchos aspectos, pero unos de los principales son sociales y económicos, con esto ellos tienen capacidad de extender la comercialización, traslado de personas en sus vehículos particulares y distribución de productos a lo largo del territorio como también el traslado de personas de una población a otra.

En la actualidad la demanda de vías cada vez es más grande por el hecho de que aumenta la población y al mismo tiempo ha habido y seguirá habiendo un aumento en el parque automotor, por esto la mayoría de las vías actualmente construidas están colapsadas y no cubren con la demanda. En el Estado Carabobo por ser punto de enlace de occidente a oriente y de norte a sur, existe mucha problemática como lo son la ausencia de vías en condiciones idóneas y además el congestionamiento de la misma debido al alto volumen del tráfico vehicular, el poco espacio para aparcar

debido la existencia de los comercios formales e informales; por esto es necesario la propuesta de un elevado en el sector El Palito, la cual debe adecuarse a las normas técnicas y planes de desarrollo urbano, la cual permita solventar la problemática que se presenta en la actualidad.

1.5 Alcance

El fin de este proyecto a realizar es resolver la problemática que representa el congestionamiento vial en el sector el palito. Además de observar cuales serían las consecuencias positivas que puede significar la implementación de un elevado en esta vialidad, realizando su proyección con el fin de proveerle a la comunidad los servicios necesarios e indispensables.

Para el cumplimiento de esta actividad, se hará uso de las siguientes estrategias:

- Recopilación de información de naturaleza técnica (relieve, hidrología, geológica, entre otros), e información de interés social (demografía, estatus socioeconómico de los habitantes actuales y futuros, necesidades actuales y futuras, etc.)
- Visitas de campo donde será ejecutada la obra.
- Levantamiento topográfico. En un principio, se realizará el levantamiento topográfico a escala adecuada, de todos los elementos presentes a lo largo de una franja de dimensión a serdefinida según los requerimientos del proyecto, a fin de determinar la mejor zona para la ubicación del elevado vial.

1.6 Limitaciones

Las limitaciones que posee este proyecto son la fallas a nivel de catastro y la falta de políticas públicas al permitir construcciones sin control alguno, como también la dificultad para acceder a estudios topográficos, de suelo, de catastro, etc. Por ser una zona muy transitada y a pesar de tener más de una década de fundada se encuentra poco establecida, además de poseer falta de estudios de tránsito que son esenciales a la hora de buscar proyectar una vialidad bajo los parámetros normativos de diseño.

1.7 Delimitación

La proyección de este elevado en diseño, solo estará contemplado en la zona del sector El Palito, desde el distribuidor Taborda hasta aproximadamente 750 mts, donde comienza la autopista Valencia- Puerto Cabello del Estado Carabobo, (ver figura 1).



Figura 1: Tramo en rojo (750 mts)

Fuente: Google Earth

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En el trabajo de grado de Guerra (2013) titulado **“Diseñar un plan de Mantenimiento Correctivo-Preventivo vial Programado de la Autopista Francisco Fajardo, Tramo Caricuao-Puente Los Leones. Caracas”** presentado por ante la Facultad de Ingeniería de la UNE - Universidad Nueva Esparta, como requisito para optar al título de Ingeniero Civil y que tuvo como objetivo general la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo-correctivo vial programado de la Autopista Francisco Fajardo, tramo Caricuao-Puente Los Leones entre las progresivas 0+000 y 7+000, separados en ambos sentidos por el Rio Guaire.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio fue de tipo exploratorio y con diseño de campo, en el cual se evaluaron las condiciones actuales de la vía por medio de inspecciones de campo usando planillas, memoria fotográfica e investigación de campo usando documentación técnica, para determinar los parámetros de ingeniería civil para realizar un plan de mantenimiento eficiente de dicha vía, para corregir los daños en el pavimento, deterioro de defensas, señalización y drenajes longitudinales y se garantice la seguridad de los usuarios y la buena circulación del tránsito automotor.

Perdomo, A. (2012) realizado en la Universidad José Antonio Páez **“Propuesta para reducir el congestionamiento vehicular presente en la carretera nacional Guácara - Los Guayos (Tramos comprendido entre las dos entradas de la urbanización Ciudad Alianza)”** para optar al título de ingeniero civil; El presente tiene como objetivo principal proponer soluciones y determinar las causas del congestionamiento vehicular presente en la carretera nacional Guácara- Los Guayos.

El problema es ocasionado por el alto volumen de tráfico en función del

crecimiento de la población del municipio y el diseño de la vía en estudio. Con el fin de corregir el grave problema de tráfico vehicular suscitado en esta importante carretera nacional, realizaron un análisis de la situación en base a las características actuales que presenta el tránsito y la carretera en sí, identificaron los problemas y sus procedencias, para finalmente exponer un conjunto de soluciones reales, destinadas a mejorar el congestionamiento vehicular.

De esta investigación se va a tomar en cuenta las causas y soluciones del congestionamiento vehicular que presenta actualmente el Sector El Palito, en el tramo pasando el distribuidor Taborda vía Autopista Valencia-Puerto Cabello y también sirve para evaluar la modificación vial que se plantea en dicha investigación.

Así mismo Betancourt G. (2012) “**Poblamiento y organización del espacio territorial venezolano**” explica como desde 1920 hasta 1945 la población comienza crecer más rápidamente y a distanciarse de la curva de crecimiento de la población mundial; en 25 años aumento en un 55% lo que, comparado con el periodo anterior, significa una diferencia notable; en cambio, la población mundial en este periodo solo logra aumentar un 20%. Venezuela cambia su estructura económica; deja de ser un país mono productor agropecuario para convertirse en un país mono productor minero, cuya fuente fundamental de ingresos es el petróleo. De esta manera se ve evidenciado el crecimiento poblacional del país afectando así, no solo las vías de comunicación, sino también, todo el orden social y político del país. Es por ello que se debe estar en constante mejoramiento de los servicios del país para no entrar en ningún tipo de desuso que pueda perjudicar a la población.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Carreteras y caminos

En Venezuela, la clasificación de los caminos o carreteras está incorporada en el Reglamento de la Ley de Transporte y Tránsito Terrestre de 1998, aún vigente, que dispone en su artículo 231 que las carreteras son de tipo convencional, que engloban aquellas vías pavimentadas que no reúnen las características propias de las autopistas, vías expresas, ni vías rápidas; mientras que las carreteras son las vías destinadas al

tránsito automotor de carácter extraurbano. A su vez, se consideran vías rápidas, las carreteras de una sola calzada, con limitación total de acceso a las propiedades colindantes; tampoco cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso; por otra parte, las vías expresas, no reúnen las características de una autopista, pero tienen calzadas separadas para cada sentido de circulación y limitación de accesos a propiedades colindantes, e igual que las vías rápidas, no cruzan a nivel ninguna otra senda, vía, línea de ferrocarril, ni son cruzadas a nivel por vías de comunicación o servidumbres de paso. Finalmente, las autopistas son consideradas como vías especialmente diseñadas para altas velocidades de operación, con los sentidos de flujo aislados por medio de separador central, sin intersecciones de nivel y con el control total de accesos.

2.2.2 Capacidad de una carretera o un camino

La capacidad de un camino, también llamada capacidad práctica de trabajo de un camino es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original, tomando en consideración que con el pasar del tiempo un camino puede llegar a un grado de saturación vehicular que le impida el manejo eficiente de los volúmenes de tránsito que originalmente tenía previstos alojar en su diseño, de modo que requiera la construcción de un camino paralelo o el mejoramiento del diseño original.

Sobre la capacidad teórica, la misma según Crespo (op.cit) “Ha sido determinada tomando en cuenta velocidades promedio entre 70 y 80 kph y separaciones entre vehículos de aproximadamente 30 m” (p.13) lo cual ha generado una capacidad de casi 2000 vehículos por hora, usando como forma de cálculo la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1,000 V}{S}$$

Donde V es la velocidad media de los vehículos en el momento determinado para la medición y S es el intervalo medio entre los vehículos. Este es el parámetro

que ayuda a determinar el congestionamiento de una vía, cuando al hacer el recuento de volúmenes de tránsito en ciertas horas del día y en condiciones de saturación tan altas, que se evidencia el detenimiento del flujo vehicular.

El autor mencionado asegura que el Departamento de Caminos Federales de Estados Unidos refiere como capacidad máxima total de un camino de dos carriles los 900 vehículos totales por hora y por ambos carriles en las condiciones ideales de operación; a saber: dimensiones de 3,65 m de ancho cada uno, pendiente y alineamiento adecuado, entre otras.

2.2.3 Factores que afectan la capacidad de una carretera o un camino

La capacidad práctica de una carretera es determinada en condiciones ideales de operación, tales como sección, alineamiento, condiciones de visibilidad, clima, entre otras cuya variabilidad resulta impredecible y por ende no constantes, de tal manera que afectan la capacidad de la vía y la pueden reducir considerablemente; sin embargo, los factores o elementos que se ha determinado, según Crespo (op.cit) que afectan la capacidad de las carreteras son el ancho de la sección, la visibilidad, la pendiente, el ancho de los hombrillos (acotamientos); el porcentaje de vehículos pesados en la vía y la obstrucción lateral. En la siguiente tabla presentada por Crespo (op.cit) citando estudios de la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO, por sus siglas en Inglés) se observa el efecto que tiene el ancho de sección transversal en la capacidad práctica de una vía, tomando en consideración que el ancho de carril tomado para determinar la capacidad práctica de una carretera fue de 3,65 metros, aun cuando dicho valor no es constante, pudiendo existir anchos de 3,05 metros, (ver tabla 1).

En cuanto a la visibilidad y a la pendiente, al autor citado asegura que estos parámetros se vinculan muy cercanamente con el alineamiento y la velocidad del proyecto, observando que su relación afecta de forma directa la capacidad, por virtud de las condiciones implícitas en las dos primeras. Por su parte, el efecto de los hombrillos o bermas sobre la capacidad práctica, es evidente atendiendo al hecho de que un hombrillo sin el ancho adecuado puede causar que un vehículo accidentado

Tabla1. Efecto del ancho de carril en la capacidad de diseño de las vías

EFFECTOS DEL ANCHO DEL CARRIL		
<i>Ancho del carril en metros</i>	<i>Vehículos por hora, total en la caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad con respecto a la sección optima</i>
3,65 optima	900vxh	100%
3,35	774vxh	86%
3,05	693vxh	77%
2,75	630vxh	70%

Fuente: Crespo (2011)

detenido por emergencia obstaculice parte o la totalidad de un carril, representando un peligro para la circulación de los demás vehículos, por lo que dichos valores son recomendados en función del tipo de camino a diseñar y la topografía del terreno que este atraviesa. Finalmente, el efecto de la circulación de los vehículos pesados en la capacidad práctica de la vía, también resulta evidente, considerando que mientras más anchos son estos vehículos y más lento circulan, aunado a la topografía ondulada o planicie del terreno, mas impactan en dicha capacidad. Ver tabla 2 presentada por Crespo (op.cit).

