



## **UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

### **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA VIA TIPO CIRCUNVALACION QUE CONECTE EL DISTRIBUIDOR YAGUA DE LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO CON LA VIA DE LOS LLANOS EN EL SECTOR CAMPO CARABOBO**

**Autores:** Brito, Ulises  
Cruz, Jesús

Urb. Yuma II, Calle N° 3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master) - Fax: (0241) 871239



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

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA VIA TIPO CIRCUNVALACION  
QUE CONECTE EL DISTRIBUIDOR YAGUA DE LA AUTOPISTA  
REGIONAL DEL CENTRO CON LA VIA DE LOS LLANOS EN EL SECTOR  
CAMPO CARABOBO**

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

**Autores:** Brito, Ulises  
Cruz, Jesús

**Tutor:** Ing. Eycer León C.I.6.862.516

San Diego, junio de 2015









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

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Eycer León portador de la cédula de identidad N°6.862.516, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(los) ciudadano(s) Jesús Cruz y Ulises Brito, portador(es) de la cédula de identidad N°22.414.758 y N°22.512.275 (respectivamente), titulado **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA VIA TIPO CIRCUNVALACION QUE CONECTE EL DISTRIBUIDOR YAGUA DE LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO CON LA VIA DE LOS LLANOS EN EL SECTOR CAMPO 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 \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año dos mil quince

---

Ing. Eycer Leon  
C.I.:6.862.516



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

San Diego, Junio del dos mil quince

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

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA VIA TIPO CIRCUNVALACION QUE CONECTE EL DISTRIBUIDOR YAGUA DE LA AUTOPISTA REGIONAL DEL CENTRO CON LA VIA DE LOS LLANOS EN EL SECTOR CAMPO CARABOBO**, ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Eycer León

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tutor Académico

Firma

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tutor Metodológico

Firma

Fecha

## **Dedicatoria**

Primeramente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres Francisco Cruz y María Borges por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi compañero de tesis, Ulises Brito por su amistad, compañerismo y por siempre estar atento ante cualquier adversidad que se pudiera presentar.

A mis compañeros, por la ayuda prestada durante el desenvolvimiento de este trabajo de grado, especialmente a Camilo Barragán y Leonardo Santiago, por siempre estar ahí para apoyarme y ayudarme frente a cualquier problema.

A mi novia, Andrea Sapino, quien siempre estuvo conmigo en las buenas y en las malas, por su paciencia incomparable y por su gran sonrisa que me lograba calmar en los momentos de estrés y desesperación.

Y en especial a todas las personas que estuvieron involucradas durante la realización de este trabajo de grado.

**Jesus Cruz**

## **Dedicatoria**

Primeramente agradecer a dios por este logro alcanzado, de la misma manera agradecer a mis padres Eligio Brito y Ana Torres por brindarme todo su apoyo, confianza y su amor incondicional a lo largo de toda mi vida, por creer en mi persona siempre, gracias a ustedes por ser personas tan maravillosas los amo.

A mis hermanos queridos que siempre me han apoyado en todo Luis, ito, Elianna gracias por el amor hermanos los amo mucho, a mi hermanita lolys y sus loquitos Andy, ana Valeria y saul los quiero un montón, también a Tulio Rafael “papito” te quiero tío.

A mi compañero de tesis Jesús Cruz por su amistad, compañerismo y por afrontar esta travesía conmigo, gracias hermano.

También a todos mis amigos que me han acompañado a convivir a lo largo de toda la carrera gracias por su amistad, en especial a Leonardo Santiago, Camilo Barragán, Jessica Salas, Alberto Linares, Luis Garofalo.

Son muchas las personas a las que me gustaría agradecer por su amistad en distintas etapas de mi vida ya que unas están aquí conmigo y otras en el corazón.

**GRACIAS A TODOS**

**Ulises Brito**

## **Agradecimientos**

Los autores de este trabajo expresan sus agradecimientos:

A la Universidad José Antonio Páez y aquellos profesores que de alguna u otra forma contribuyeron en nuestra formación académica, no solo en la parte profesional sino también en la parte humana.