Tabla 2.Efecto de los vehículos pesados en la capacidad de diseño de las vías

EFFECTOS DE LOS VEHICULOS PESADOS				
<i>Porcentaje de vehículos pesados con relación al tránsito total. Caminos de dos carriles</i>	<i>Terreno Plano</i>		<i>Terreno ondulado</i>	
	<i>Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora</i>	<i>Vehículos por hora, total en caminos de dos carriles</i>	<i>Porcentaje de la capacidad en vehículos por hora</i>
0	900	100	900	100
10	800	89	640	71
20	710	79	500	55

Fuente: Crespo (2011)

2.2.4 Redes Viarias

Se denomina red vial al conjunto de caminos y carreteras que existen en un área determinado de una ciudad, una región o una nación que permiten desplazamientos a

los vehículos entre dos puntos de la misma, enlazando además dicha región con el resto de las vías exteriores que las circundan. Básicamente, se puede diferenciar tres grandes tipos de redes, las redes viarias urbanas, las redes interurbanas y las redes rurales.

2.2.4.1 Redes Interurbanas

Predomina el tráfico de vehículos a motor en detrimento del peatonal, las vías interurbanas, comúnmente conocidas como carreteras, pueden definirse como aquellas vías de dominio y uso público concebidas, proyectadas y construidas para la circulación exclusiva de vehículos automóviles. Este tipo de redes son empleadas para realizar trayectos largos, sirviendo únicamente como vías de paso.

· Clasificación tipológica de las vías interurbanas.

Puede establecerse una clasificación de las vías interurbanas en función de las características y exigencias bajo las cuales han sido proyectadas se distinguen cuatro tipos de carreteras: autopistas, autovías, vías rápidas y carreteras convencionales.

1. **Autopistas:** Son carreteras con calzadas separadas para los dos sentidos de circulación, cada una de ellas con dos o más carriles, sin cruces de nivel. Es una vía vehicular de tipo troncal o colectora que cuenta con una separación o isla como refugio peatonal que impide el paso entre los carriles de dirección contraria.

Para poder ser calificada como autopista, una vía de circulación debe reunir las siguientes características:

- Dos bandas de circulación, una para cada sentido, separadas entre sí por una franja ancha de terreno o por vallas de protección.
- Al menos dos carriles de circulación en cada banda.
- Arcenes laterales en cada banda, para que un vehículo pueda detenerse en caso de emergencia sin obstaculizar el tráfico.
- Curvas poco pronunciadas para que los vehículos no tengan que aminorar la marcha al circular por ellas.

- Ausencia de cruces a nivel, que se resuelven mediante pasos superiores o inferiores.
 - Las intersecciones se resuelven a distinto nivel mediante enlaces.
 - Entradas y salidas con carriles, separados de los principales, de desaceleración y de aceleración para que los vehículos que salen o entran en la autopista cambien su velocidad fuera de ella.
 - Las salidas y entradas están situadas casi siempre en el lado derecho en el sentido de la marcha, ya que el carril izquierdo es el de adelantamiento y, por lo tanto, el más rápido.
 - El acceso a los inmuebles colindantes con la autopista no se realiza directamente desde la misma a menos que se utilicen entradas y salidas como las antes descritas. En las zonas urbanas es habitual la existencia de calles paralelas situadas a cada lado denominadas "vías de servicio" o "colectoras" que permiten el acceso a los inmuebles que limitan con la autopista sin perturbar el tránsito de la misma
2. **Autovías:** Se definen como vías de características análogas a la autopista que, no reuniendo todas las características exigibles a aquella, cumplen una serie de requisitos como:
- Disponer de distintas calzadas para cada sentido de circulación.
 - No crucen a nivel ninguna otra vía, línea de ferrocarril o de tranvía.
 - No son cruzadas a nivel por sendas o servidumbres de paso.
 - Tiene limitación de acceso a propiedades colindantes.
 - Pueden estar señalizadas como tales.
3. **Vías Rápidas:** Son carreteras que, constanding de una sola calzada para ambos sentidos de circulación, cumplen las siguientes prescripciones:
- No son cruzadas a nivel por sendas o servidumbres de paso.
 - Pueden estar señalizadas como tales.
 - Tienen limitación de exceso a propiedades colindantes.
 - No cruzan a nivel ninguna otra vía, línea de ferrocarril o tranvía.

4. **Carreteras Convencionales:** Son las que generalmente constan de dos carriles, uno para cada sentido de circulación, con intersecciones de nivel y accesos directos desde sus márgenes. Este grupo es el más heterogéneo, encontrándose en él carreteras bien proyectadas geométricamente, que posibilitan altas velocidades, y otra de trazado más estricto por las que circula un tráfico escaso y a velocidades más reducidas

· **Clasificación funcional de las vías interurbanas**

1. **Carreteras nacionales:** Llamadas también carreteras principales, conforman las arterias de la red viaria, uniendo entre sí todos los centros de actividad del país. Su objetivo principal es posibilitar un tráfico a larga distancia, y un acceso parcial a los terrenos contiguos a la vía.

2. **Carreteras regionales:** Son conocidas también como carreteras secundarias. Enlazan los principales centros de actividad de una región, pudiendo considerarse como una ramificación de las carreteras nacionales. Su tráfico es predominante de corta o media distancia, y sus accesos son más numerosos.

3. **Carreteras locales:** Son las que permiten el enlace entre pequeñas localidades y las carreteras de mayor rango; su tráfico está compuesto por los vehículos que realizan recorridos cortos entre poblaciones cercanas, y su influencia es meramente local.

4. **Carreteras vecinales:** Conforman el tejido capilar de toda red viaria. Su misión se limita únicamente a comunicar una o varias propiedades particulares entre sí y permitir el acceso a ellas desde las vías locales. Muchas de estas vías no cumplen las características mínimas, estando algunas de ellas incluso sin pavimentar.

2.2.4.2 Redes Urbanas

Están formadas en su mayor parte por calles que permiten la circulación tanto de vehículos como de peatones, empleando para ello infraestructuras diferenciadas.

Predominan las intersecciones, así como los puntos de acceso desde los edificios colindantes, también se pudieran llamar redes de corta distancia.

· **Clasificación funcional de sistemas viales en áreas urbanas:**

1. **Sistema de arterias urbanas principales:**

- Sirve a los mayores centros de actividad de las áreas urbanas.
- Son los corredores con los más altos volúmenes vehiculares.
- Sirve a los deseos de viajes más largos.
- Lleva una alta proporción de la totalidad de los viajes urbanos.
- Normalmente constituye un pequeño porcentaje de la red vial total de la ciudad.
- Este tipo de sistema incluye autopistas y arterias principales con control de acceso parcial o sin control de acceso.

2. **Sistema de arterias urbanas menores:**

- Se interconecta y complementa el sistema anterior.
- Incluye todas las arterias no clasificadas como principales.
- Ofrece menos movilidad de tránsito que el sistema anterior.
- Pudiera servir a rutas de autobuses.
- Normalmente provee continuidad entre comunidades.
- No penetra vecindarios.

3. **Sistema de colectores urbanos:**

- Provee acceso y circulación de tránsito dentro de vecindarios residenciales, áreas comerciales e industriales.
- Este sistema colecta el tránsito y lo canaliza hacia el sistema de vialidades principales y hacia el sistema de calles locales.

4. **Sistema de calles locales:**

- Sistema que permite el acceso directo a los generadores de viajes, conectándolos con los sistemas de vialidades superiores
- Ofrece el nivel más bajo de movilidad

- No debería servir a rutas de autobuses.

En el cuadro 1 se muestra la distribución típica de los sistemas funcionales urbanos:

· **Clasificación jerárquica de las vías urbanas:**

Al igual que las vías interurbanas, también puede establecerse una clasificación jerarquizada de las distintas clases de vías que conforman una red urbana. Atendiendo a su función pueden clasificarse, de mayor a menor importancia en: vías primarias, vías colectoras y vías locales.

1. **Vías primarias:** Diseñadas para canalizar los movimientos de larga distancia, cumplen funciones de conexión y distribución de los vehículos que acceden a la ciudad o la atraviesan sin detenerse en ella. Las vías primarias urbanas son de distintos tipos según sean las condiciones impuestas por las intensidades y tipo de tráfico que alberguen, así como por el medio físico atravesado. Pueden distinguirse en dos grupos: vías convencionales y vías no convencionales.
2. **Vías Colectoras:** Se encargan de recoger y distribuir el tráfico proveniente de o con destino a las vías locales. La mayor parte del tráfico realiza recorridos cortos, no teniendo su origen o destino en dicha vía, aunque se debe permitir el acceso a los edificios adyacentes. Las intersecciones con vías locales y colectares son a nivel, aunque es necesario regularlas convenientemente tanto las intersecciones como el resto de la vía mediante semáforos o dispositivos análogos.
3. **Vías Locales:** Utilizadas generalmente por vehículos cuyo punto de origen o destino se encuentra en ellas, siendo los recorridos realizados cortos y a pequeña velocidad. La principal finalidad de este tipo de vías es permitir el acceso a los edificios existentes en sus márgenes. Las intersecciones son a nivel, y raramente están semaforizadas, al ser poco importante su regulación.

· **Condicionantes geométricos para las vías urbanas**

La poca disponibilidad de espacio, la necesidad de adecuarse al entorno, la funcionalidad y los criterios económicos son algunos de los factores que limitan el trazado de una vía urbana, entre las cuales tenemos:

1. **Condicionantes funcionales de la vía:** Son todos aquellos factores que afectan de un modo directo o indirecto a la movilidad de los vehículos que circulan por dicha vía. Básicamente se divide en dos clases:
 - Impuestos por el itinerario en el que se encuentra el tramo de vía a proyectar, como puede ser su paso obligado por determinados puntos.
 - Aquellos condicionados por la longitud del viaje, la intensidad y el tipo de vehículo que circula por lavía.
2. **Restricciones impuestas por el medio atravesado:** La topografía de la zona y los distintos elementos integrantes del paisaje urbano no permiten la libre elección de un trazado óptimo, reduciendo las posibles soluciones. Se distingue dos tipos de restricciones:
 - Las causadas por el medio físico, el medio edificado o el planeamiento urbanístico, que derivan en la aparición de zonas prohibidas de paso.
 - Las restricciones derivadas del impacto ambiental sobre el medio y sobre todo, sobre la población de la zona afectada (Ver tabla 3).

Tabla 3: Distribución típica de los sistemas funcionales urbanos

SISTEMAS	VOLUMEN DE VIAJES (%)	KILOMETROS (%)
Arterial Principal	40 -65	5 -10
Arterial Principal + ArterialMenor	65 -80	15 -25
ColectoresUrbanos	5 -10	5 -10
Calles Locales	10 -30	65 -80

Fuente: Manual de Carreteras Bañon L. y Bevia J.

3. **Costes de construcción:** Como en toda actividad mínimamente planificada, es necesario un estudio de costes de las diferentes alternativas posibles, debe hacerse hincapié en que actualmente, el criterio económico no lo debe ser todo en el proyecto de carreteras, muchas veces es conveniente realizar un mayor gasto en pro de mejorar otros factores de tipo social o ambiental.

2.2.5 Parámetros del tránsito

- **Volumen:** Número de vehículos que pasan sobre una sección de vía durante un período de tiempo.
- **VDPA:** Volumen Diario Promedio Anual = Volumen Anual Total /365
- **VDP:** Volumen Diario Promedio = Volumen Total en “N” días / “N” días
- **Volumen en Hora Pico:** Número de vehículos que pasa sobre una sección de vía durante 60 minutos consecutivos.
- **Tasa de flujo:** Expresión horaria del número de vehículos que pasa por una sección de vía durante un período menor a una hora.
Por ejemplo, si se cuentan 50 vehículos pasando por una sección de vía durante un período de 15 minutos, la tasa de flujo es 200 vehículos/hora (50 x 4) (15 x 4 = 60 min = 1 hora).
- **Factor de Hora Pico:** Relación del volumen de la hora pico a la tasa de flujo máxima dentro de la hora pico.

$$FHP = \frac{\text{Volumen en la Hora Pico}}{4}$$

- **Velocidad de viaje:** Distancia total recorrida dividida por el tiempo requerido para recorrerla.
- **Velocidad de viaje Promedio:** Distancia total recorrida por todos los vehículos en el flujo de tránsito, dividida por el tiempo de viaje total para todos los vehículos.
- **Velocidad de diseño:** Velocidad máxima (segura) que se puede mantener sobre una sección específica de vía cuando las condiciones son lo suficientemente favorables para que las características de diseño de la vía gobiernen la operación del vehículo.
- **Densidad:** Número de vehículos ocupando una sección de vía.
- **Capacidad:** Para las vías expresas, es la máxima tasa de flujo sostenida por 15 minutos a la cual el tránsito pasa por una sección determinada en una dirección. La capacidad de una vialidad se ve afectada por ciertas condiciones que se conocen como prevalecientes. Estas son condiciones de la geometría de la vía y de las características del tránsito.

2.2.5.1 Condiciones de la vía:

- Número y ancho de canales
- Obstrucciones laterales
- Velocidades de diseño
- Pendientes
- Configuración de canales

2.2.5.2 Condiciones de Tránsito:

- Composición del tránsito (vehículos particulares, de transporte, de carga)
- Distribución de canales
- Características de los conductores

Las condiciones ideales para el flujo de vehículos con las cuales la capacidad de la vía es máxima son las siguientes:

2.2.5.3 Condiciones ideales:

- Canales de 3,65 m. de ancho

- Distancia mínima de 2 m. a obstrucciones laterales
- Vehículos particulares
- Usuarios regulares
- Pendientes nulas (0%)

2.2.5.4 Condiciones de congestión: La congestión se produce como el resultado de la demanda de tránsito excediendo la capacidad de la vía.

La capacidad de una vía se determina por secciones de ésta. Depende del número de canales y de la longitud de la sección en cuestión. Para una sección determinada de una vía la capacidad es constante a menos se cambien sus condiciones geométricas.

Mientras la demanda de tránsito sea menor o igual que la capacidad de una sección de vía, hay poca congestión. Sin embargo, en la medida que la demanda vaya aumentando, en función de la tasa de llegadas, y comienza a exceder a la capacidad en un instante de tiempo “t” se forma un “embotellamiento” y los vehículos comienzan a acumularse por detrás del embotellamiento. En algún momento, por las razones de comportamiento de los usuarios, la demanda de tránsito por esa vía embotellada comienza a bajar y luego de un tiempo la cantidad de vehículos acumulados se va disipando, haciendo a la vía nuevamente atractiva a la demanda de tránsito.

2.2.5.5 Vías de flujo ininterrumpido: A continuación se presentan las relaciones matemáticas que describen el flujo de tránsito ininterrumpido.

- **Relación Velocidad – Flujo (Volumen) – Densidad:**

La densidad es el número de vehículos que ocupan una longitud de vía específica en un espacio de tiempo determinado. Se expresa en términos de vehículos por kilómetro (veh/km) e influye en la habilidad que tiene el conductor para maniobrar y cambiar de canales.

$$q = u \cdot k$$

q = tasa de flujo en vehículos por hora (vph).

u = velocidad promedio (kph)

k = densidad (veh/km)

En la relación entre flujo, velocidad y densidad se observa lo siguiente:

- A medida que el flujo crece, la velocidad tiende a decrecer y la densidad se incrementa.
- En el punto donde se alcanza la capacidad, la tasa de flujo es máxima.
- Si las condiciones de operación comienzan a deteriorarse (congestión) con frecuentes paradas (flujo forzado), tanto la velocidad como el flujo comienzan a reducirse, mientras la densidad continúa aumentando.
- La congestión ocurre cuando la velocidad es crítica, la densidad es crítica y la capacidad se ha alcanzado.

- **Relación Velocidad – Densidad:**

$$u = u_r (1 - k / k_i)$$

u = velocidad promedio (kph)

u_r = velocidad de flujo libre (kph) k = densidad (veh/km)

k_i = densidad máxima, completamente congestionado, (veh/km)

- **Relación Flujo – Densidad:**

$$q = u_r (k - k^2 / k_j)$$

q = tasa de flujo (vph)

- **Relación Flujo – Velocidad:**

$$q = k_j (u - u^2 / u_r)$$

2.2.6 Canal de Incorporación y Desincorporación.

Los canales de incorporación y desincorporación son canales diseñados para empalmar dos o más vías.

2.2.6.1 Canales de aceleración o incorporación

Se diseña un carril de aceleración o incorporación para que los vehículos que

deben incorporarse a la calzada principal puedan hacerlo con una velocidad similar a la de los vehículos que circulan por ésta. Los carriles de aceleración deben ser paralelos a la calzada principal.

Se tiene como expresión para el cálculo de la distancia que debe poseer el canal de incorporación o desincorporación los siguientes casos:

Para canales de incorporación:

$$S = (V^2 - V_0^2) / 2a.$$

Siendo:

S: la distancia necesaria para incorporar o desincorporar el tránsito de una vialidad a otra.

V: velocidad de proyecto.

V₀: velocidad final.

a: rango de aceleración o desaceleración dependiendo del diseño. (Tabla 4 y 5).

Tabla 4: Rango de aceleración en canales de acceso.

Rango de aceleración	
Vehículos deportivos	3,5 a 4,5
Vehículos turismo	0,9 a 2,2
Vehículos pesados	0,3 a 0,7

Fuente: Manual de Carreteras Bañon L. y Bevia J. (2000, p. 59).

Tabla 5: Rango de desaceleración en canales de acceso.

Rango de aceleración	
Inicio de frenado	1 a 3
Final de frenado	3,5
Frenado de emergencia	6

Fuente: Manual de Carreteras Bañon L. y Bevia J. (2000, p. 59)

2.2.6.2 Carriles de desaceleración o desincorporación

Tienen por objeto permitir que los vehículos que vayan a ingresar en un ramal de salida o en un ramal de enlace puedan reducir su velocidad hasta alcanzar la de la calzada secundaria o la del ramal de enlace. Su utilidad es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de velocidades (ver figura 2).

- Tipo directo. Está constituido por un carril recto (o curvo de gran radio), que forma en el borde de la calzada principal un ángulo (dos a cinco grados (2° a 5°)) y empalma con el ramal de salida o enlace.
- Tipo paralelo. Es un carril adicional que se añade a la vía principal, con una zona de transición de anchura variable.

Para canales de desincorporación:

$$S = (V_0^2 - V^2) / 2a.$$

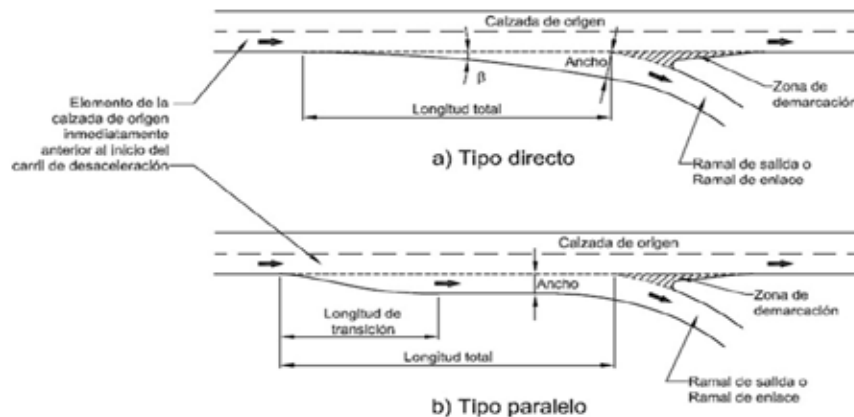


Figura 2: Canales de desincorporación.

Fuente: Diseño geométrico de vías Agudelo J. (2002, p.275)

2.2.6.3 Enlaces

Los enlaces son conexiones entre diferentes vías a distinto nivel. Para materializar este tipo de soluciones, es imprescindible la construcción de estructuras auxiliares que permitan el paso a desnivel de las distintas vías, así como también, usar las existentes si es necesario. Los más usados son puentes o pasos subterráneos. La homogeneidad de soluciones dentro de un mismo itinerario es uno de los aspectos a

cuidar, muchas veces la mayor dificultad de los enlaces es hacerlos de fácil interpretación para los usuarios, siempre dentro de la variedad de situaciones que pueden presentarse a lo largo de dicho recorrido. Por último, reseñar que zonas urbanas, el aspecto estético y de adaptación al entorno es uno de los factores que condiciona la forma y el tipo de enlace adoptado como solución final.

Existen varios tipos de enlaces, mejor conocidos como ramales de enlaces que no son más que cada uno de los tramos que interconectan dos vías, conduciendo los movimientos de los vehículos entre ambas. En función de cómo se produce dicho enlace, se distinguen tres tipos de ramales. En la figura se muestran los diferentes tipos de enlaces (ver figura 3).