Al Ing. Eycer J. León Vásquez, el tutor de dicho trabajo de grado, por habernos ayudado a concluir y lograr este proyecto, igualmente, a la Ing. Alicia Pizzela por habernos colaborado.

A todos aquellos que como nosotros tienen un deseo de superarse, sigan adelante que el triunfo solo depende de ustedes y se logra con sacrificio y dedicación, al final los frutos cosechados son maravillosos.

Recordemos que en el único lugar donde el éxito aparece antes que el trabajo es en el diccionario.

## INDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>pp.</b>
INDICE DE TABLAS.....	xiv
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN.....	xvi
INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Objetivos de la Investigación.....	5
1.3.1 Objetivos Generales.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Justificación del Problema.....	5
1.5 Alcance.....	5
1.6 Limitaciones.....	6
<b>II MARCO TEORICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	7
2.2 Bases teóricas	
2.2.1 Vialidad.....	9
2.2.2 Vía Circunvalante.....	10

2.2.3 Clasificación de las vías.....	10
2.2.4 Diseño geométrico de vías .....	13
2.2.5 Alineamiento Vertical.....	21
2.2.6 Canales de incorporación y desincorporación.....	24
2.2.7 Peralte.....	26
2.2.8 Enlace.....	29
2.2.9 Cruces .....	30
2.2.10 Transporte .....	33
2.3 Definición de términos básicos.....	33

### **III MARCO METODOLOGICO**

3.1 Tipo de la Investigación.....	37
3.2 Nivel de Investigación .....	38
3.3 Diseño de la Investigación.....	38
3.4 Población y muestra.....	39
3.4.1 Población.....	39
3.4.2 Muestra .....	39
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. ....	39
3.5.1 Observación no participante.....	40
3.6 Fases Metodológicas.....	40

### **IV RESULTADOS**

4.1 Diagnosticar la situación actual que presenta el congestionamiento en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo. ....	41
4.2 Diseñar el trazado geométrico del proyecto.....	42
4.3 Diseñar una vía alterna tipo circunvalación.....	48

4.3.1 Directrices fundamentales del trazado: .....	48
4.3.2 Elementos geométricos del trazado.....	49
4.3.2.1 Alineamiento Horizontal.....	50
4.3.2.2 Alineamiento Vertical.....	92
4.4 Conclusiones y Recomendaciones. ....	100
4.4.1 Conclusiones. ....	101
4.4.2 Recomendaciones.....	102
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS .....	106

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Pag
1: clasificación de las vías según su velocidad de diseño. ....	12
2 Radio de curvatura según la velocidad de diseño. ....	13
3 Rango de aceleración en canales de acceso .....	25
4 Rango de desaceleración en canales de acceso .....	25
5 Sección de media Vía.....	49
6 Seccion de la via completa.....	49
7 tipo de curva y radios usados en el plano horizontal .....	50
8 Radios usados en el plano horizontal para los distribuidores .....	53
9 Longitudes de curva vertical .....	94
10 Pendientes de curvones .....	97

## INDICE DE FIGURAS

Figuras	pag
1 Elementos geométricos de curva circular simple, fuente cárdenas.....	16
2 Elementos geometricos de una curva circular compuesta.....	18
3 Elementos geométricos de una curva de transición. ....	20
4 Detalle del TE-EC.....	21
5 Elementos Geométricos .....	21
6 Curva vertical simetrica convexa.....	23
7 Curva vertical simetrica concava.....	23
8 K para concavas con visibilidad de frenado.....	23
9 K para convexas con visibilidad de frenado .....	24
10 K para convexas con visibilidad de paso .....	24
11 Longitud cuña minima .....	26
12 Area de entrecruce .....	26
13 Transicion de los elementos sobre la curva simple.....	28
14 Transicion de los elementos sobre la curva simple.....	28
15 Valores maximos y minimos de la pendiente .....	28
16 Transicion de peralte sobre la tangente de la curva clotoide .....	29