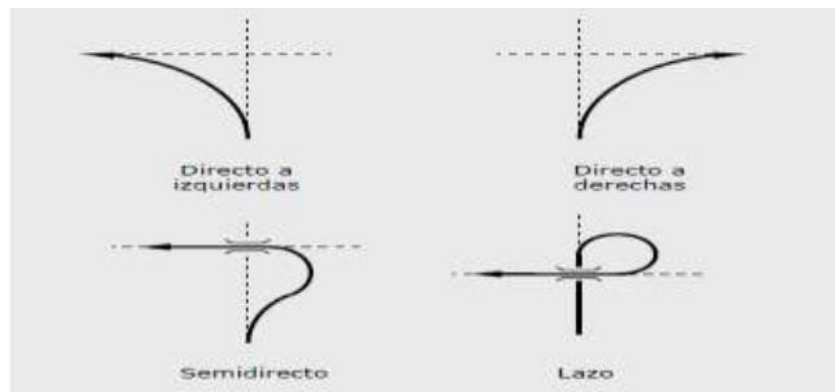


Figura 3: Tipo de conexiones
Fuente: Manual de Carreteras Bañón L. y Bevía J. (2000).

2.2.7 Peralte

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la de una Calzada de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia o fuerza centrífuga, aunque esta denominación no es acertada del Vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente Perpendicular al plano de la vía o de la calzada. El objetivo del peralte es Contrarrestar la fuerza centrífuga que impele al vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar aguas de la calzada, exigiendo una

inclinación mínima.

Por otra parte, la condición de movimiento que se considera óptima para un vehículo en un alineamiento vertical es aquello que corresponde a un movimiento cuya componente horizontal de la velocidad es constante.

En la figura se muestra una vista longitudinal del peralte (ver figura 4)

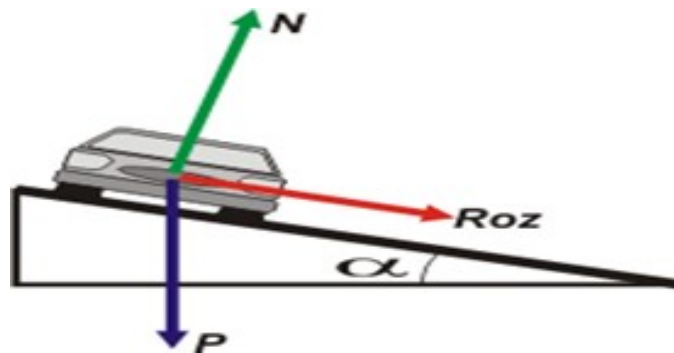


Figura 4: Transición de Peralte

Fuente: Agudelo J. (2001. p.36)

Una curva que no presenta peralte provoca el deslizamiento hacia fuera de la vía y resulta inadecuado porque limita la velocidad en las curvas.

Por otra parte, ha quedado comprobado que cuando mayor sea el peralte asignado a una curva que cruza a la izquierda, mayor es la dificultad de maniobrar en la zona de transición.

· **Transiciones en Peralte:**

A lo largo del tramo de carretera que precede al alineamiento curvo, para pasar de una sección con bombeo a otra con peralte, es necesario efectuar un cambio en la inclinación transversal de la calzada. Este cambio no puede efectuarse bruscamente, sino que debe hacerse a través de un cambio gradual de la pendiente de la calzada, haciéndose llamado transición del peraltado al tramo de carretera en el cual se realiza. Cuando en el proyecto de la carretera se han empleado curvas de transición, la transición de peraltado se realiza conjuntamente con la de la curvatura. En el caso en que no se emplee curvas de transición, la transición del peraltado se realiza en la

tangente y parte de la curva circular.

· **Pendiente:**

Tasa constante de ascenso o descenso de una línea. Se expresa usualmente en porcentaje; por ejemplo una pendiente del 4% es aquella que sube o baja 4 metros en una distancia horizontal de 100 metros. Cuando existen pendientes longitudinales no es conveniente que se anule la transversal, como en algunos casos se hace, porque entonces el agua seguirá la dirección del eje de la vía, deteriorará el firme y podría llegar a molestar el tráfico. Se prescribe, en general, que el agua tenga que recorrer longitudinalmente, como máximo, el doble del ancho de la vía.

· **PendienteMáxima:**

El valor absoluto de la pendiente no puede exceder nunca a un valor máximo especificado. En todo momento se calcula el valor de la pendiente necesaria para alcanzar la cota tentativa, y si este sobrepasa el máximo permitido. La longitud de la pendiente máxima no debe sobrepasar tampoco cierto valor especificado.

Las pendientes máximas a permitir en una carretera, están supeditada a la velocidad del proyecto y a la composición del tráfico.

2.2.8 Diseño de intersecciones a desnivel

Las intersecciones a desnivel tienen como finalidad proveer una solución que permita el cruce de dos o más carreteras o vías situadas a diferentes niveles, para que los vehículos comprometidos puedan realizar los desplazamientos necesarios para el cambio de trayectoria de una carretera a otra, logrando esto con la mínima cantidad de puntos de conflicto posibles.

La construcción del paso a desnivel o intersección a desnivel tiene como propósito el lograr el aumento de la capacidad o nivel de servicio de las intersecciones importantes que cuentan con un alto volumen de tránsito y a su vez cuentan con condiciones de seguridad vial insuficientes, igualmente tienen como propósito mantener las características funcionales de un proyecto vial que fue

desarrollado sin intersecciones a nivel, por ello en su diseño deben satisfacer condiciones de seguridad, visibilidad, funcionalidad y capacidad.

En términos generales, la propuesta de una intersección vial como solución vial depende de diversos factores relacionados, adicionalmente a los ya mencionados, con la topografía del terreno o lugar del proyecto, con las características geométricas de las vías existentes que se cruzan y tal como se mencionó anteriormente, depende de las condiciones de su flujo vehicular. Por lo anteriormente expuesto, según el Manual de Carreteras del MTC (op.cit) generalmente puede, encontrarse varias soluciones para una combinación de situaciones, de ahí que los ingenieros deben proponer alternativas para su evaluación y en función de los resultados obtenidos, podrán seleccionar la alternativa que resulte más conveniente.

· **Criterios generales de diseño geométrico de intercambios de vías a desnivel.**

Con el objeto de lograr el diseño más conveniente, la doctrina en materia de ingeniería vial ha mantenido como criterio general un conjunto de pasos mínimos que deben ser cumplidos para lograr la solución más sencilla y comprensible para los usuarios, que logre satisfacer su necesidad de movilidad y las necesidades del proyecto. Estos criterios pueden condensarse en los siguientes siete pasos:

- **Priorización de los movimientos.** Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios. Esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, reducción de ancho de vía e introducción de curvas de Radio pequeño. Eventualmente, convendría eliminarlos totalmente.
- **Consistencia con los volúmenes de tránsito.** La mejor solución para una intersección vial es la más consistente entre el tamaño de la alternativa propuesta y la magnitud de los volúmenes de tránsito que circularán por cada uno de los elementos del complejo vial.
- **Sencillez y claridad.** Las intersecciones que se prestan a confusiones o hacen dudar a los conductores son inconvenientes; la canalización no debe ser

excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.

- **Separación de los movimientos.** A partir de los resultados de ingeniería de tránsito, según los flujos de diseño determinados para cada caso, puede ser necesario dotar algunos movimientos con vías de sentido único, completándola con carriles de aceleración o desaceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto permiten la colocación de las señales adecuadas. Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos erráticos, que promueven accidentes y disminuyen la capacidad de la intersección.
- **Visibilidad.** La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto debe existir, como mínimo, la distancia de parada.
- **Perpendicularidad de las trayectorias.** Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las mínimas áreas de conflicto. Además, disminuyen los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores que cruzan juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.
- **Previsión.** En general, las intersecciones exigen superficies amplias. Esta circunstancia se debe tener en cuenta al autorizar construcciones o instalaciones al margen de la carretera.

2.2.9 Señales para Control de Tránsito

Son los signos usados en la vía pública para impartir la información necesaria a los usuarios que transitan por un camino o carretera, en especial los conductores de vehículos y peatones.

2.2.9.1 Tipo de señalizaciones

- **Señal vial:** Es un dispositivo para el control del tránsito en calles y carreteras.

- **Señal de Reglamentación:** Es la señal que tiene por objeto, notificar al usuario de las vías de las limitaciones, prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye una infracción.
- **Señal de Previsión:** Es la señal que tienen por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de un peligro y la naturaleza del mismo.
- **Señal de Información:** Es la señal que tiene por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar. Las señales de información a su vez se clasifican en:
 - a) Señales para indicar dirección y para indicar carreteras
 - b) Señales de localización
 - c) Señales de información general.

2.2.9.2 Visibilidad diurna y nocturna

Las señales deberán ser legibles durante las horas del día y de la noche. La legibilidad nocturna se podrá obtener mediante el uso de material refractivo.

2.2.9.3 Forma

- **Para señales de reglamentación:** Las señales de reglamentación deberán de tener forma circular con excepción de la señales de “PARE” y “CEDA EL PASO”. las señales circulares deberán tener los números y símbolos inscritos en un anillo rojo.
- **Para señales de localización:** Deberán tener forma rectangular con la dimensión mayor en posición horizontal.
- **Para señales de información general:** Deberán ser de forma rectangular con la dimensión mayor colocada en posición vertical.
- **Para señales de indicación de dirección y carreteras:** Deberán tener forma rectangular con la distancia mayor en posición horizontal, exceptuando los indicadores de ruta que tendrán una forma especial
- **Para señales de Previsión:** Deberán tener forma cuadrada y deberán colocarse con la diagonal correspondiente en posición vertical, con excepción de las señales de flecha direccional y doble flecha direccional que

son rectangulares.

2.2.9.4 Colores

- **Para Señales de reglamentación:** Los colores utilizados en las señales de reglamentación deberán ser fondo blanco. Orla roja, diagonal roja (cuando la hubiera), símbolo negro y letras negras, con la excepción de la señal “PARE” cuyos colores deberán ser fondo rojo con letras y orla blanca y la señal de “CEDA EL PASO” cuyos colores deberán ser fondo blanco con colores rojo.
- **Para señales de Prevención:** Los colores utilizados en las señales de prevención deberán ser fondo amarillo, símbolo negro y letra negra.
- **Para señales de información:** Los colores utilizados en las señales de información para indicar dirección y carreteras deberán ser; fondo blanco con símbolo y leyenda en negro, a excepción de las vías de alta especificación, incluyendo las vías urbanas, en cuyo caso deberá utilizar símbolo y leyenda en blanco sobre fondo verde
- **Para señales de Información General:** Los colores utilizados en señales de información general deberán ser: fondo azul, símbolo negro sobre un cuadro blanco y la leyenda en color blanco.

Los colores a colocar en las señales de información, prevención y reglamentación serán de acuerdo al manual interamericano.

2.2.9.5 Colocación

Las señales se deberán colocar en un punto tal de manera que aseguren su buena visibilidad tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones particulares de la vía.

2.3 Definición de Términos Básicos

Asfalto: Es un producto negro, viscoso, pegajoso, que por sus propiedades y características tiene actualmente toda una variedad de usos. Por su versatilidad y fácil manejo es ampliamente utilizado en diferentes ramas de la construcción.

Arteria Vial: Su función es la de permitir el movimiento de bienes y personas entre

los grandes generadores y alimentar y dar salida a los vehículos de un sector con el flujo proveniente de otros sectores de la ciudad.

Avenidas: Son las arterias principales de una ciudad que dan acceso a los diferentes urbanismos de la misma.

AutoCAD: Es un programa o software de diseño asistido por computadora en dos o tres dimensiones con el que se pueden realizar dibujos y planos de proyectos.

Berma u Hombrillo: Es la parte de la carretera continua a la calzada, destinada a vehículos detenidos, al tránsito en casos de emergencias y también como soporte lateral de las bases y capa superficial.

Calle: Es la vía de circulación pública por donde transitan personas, vehículos, tranvías, etc. dentro de las poblaciones.

Calzada: La parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos, puede estar compuesta de uno o varios carriles.

Canales: Son carriles que conforman una carretera como tal, dependiendo del tipo de vía se usaran un determinado número de canales.

Capacidad de una vía: Es el volumen máximo que alcanza antes de congestionarse o antes de perder la velocidad estipulada en su diseño original.

Carretera: Adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada.

Cota: Altura medida respecto al nivel de mar.

Circulación: Es el movimiento continuo del tráfico vehicular en espacio y tiempo.

Distribuidores de tránsito: Son dispositivos que se adoptan en la intersección de vías en las cuales los volúmenes de tránsito son grandes y/o las velocidades de operación muy elevadas.

Intersecciones a desnivel: Un tipo de solución que permite el cruce de dos o más carreteras o vías situadas a diferentes niveles.

Demanda: Es la cantidad de vehículos que desean transitar por un espacio físico en un tiempo determinado. Se denota en Veh/h.

Flechas: Las flechas pintadas sobre la calzada indican el sentido de circulación de los vehículos.

Infraestructura vial: Es el conjunto de elementos físicos que conforman toda la estructura vial de la zona.

Líneas longitudinales: Son las que restringen la circulación y ningún vehículo puede o debe circular sobre ella.

Mantenimiento vial: Consiste en prever y solucionar los problemas que se presentan, a causa de su uso, y brindar al usuario el nivel de servicio para el que la vialidad fue diseñada.

Maniobras: Se denominan maniobras, aquellas operaciones mediante las cuales los vehículos divergen, convergen o se cruzan. No son recomendables las maniobras divergentes y convergentes múltiples, por lo que deben evitarse.

Municipio: Es un ente autónomo y constituye la unidad administrativa básica de las provincias y las regiones, a cargo de gran parte de las tareas civiles. Estos se dividen a su vez en circunscripciones y están a cargo de un alcalde electo popularmente.

Pavimento: Es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos. Entre los materiales utilizados en la pavimentación urbana, industrial o vial están los suelos con mayor capacidad de soporte, los materiales rocosos, el hormigón y las mezclas asfálticas.

Proyecto de mejoramiento vial: Conjunto de modificaciones de la geometría y dimensiones originales de la vía con el fin de mejorar su nivel de servicio y adecuada a las condiciones requeridas por el tránsito actual y futuro.

Puntos de conflicto: Los puntos de conflicto son los que se producen cuando una corriente de tránsito se cruza con otra de sentido contrario, cuando convergen dos corrientes o cuando divergen dos corrientes.

Progresiva: Distancia medida en el plano horizontal respecto a un punto de referencia.

Ramales: Carreteras de interés local que interconectan centros poblados de menor

importancia y proveen acceso de éstos a vías principales. Tiene la función de recolectar el tránsito proveniente de los fundos, fincas y sitios aislados.

Vehículo: Es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro de personas o cosas. Cuando se traslada animales u objetos es llamado vehículo de transporte, como por ejemplo el tren, el automóvil, el camión, el carro, el barco, el avión, la bicicleta y la motocicleta, entre otros.

Vida Útil: Es el periodo durante el cual se espera utilizar un activo. En el caso de una vialidad se puede entender como el periodo de tiempo que esta esté en capacidad de prestar un servicio óptimo y aprovechable.

Volumen de Vehículos: Es el número de vehículos que transitan por una calle, avenida o sector en un periodo de tiempo determinado, se expresa en Veh/h.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Este capítulo denominado marco metodológico se toma como la columna vertebral de la investigación, que a decir de Sabino (1992) abarca la secuencia de pasos y eventos necesarios para lograr los objetivos tanto general como específicos propuestos al inicio de la investigación, igualmente en esta etapa el investigador refiere con claridad las herramientas que ha considerado necesarias, adecuadas y oportunas para dar una solución concreta al problema y describir de forma concreta la manera en que el autor dará continuidad a la investigación luego de haber formulado los postulados teóricos que la sustentan.

3.1 Tipo de la Investigación

El presente se considera una investigación de un proyecto tipo factible, debido a que este no es más que una propuesta viable, destinada atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico.

Se denomina Proyecto Factible a la elaboración de una propuesta viable, destinada a atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico. El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador, (2003), plantea:

“Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos. El proyecto debe tener el apoyo de una investigación de tipo documental, y de campo, o un diseño que incluya ambas modalidades. (p. 16)”

Del mismo modo, Arias, (2006), señala:

“Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización. (p. 134)”

En fin, todas las anteriores coinciden en que los proyectos factibles consisten en un plan de acción que busca facilitar o dar solución a un problema puntual que ocasiona una incomodidad.

3.2 Nivel de Investigación

El nivel de investigación es de naturaleza descriptiva puesto a que la misma explica cada uno de los procesos que se ejecutaran para la realización del diseño y replanteamiento de la zona en estudio. Según Tamayo y Tamayo (1991):“Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos”teniendo como objetivo entender el impacto que tendría la implementación de elevado en la zona del sector El Palito, desde el distribuidor Taborda hasta aproximadamente 750 mts, donde comienza la autopista Valencia-Puerto Cabello del Estado Carabobo.

3.3 Diseño de la Investigación

Según Arias (2006) El diseño de investigación “Es aquel que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos”

El diseño de investigación es el plan y a la estructura de un estudio. Es el plan y estructura de una investigación concebidas para obtener respuestas a las preguntas de un estudio. El diseño de investigación señala la forma de conceptualizar un problema de investigación y la manera de colocarlo dentro de una estructura que sea guía para la experimentación (en el caso de los diseños experimentales) y de recopilación y análisis de datos.

3.4 Población

En la siguiente investigación, la población o sea los usuarios que circularan por el sector el Palito, delimitada por el número de vehículos que utilicen la misma como

vía de paso para llegar a un siguiente destino, teniendo este tramo en estudio es desde el distribuidor Taborda hasta aproximadamente 750 mts, donde comienza la autopista Valencia- Puerto Cabello. Según Tamayo y Tamayo, (1997), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”, esto se refiere a que son todas las partes que están contempladas en el área total de estudio. La población de la investigación estará compuesta por los usuarios que circulan el Sector el Palito.

3.5 Muestra

Enfocándose en ‘Muestra’, Sabino (1992), define el termino como la “Parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”. El establece diferentes definiciones variantes de acuerdo al tipo de estudio que se esté efectuando. Hablando en términos de estudios cuantitativos, se destaca como un “Subgrupo de la población del cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población”. Para las investigaciones cualitativas, simplemente son la “Unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre el (la) cual se recolectan los datos sin que necesariamente sean representativo (a) del universo”. El termino está definido como la población que representa un área destacada; el fin de este ejemplar es que al momento de desarrollar un estudio con la misma se puedan obtener resultados análogos a los realizados estudiando una población total, esto se elabora con este método pues con ello se pueden disminuir factores de estudio en el problema.

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Es importante señalar que la información obtenida deberá de reunir aspectos relacionados con el trabajo de la obtención, análisis y presentación de la información.

Por lo tanto serán utilizadas las diferentes técnicas en la recolección de datos, también el tratamiento y el análisis de la información, así como las formas en que es presentada toda la información obtenida y con motivo de la investigación.

Según Méndez (1999, p.143) define las técnicas para recolección de la

información como los hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten tener información. También señala que las técnicas son los medios empleados para recolectar información, Además manifiesta que existen: fuentes primarias y fuentes secundarias. Las fuentes primarias es la información oral o escrita que es recopilada directamente por el investigador a través de relatos o escritos transmitidos por los participantes en un suceso o acontecimiento, mientras que las fuentes secundarias es la información escrita que ha sido recopilada y transcrita por personas que han recibido tal información a través de otras fuentes escritas o por un participante en un suceso o acontecimiento.

Todos los datos e información obtenida gracias a la aplicación de la técnica, debe ser registrada y guardada mediante un instrumento de recolección de datos, tales como: memoria fotográfica, lista de cotejo adecuada a la investigación, plano y especificaciones geométricas y viales de los elementos, se irá percibiendo cuales son las fallas que están presentando para proceder a la aplicación del presente trabajo investigativo.

3.7 Fase Metodológica

- **Fase I: Diagnosticar la situación actual en el Sector El Palito, Puerto Cabello, Estado Carabobo.**

Para el desarrollo de esta fase el investigador debe usar técnicas de investigación que le permitan, de manera directa e inmediata, lograr obtener una percepción de la situación actual del Sector El Palito, tramo de 750 mt, desde el Distribuidor Taborda hasta comenzar la autopista Valencia – Puerto Cabello, a tales efectos se emplea la técnica de la observación directa; la cual, a decir de Arias (1999), consiste “En visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación pre-establecidos. (p.67)” Producto de lo cual se logra identificando la realidad, al momento de la práctica, la observación

sobre las condiciones de operación del tramo mencionado, en función de las variables del estudio consideradas y desarrolladas en las bases teóricas.

- **Fase II: Identificación de los parámetros óptimos de diseño en base a la capacidad y el trazado geométrico del elevado propuesto para el mejoramiento de la movilidad y agilizar el flujo vehicular.**

En esta segunda fase, el investigador procede a la determinación, en función de los parámetros de diseño basados en la capacidad y los elementos de trazado geométrico en planta, perfil y sección transversal, a la realización de los cálculos y estimaciones con la finalidad de determinar los valores de diseño que permitan subsanar las deficiencias en términos de los resultados de la fase anterior.

- **Fase III: Elaboración de una propuesta de rediseño en el sector El Palito que permita mejorar la circulación vehicular con una rampa elevada en la Av. El Palito.**

Con esta fase se plantea la construcción de un elevado de libre acceso para optimizar el tiempo de pase sobre la Av. El Palito y a la vez rediseñar la planta inferior, con espacios óptimos para aparcamiento de vehículos, caminerías y pases peatonales, de un lateral a otro para los transeúntes que aprovechan los comercios (restaurantes, tiendas, abastos, etc.,) que allí existen en ambos borde de la avenida El Palito.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Basado en los objetivos específicos y en la referida metodología implementada para el desarrollo de los mismos, se plantea a continuación la propuesta de diseño de un elevado en el sector El Palito, Municipio Puerto Cabello, Edo. Carabobo.