17 cruce con separacion T y Y .....	31
18 Cruce con separacion en diamante.....	32
19 Cruce trebol de 4 hojas .....	32
20 Cruce con redoma .....	33
21 Vista aerea de la zona del trazado.....	42
22 Cuadro previo para establecer condiciones del poligono.....	43
23 Vista del poligono de cerrado .....	43
24 Vista del inicio del programa .....	44
25 Cuadro donde se muestra la configuracion a usar.....	44
26 Vista del poligono cerrado en global mapper .....	45
27 Cuadro en donde se selecciona la opción SRTM.....	45
28 Vista de la topografia de terreno con G.M.....	46
29 Selecccion de comando export vector format.....	47
30 Comando line para redefinir la poligonal abierta.....	47
31 Redefiniendo la poligonal abierta .....	48
32 Capacidad ideal.....	49
33 Sección transversal de la vía .....	49
34 Longitud máxima recomendable en recta .....	50
35 Trébol de 2 hojas, con el desplazamiento del canal .....	59
36 Canal de desincorporacion de la ARC a la estación de servicios abandonada.....	60
37 Trebol completo visto en el autoCAD .....	71
38 Transición de peralte de la curva clotoide .....	82
39 Transicion de peralte en curva simple.....	85
40 Incorporacion al sector campo carabobo .....	92
41 TCX converter .....	93
42 Topografía del terreno en autoCAD.....	93
43 Perfil longitudinal en excel .....	94
44 Rasante del terreno.....	100



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

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UNA VIA TIPO CIRCUNVALACION  
QUE CONECTE EL DISTRIBUIDOR YAGUA DE LA AUTOPISTA  
REGIONAL DEL CENTRO CON LA VIA DE LOS LLANOS EN EL SECTOR  
CAMPO CARABOBO**

**Autor:** Brito Ulises, Cruz Jesús

**Tutor:** Ing. Eycer León

**Fecha:** Junio, 2015

**RESUMEN INFORMATIVO**

A lo largo del tiempo la población tiende a aumentar esto trae consigo un aumento en la circulación de vehículos en las vías principales, secundarias o colectoras de una ciudad, lo cual genera un congestionamiento debido a que las vías están sobrepobladas ya que no se da abasto para suplir la gran demanda vehicular en ciertas horas picos lo cual nos llevó a pensar que era necesario diseñar una vía que pueda suplir como alivio para esta. Es por ello, que el presente Trabajo tiene como objetivo la propuesta de un diseño de una vía tipo circunvalación desde el distribuidor yagua hasta campo Carabobo, para poder tener una mejor afluencia del transporte vehicular tanto público como privado en esta vía principal, así disminuyendo el congestionamiento en varios puntos de este tramo. Se definió la investigación bajo los lineamientos de proyecto factible, para lograr cumplir los objetivos planteados, ya que la misma representa una solución viable a la problemática observada, apoyada con un diseño de campo de nivel descriptivo, donde en la cual se desarrolló en tres fases las cuales son Diagnosticar la situación actual que presenta el congestionamiento en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo, Diseñar el trazado geométrico del proyecto y Diseñar una vía alterna tipo circunvalación.

**Descriptor:** Diseño vial, circunvalación, congestionamiento y tránsito

## INTRODUCCIÓN

Se denomina vialidad aquel espacio que está determinado para la libre circulación peatonal o vehicular, determinada por construcciones públicas y privadas o por elementos naturales, así como la recreación y reunión de los habitantes. Este espacio común es usado libremente por una multiplicidad de actores, cuya seguridad y calidad de vida está condicionada en gran medida por la calidad que esos espacios contienen como soporte de la vida urbana.

Nuestro principal espacio vial es la calle trazada, pieza urbana fundamental, que involucra dos conceptos simultáneos. La calle es un lugar y una ruta al mismo tiempo. Es lugar de encuentro, de información y accesibilidad, y es vía, itinerario y movilidad. Simultaneidad de usos y funciones que se interfieren y complementan. Atendiendo a las características mencionadas y como vialidad por excelencia que representa, debe contribuir a la calidad ambiental, prestando niveles de seguridad, confort y accesibilidad, factores que le deben conferir carácter igualitario, ya que se debe facilitar el uso cotidiano a los usuarios que decidan hacer uso de esta.

Debido al gran crecimiento poblacional, se tiene como consecuencia el aumento vehicular y congestiónamiento en las vías ya existentes generando caos y embotellamientos en las horas de mayor flujo vehicular.