4.1 Diagnosticar la situación actual en el Sector El Palito, Puerto Cabello, Estado Carabobo.

Para el diseño de un elevado sobre la Av. Principal del Palito, será necesario el diagnóstico de la misma, lo cual se logró mediante el reconocimiento de toda la vía y realizando acto de presencia en dos (02) puntos álgidos de la zona como los son el peaje autopista Valencia Puerto Cabello y el distribuidor Taborda, que se convierten en puntos críticos al producirse serios conflictos de congestionamiento de tráfico generados diariamente por la vialidad actual, no soportando la demanda vehicular que se le presenta al final de la tarde, especialmente entre 4:00 pm y 6:30 pm. Y los fines de semana por ser zona costera tanto por la mañana de 6:00 am hasta las 8:00 am como por la tarde de 4:00pm a 6:30pm.

En cuanto al distribuidor Taborda mejor conocido como El Palito, de coordenadas (10°28'42.43''N, 68°06'30.14''W), se tienen varias estructuras que constituyen el distribuidor en sí y que actualmente sirven como bloqueo del flujo vehicular. También se observó que a partir de allí existen una serie de comercios a ambos lados de la vía (restaurant, pescaderías, ferreterías, panaderías, fuentes de soda, Etc.) que hacen aún más complicado el libre tránsito.

Y con respecto al el Peaje Valencia-Puerto Cabello, sentido Puerto Cabello, con coordenadas (10°27'44.70"N, 68° 6'47.33"O), se genera un embudo donde se usan

los cuatros canales y después se convierten en dos, quedando uno en realidad para el flujo de vehículos particulares, debido a que los usuarios se estacionan para realizar compras.

Todo esto causa pérdida de tiempo a los conductores de la región, de igualmanera para los vehículos que vienen dela costa, playas, puertos o del occidente y quieren ir hacia las zonas central y oriental del país, debido a que es una de las pocas vías existentes que comunica dichas regiones en mejores condiciones en su carpeta asfáltica.

Todo esto llevó a la búsqueda, localización y posterior recolección de planos en la oficina principal del Instituto Nacional de Tránsito y Transporte (INTT. Así mismo se busca el apoyo en el sistema de mapas proporcionado por Google Earth, para poder fijar los puntos críticos y plantear una ruta probable.

4.2 Diseño del trazado geométrico del proyecto.

Para la realización del segundo objetivo de este trabajose utilizaron programas de localización terrestre como Google Earth, donde primero se visualizaron las zonas pobladas, las zonas industriales, las vías de acceso del tramo en estudio, para luego realizar el trazado de la poligonal.



Figura 5. Vista aérea general de la zona del trazado
Fuente: Google Earth (2017)

En el programa Google Earth, se usó la opción de menú “Polígono”, seleccionando “Agregar polígono”. El programa solicitó entonces la escogencia de los puntos de la poligonal para posteriormente generar el polígono sobre el área de estudio (Ver figuras 6 y 7)

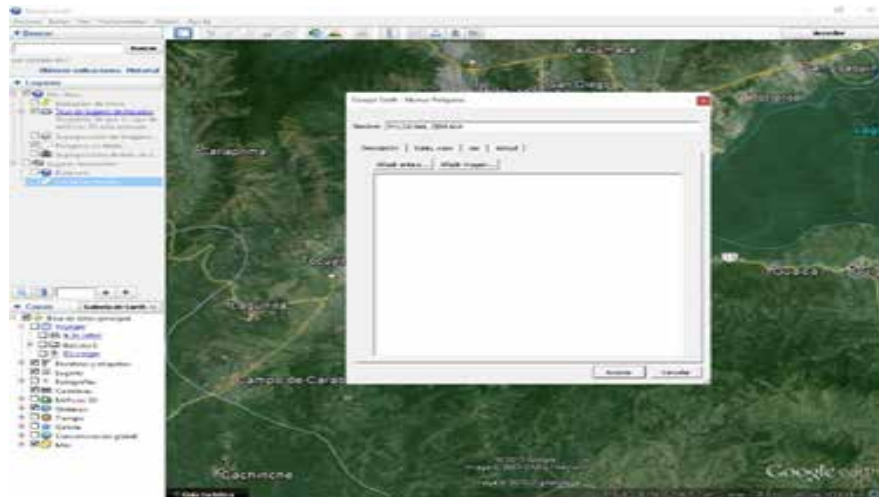


Figura 6. Cuadro para establecer especificaciones del polígono.
Fuente: Google Earth (2017)



Figura 7. Vista del polígono cerrado
Fuente: Google Earth (2017)

Una vez en la herramienta y con ayuda de las coordenadas UTM, se logró sincronizar la posición exacta de la poligonal, basada en que Venezuela se encuentra en el hemisferio norte del ecuador y el estado Carabobo en el huso horario número 19 (usando como Dato el WGS84).

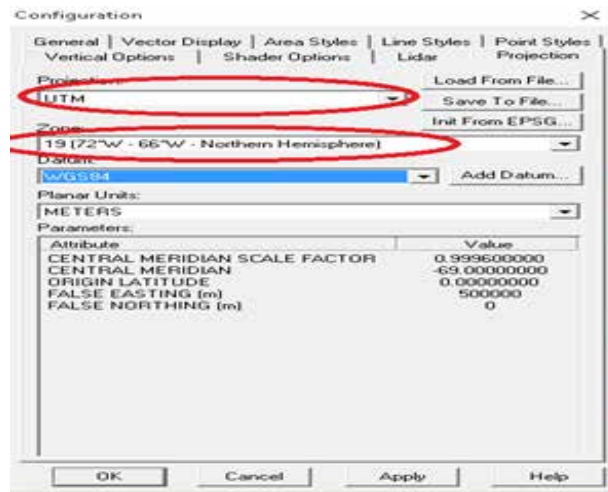


Figura 8. Cuadro para configurar la sincronización de posición
Fuente: GlobalMapper (2017)

El software generó una vista general de la poligonal, dados los datos precargados. Luego se procedió a configurar el plano usando las opciones “Download Online Data” (Descargar datos vía internet) y “SRTM” para obtener la visualización de la topografía del terreno.

Una vez considerada que la topografía era propicia para el diseño de la vialidad, se hizo un trazado “A mano alzada” en Google Earth, con el comando “Añade ruta”, para luego exportarlo a “Global Mapper” repitiendo los pasos explicados anteriormente.

Se generó entonces la poligonal abierta, pero ya bien definida, utilizando un software basado en diseño de dibujo tridimensional llamado “CIVIL 3D”, para exportar las curvas de nivel que servirán para el diseño de la propuesta.



Figura 9. Curvas de nivel
Fuente: Civil 3D (2017)

Se geo-referenció el archivo creado y se logra localizarlo en las coordenadas geográficas reales, obteniendo el plano topográfico en AUTOCAD CIVIL 3D

Se importaron los planos digitalizados del INTT, se copió entonces en el archivo obtenido anteriormente sobre las coordenadas geográficas, resultando la topografía real de la zona El Palito y el perfil longitudinal con respecto al nivel del mar (nm).



Figura 10. Plano actual de El Palito
Fuente: Google Earth (2017)

Se estudiaron las entradas y salidas a la zona el Palito

Se revisó cada tramo de la avenida el palito para determinar la conveniencia del diseño de la vía alterna. Decidiendo entonces tomar como punto de inicio de la propuesta luego del Peaje El palito Puerto Cabello donde está la estación policial y como punto final a 750 mts. Antes del distribuidor Taborda por ser una conexión importante en la Autopista Puerto Cabello-Valencia.

Se fueron trazando posibles alineamientos, es decir, diferentes estudios de ruta, tomando el más adecuado para el diseño del elevado, usando como criterios de selección: el espacio, aprovechamiento de terreno y posibilidad a nivel constructivo.



Figura 11. Vista aérea del Palito y adyacencias.

Fuente: Civil 3D (2017)

Después de estudiar varias opciones obtenidas a través del software de diseño Civil 3D, se buscó el alineamiento más adecuado. La opción ideal es el tramo central, dependiendo de las características propias de la zona, se tomaron decisiones de un tramo central en concordancia con la poligonal existente.

El proyecto se dividió en dos parte: primero en el tramo elevado por donde fluirán los vehículos con mayor rapidez y sin interrupción; y segundo la planta baja del mismo por donde los vehículos tendrán oportunidad de aparcar lateralmente o en el centro para el uso de los locales comerciales existentes.

El elevado en su proyección horizontal se procurará continuara la misma proyección de la avenida el palito y en su proyección vertical en cada quiebre se diseñan las curvas verticales respectivas según la velocidad estimada del tránsito de la vía de acceso

En la entrada y salida contara con canal de incorporación y desincorporación para garantizar la correcta transición de una vía a otra con velocidades específicas.

4.3 Identificación de los parámetros óptimos de diseño en base a la capacidad y el trazado geométrico del elevado propuesto para el mejoramiento de la movilidad y agilizar el flujo vehicular.

4.3.1 Directrices fundamentales del trazado: Velocidad Proyecto y Radiomínimo

La velocidad escogida para proyectar y relacionar los elementos geométricos de la vía fue de 60 Km/h, en donde en función a nuestra velocidad escogida nuestro radio mínimo es de 100m, estudio basado en la norma venezolana para proyectos de carreteras 1997 correspondiente.

Sección Transversal

El análisis de demanda se basó en una observación directa en donde esta nos arrojó un volumen aproximado por hora de 4000 automóviles en la avenida el palito. El elevado propuesto podrá desahogar el flujo vehicular dado que se diseñó con 1 canal y cada canal tiene una capacidad ideal de 2000 vph.

Se diseñó una sección con calzadas separadas, con carriles de 3,5m cada uno por cada sentido, considerando que la longitud de ejes de un vehículo liviano es de 3,35m (Norma Venezolana de carreteras)

Tabla 6. Sección de media vía

1 canales de 3,50 m c/u	3,50
1 hombrillo externo de 2,00 m	2,00
TOTAL CALZADA	5,50

Tabla 7. Sección completa de la vía.

2 calzadas	11,00
Barrera central	0,60
TOTAL SECCION	11,60

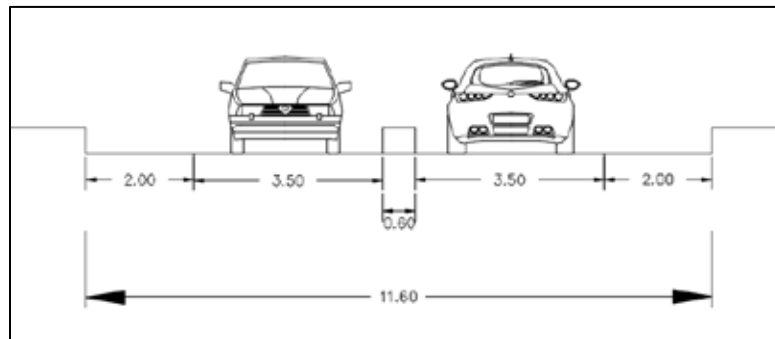


Figura 12. Sección transversal de la vía.

4.3.2 Elementos geométricos del trazado (genérico)

4.3.2.3 Alineamiento Horizontal

Por tratarse de una propuesta de rediseño de la avenida el palito y a fin de cumplir con las directrices de diseño, el alineamiento horizontal se adapta al desarrollo de la vía existente que tiene como fin dividir parcialmente el acceso a los que transitan por la misma, por el elevado con mayor fluidez, sin obstáculos, ni paradas y a una velocidad promedio de 60 kph; mientras los que deseen tomar la parte baja del elevado optan ir a una velocidad promedio de 20 a 40 kph según la fluidez del tráfico y obstáculos.

Curvas horizontales

Se diseñó el alineamiento horizontal a través del uso de curvas clotoide y simple para garantizar seguridad y comodidad del conductor.

Cálculo de longitud de curva:

$$Lc = \frac{\pi R c}{180}$$

Calculo de la tangente de entrada (que en este caso será igual a la de salida):

Curva simple:

$$Te = Ts = R \tan\left(\frac{c}{2}\right) \quad Te = T$$

Curva clotoide:

$$Xc = Le \left(1 - \frac{\theta\varepsilon^2}{10} + \frac{\theta\varepsilon^5}{216} \right)$$

$$Yc = Le \left(\frac{\theta\varepsilon}{3} - \frac{\theta\varepsilon^3}{42} \right)$$

$$K = Xc (R \sin\theta\varepsilon)$$

$$Te = Ts = K + (R + P) \tan\left(\frac{t}{2}\right)$$

Ubicación del elevado

El elevado propuesto se comienza en la progresiva 0+000 a partir de un punto de intersección cercano a la estación de policía del palito, a pocos metros del peaje de salida de Puerto Cabello Autopista Valencia –Puerto Cabello ubicado específicamente en las coordenadas geográficas (10°28'15.54"N 68° 6'39.54"O) y culmina en la progresiva 0+750 cercano al distribuidor Taborda del estado Carabobou ubicado específicamente en las coordenadas geográficas (10°28'37.82"N 68° 6'36.77"O). (Ver figuras 13 y 14)



Figura 13. Vista del tramo elevado propuesto.
Google Earth 2017



Figura 14. Vista de la poligonal.
AUTOCAD CIVIL 2017

Curva tipo clotoide, (Vértice 1)

$$Radio = 100 \quad c = 25^{\circ}17'4 \quad Vp = 60k/$$

Para el cálculo de clotoide se halla una condicionante en cuanto a la longitud de espiral se refiere:

Cálculo de longitud de espiral.

$$1) \quad Le = 30m$$

$$2) \quad Le = 0,0522 \frac{V^3}{R} \quad 6,64 \quad V \quad P$$

$$fricción = 0,26 \quad 0,00133 \quad V \quad f = 0,26 \quad 0,00133 \quad 70 = 0,17$$

$$Peralte = 0,007865 \frac{V^2}{R} \quad f \quad P = 0,007865 \frac{70^2}{200} \quad 0,17 = 2,27\%$$

$$Le = 0,0522 \frac{70^3}{200} \quad 6,64 \quad 70 \quad 0,03 = 75,58 \quad 76 \text{ mts}$$

$$3) \quad Le = a \quad P \quad n \quad Le = 3,30 \quad 0,03 \quad 200 = 19,80$$

De todas las longitudes de espirales calculadas por factores constructivos y de seguridad se toma la mayor 76 mts, ahora calculamos la longitud de curva circular

Calculando el θ_{ϵ} :

$$\theta_{\epsilon} = \frac{Le}{2R} \quad \theta_{\epsilon} = \frac{76}{2 \cdot 200} = 10^{\circ}53'10,31'' \quad \theta_{\epsilon} = 0,1900$$

Calculando la deflexión total (t):

$$t = c + 2 \theta \varepsilon \quad t = 25^{\circ}17'4'' + 2 \cdot 10^{\circ}53'10,31'' = 3^{\circ}30'43,38''$$

(Lcc).

$$L_{cc} = \frac{c \pi R}{180^{\circ}} \quad L_{cc} = \frac{3^{\circ}30'43,38'' \pi \cdot 200}{180^{\circ}} = 12,26$$

Longitud de curva clotoide total:

$$L_{cc_{total}} = 2 L_e + L_{cc} \quad L_c = 2 \cdot 76 + 12,26 = 164,26$$

Calculando la tangente de entrada que en este caso será igual a la de salida:

$$X_c = L_e \left(1 - \frac{\theta \varepsilon^2}{10} + \frac{\theta \varepsilon^4}{216} \right)$$

$$X_c = 76 \left(1 - \frac{0,19^2}{10} + \frac{0,19^4}{216} \right) = 75,73$$

$$Y_c = L_e \left(\frac{\theta \varepsilon}{3} - \frac{\theta \varepsilon^3}{42} \right)$$

$$Y_c = 76 \left(\frac{0,19}{3} - \frac{0,19^3}{42} \right) = 4,80$$

$$K = X_c - R \sin \theta \varepsilon$$

$$K = 75,73 - (200 \sin(10^{\circ}53',31'')) = 37,96$$

$$P = Y_c - R_c (1 - \cos \theta \varepsilon)$$

$$P = 4,80 - 200 (1 - \cos 10^{\circ}53',31'') = 1,20$$

$$T_e = T_s = K + (R + P) \tan \left(\frac{t}{2} \right)$$

$$T_e = T_s = 37,96 + (200 + 1,20) \tan \left(\frac{25^{\circ}17'4''}{2} \right) = 83,09 \text{ mts}$$

Curva tipo circular simple(Vértice 2)

$$\text{Radio} = 193,59 \quad c =$$

Calculando su longitud de curva.

$$L_c = \frac{\pi R c}{180} \quad L_c = \frac{\pi \cdot 193,59 \cdot 32}{180} = 86,61$$

Cálculo de la tangente de entrada y tangente de salida

$$T_e = T_s = R \tan\left(\frac{c}{2}\right) \quad T_e = T_s = 193,59m \tan\left(\frac{32^\circ 56' 37''}{2}\right) = 57,24$$

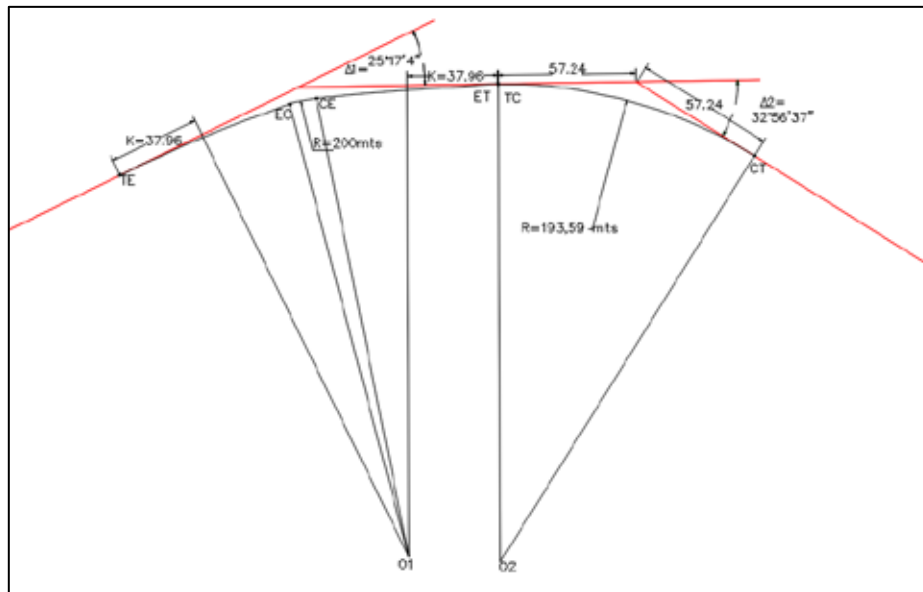


Figura 15. Vista de la curva clotoide #1 y curva simple #2.
AUTOCAD CIVIL 2017

4.3.2.2 Alineamiento Vertical – Curvas Verticales

Curva vertical ascendente ubicada entre las progresiva 0+126,00 hasta 0+206(Vértice 1) lado izquierdo cóncava

$$P1 = 3\% \quad P2 = 1,11\% \quad K = 19$$

$$1) \quad L_{cv} = 30m$$

$$2) \quad L_{cv} = 0,6 \quad V_p \quad L_{cv} = 0,6 \quad 60 \quad L_{cv} = 36$$

$$3) \quad L_{cv} = K \quad A$$

$$A = |P2 - P1| \quad A = |(1,11) - (3,00)| \quad A = 4,11\%$$

$$Lcv = 19 \quad 4,11 \quad Lcv = 78,09 \quad 80 \text{ mts}$$

Curva vertical descendente ubicada entre las progresiva 0+534,33 hasta 0+632,33 (Vértice 2) lado derecho cóncava

$$P1 = 2,14\% \quad P2 = 3\% \quad K = 19$$

$$1) \quad Lcv = 30m$$

$$2) \quad Lcv = 0,6 \quad Vp \quad Lcv = 0,6 \quad 60 \quad Lcv = 36$$

$$3) \quad Lcv = K \quad A$$

$$A = |P2 - P1| \quad A = |(3) - (2,14)| \quad A = 5,14\%$$

$$Lcv = 19 \quad 5,14 \quad Lcv = 97,66 \quad 98 \text{ mts}$$

Curva vertical descendente ubicada entre las progresiva 0+377,42 hasta 0+420,42 (Vértice 3) centro convexa