Teniendo en cuenta que una de las maneras de aliviar vías principales es creándole vías alternas a esta que permita al usuario tomar esta vía afín de que esta le evite el atraso y lo conecte al lugar deseado en un tiempo menor para su mejor comodidad y así poder prestar el servicio adecuado cumpliendo el objetivo principal de las vías alternas en este caso una circunvalante, donde esta bordea una ciudad o la atraviesa con el fin de que los usuarios puedan hacer uso de esta sin necesidad de entrar en la ciudad o también está la decisión de poder desincorporarse en cualquier momento ya que esta también cuenta con canales de incorporación y desincorporación.

El tráfico vehicular y el congestionamiento ponen en perspectiva que la vialidad es de uso cotidiano de la población donde esta se antepone a los intereses de una comunidad en específica a los fines de interés económico de personas, organismos o entidades públicas o privadas que los proporcionan. Basados en lo descrito se enfocó en diseñar una vía alterna tipo circunvalación desde el distribuidor yagua hasta campo Carabobo, donde esta se desglosa en 5 capítulos.

**Capítulo I El Problema:** Se describe cuál es el problema de la investigación, los objetivos que se pretenden alcanzar para solucionar el anteriormente mencionado, junto con las razones.

**Capítulo II Marco Teórico:** Se estructuran los antecedentes vinculados con el presente estudio, las bases teóricas que soportan la investigación y la definición de los términos básicos que son necesarios para comprender la redacción del trabajo.

**Capítulo III Marco Metodológico:** Se especifica cuál es el tipo y diseño de la investigación y se describe cuál es la metodología para el desarrollo de cada una de las fases a través de las cuales se alcanzará el objetivo general del presente trabajo de grado.

**Capítulo IV Recursos:** Se indican los recursos y cronograma de desarrollo para la misma investigación.

**Capítulo V Resultados:** Se presentan los resultados obtenidos, con los datos obtenidos en el siguiente trabajo

# **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

## **1.1 Planteamiento del Problema**

Nogueira (2011) “La evolución de la población y el crecimiento poblacional son consecuencia de varios factores interrelacionados. La alimentación, la generalización de la higiene, la sanidad, la difusión de medicamentos y en general el desarrollo de la tecnología han sido decisivos para el fuerte crecimiento de la población mundial, que ha pasado de los casi 1000 millones en el año 1800 a más de 6000 millones en el 2000 y a unos 7000 millones a finales de 2011”.

Este crecimiento poblacional es un factor importante en cualquier tipo de obra civil, ya que a medida que el tiempo transcurre los usos para los que estos fueron calculados cambiaran, es decir, con el tiempo habrá que hacer mejoras de acuerdo a las condiciones en las que se encuentre el crecimiento poblacional actual de la región. De esta manera se evita que cualquier obra de ingeniería quede en desuso o en mal funcionamiento.

En Venezuela se presenta este problema con respecto a las vías de comunicación. Como es el caso de la Autopista Regional Del Centro (ARC) que es la principal y más transitada Autopista de Venezuela, la misma une a las ciudades de Caracas, La Victoria, Maracay, Guacara y Valencia así como otras ciudades menores. Pertenece al Eje Vial Nacional Troncal 1. Comunica a toda la Región Central con la Región Capital, Región Nor-Oriental y la Región Centro Occidental. Esta autopista fue construida durante las décadas de 1950 y 1960 y fue diseñada originalmente para un flujo máximo de 25.000 vehículos por día, capacidad que al finalizar la primera década del siglo XXI ha sido excedida ampliamente siendo diariamente utilizada por cerca de

60.000 automóviles diarios así como camiones de transporte y autobuses. Esto indica que está siendo usada para una afluencia vehicular para la que no fue calculada haciendo que se genere tráfico no deseado.

Uno de los problemas radica en las entradas a la ciudad de Valencia ya que esta ciudad sirve de empalme para la autopista regional del centro con la autopista José Antonio Páez, haciendo que indiferentemente el destino de las personas sea la ciudad de Valencia o no tengan que entrar en ella provocando un flujo vehicular elevado. Por el este de la ciudad está la entrada desde el distribuidor Yagua ubicado específicamente en las coordenadas geográficas (10°13'37.06''N 67°53' 