$$P1 = 1,11\% \quad P2 = 2,14\% \quad K = 13$$

$$4) \quad Lcv = 30m$$

$$5) \quad Lcv = 0,6 \quad Vp \quad Lcv = 0,6 \quad 60 \quad Lcv = 36$$

$$6) \quad Lcv = K \quad A$$

$$A = |P2 - P1| \quad A = |(2,14) - (1,11)| \quad A = 3,25\%$$

$$Lcv = 19 \quad 3,25 \quad Lcv = 42,25 \quad 43 \text{ mts}$$

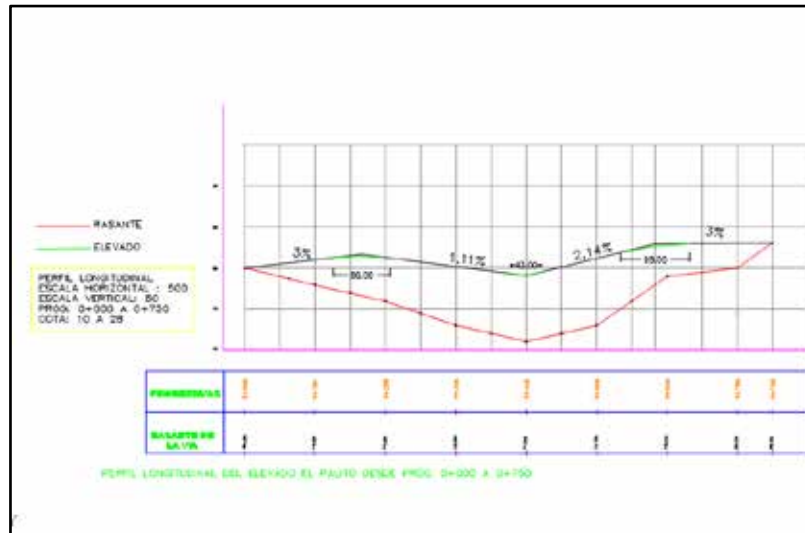


Figura 16. Perfil longitudinal del elevado
AUTOCAD CIVIL 2017

Una vez obtenida las curvas verticales que conforman el elevado se procedió a realizar el perfil longitudinal del mismo y de la vía actual (Línea Rasante). Se puede apreciar por lo tanto en primera instancia las curvas verticales y sus características geométricas las cuales hacen de esta propuesta un proyecto de elevado vial con confort y especificaciones geométricas aceptables.

Además se pueden apreciar las alturas comprendidas entre las cotas de rasante que forman la vialidad actual y el nivel del elevado propuesto, las cuales van desde 1m hasta 7mts. de altura lo cual servirá para el diseño de la sección transversal del elevado.

Señalización vial y demarcaciones

Para la realización del tercer objetivo del proyecto, se propone a continuación demarcaciones correspondientes al aparcamiento en la planta baja del elevado, el cual servirá del disfrute para los conductores que transitan la zona y quieran realizar sus compras en las adyacencias de la vía donde desde hace un tiempo atrás se establecieron los comercios correspondientes. (Ver figura 17).

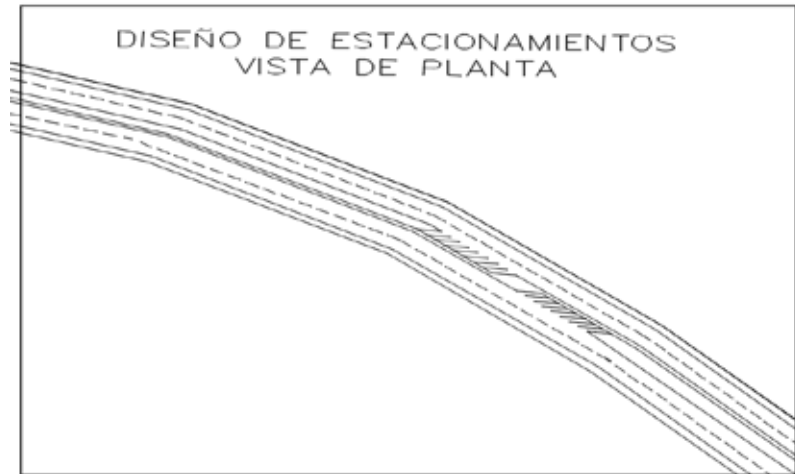


Figura 17. Vista De Planta, vialidad y puestos de estacionamientos
AUTOCAD CIVIL 2017

Tomando en consideración las normas Venezolanas correspondiente a la señalización vial de tránsito, se propone una señal tipo bandera simple para cada punto de entrada al elevado el Palito, el cual se ubicará estratégicamente a la derecha de cada calzada, y a unos 30 metros antes de los canales de incorporación del mismo. (Ver Figura 18)



Figura 18 .Señalización vial para el Elevado el Palito

Vistas del elevado propuesto

Para llevar a cabo nuestro último objetivo, se realizó un bosquejo horizontal con las progresivas correspondientes al tramo de 750mts de longitud, además se ubicará a cada 20 metros de longitud vial columnas tipo del elevado, las cuales servirán de apoyo estructural para el mismo. (ver figuras 19 y 20).

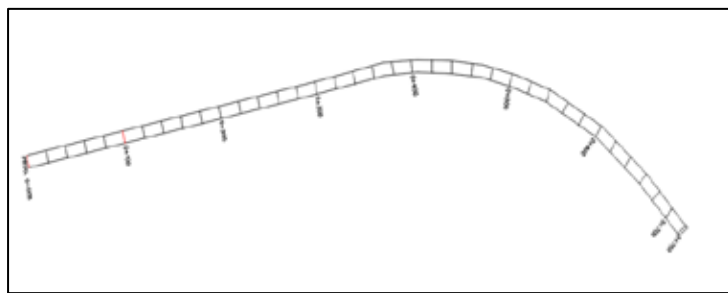


Figura 19. Progresivas Del elevado
AUTOCAD CIVIL 2017

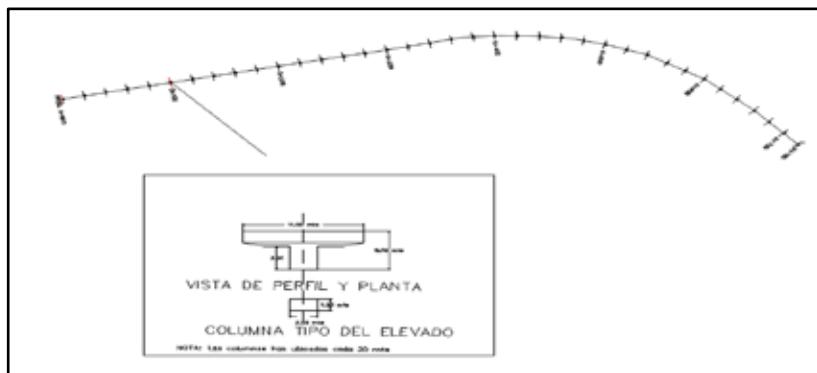


Figura 20. Ubicación de las Columnas del elevado

4.4 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La vialidad propuesta, genera una nueva alternativa de confort vial para el descongestionamiento vehicular de los usuarios y habitantes en la zona del palito.

El proyecto se dividió en dos parte:

1. Tramo elevado por donde fluirán los vehículos con mayor rapidez y sin interrupción;
2. Planta baja del elevado, por donde los vehículos tendrán oportunidad de fluir a baja velocidad, de aparcar lateralmente o en el centro para el uso de los locales comerciales existentes.

El diseño propuesto del elevado contiene dos tipos de curvas que mejor se acomodan a las características de la vialidad:

- La curva clotoide que garantiza la comodidad del conductor durante el paso entre curva.
- La curva simple con cruce muy leve para generar tramo corto y el giro con poco espacio.

El diseño se hizo en base a criterios que optimizan el resultado, evitando generar mayores inconvenientes a los habitantes de la zona y aprovechando el espacio con el mínimo efecto sobre el medio ambiente.

Recomendaciones

Realizar una minuciosa planificación del control vial y señalización, para que no se generen otros tipos de inconvenientes en cuanto al tránsito vehicular en la zona.

Proponer iluminación bajo el elevado del tipo LED con celdas fotovoltaicas, lo cual hace autosustentable con el tiempo.

Hacer del conocimiento de este proyecto a las autoridades del municipio Puerto Cabello u otros entes Gubernamentales para que esta propuesta factible sea una realidad a futuro.

REFERENCIAS

Bibliográficas

Arias F. (2006) El proyecto de investigación (5ta Edición) Caracas: Ed Episteme.

Arrayago, N. (2013), "Propuesta para diseñar la distribución vial de Puente de Bárbula en Naguanagua - Estado Carabobo". Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez.

Balestrini, M. (2006). "Como se elabora el proyecto de investigación". BL Consultores Asociados.

Betancourt G. (2012) "Poblamiento y organización del espacio territorial venezolano".

Contreras, O. (2011), "Soluciones técnicas según el análisis de diseño geométrico y su influencia en la circulación vehicular sector: antigua redoma de la ULA (universidad de los andes)", Trabajo de grado. Universidad de los Andes, Venezuela.

Guerra (2013) titulado "Diseñar un plan de Mantenimiento Correctivo-Preventivo vial Programado de la Autopista Francisco Fajardo, Tramo Caricuao-Puente Los Leones. Caracas".

Perdomo, A. (2012) "Propuesta para reducir el congestionamiento vehicular presente en la carretera nacional Guácara - Los Guayos (Tramos comprendido entre las dos entradas de la urbanización Ciudad Alianza)"

Sabino, C. (2000)- "El proceso de Investigación". Ed. Panapo, Caracas

Electrónicas

Agudelo J. (2001) <http://es.scribd.com/doc/60551879/46/CALCULO-DE-PERALTE>.

Bañon L. y Bevia J. (2000), Manual de Carreteras

Cárdenas Grisales, J (2005) "Diseño geométrico de vías" <http://www.yobiplus.com/fondoadaptacion/archivos/CORDOBA/suelos>

%20catolica/geologia%20y%20suelos/DISEÑO_GEOMETRICO_DE_C
ARRETERAS.pdf

Céspedes, A. (2011), “Propuesta de Solución al Problema del Transporte en la Ciudad de Cochabamba”, Trabajo de grado. Universidad Privada del Valle – Bolivia.

CHura, M (2014). “Glosario de términos de elementos viales”:
http://www.intt.gob.ve/repositorio/biblioteca/educacion_y_seguridad_vial/glosario%20de%20terminos%202013.pdf

(2001) “Geometric design highways and streets”:
http://nacto.org/docs/usdg/geometric_design_highways_and_streets_aashto.pdf

Ing. Gonzales, L. “Clasificación de las vías en Venezuela”:
<http://viasunefa.blogspot.com/2009/09/unidad-i-estudio-de-rutas-para-el.html>

Instituto Nacional de Vías (1998), Bogotá

Instituto Nacional de Tránsito y Transporte (INTT), Caracas

Ministerio de Transporte Terrestre y Vycsucre C.A (2015), “Construcción de la circunvalación de los Teques”, Venezuela

Normas Venezolanas de Diseño de Vías (1997).

Norma Venezolana de carreteras MTC (1997)

Sierra J. artículo publicado sobre la definición de vías.
<http://publicalpha.com/las-vias-publicas/>.

Suarez, Pantoja. (2011), “Pre diseño geométrico a nivel y a desnivel de la intersección el jazmín”, Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia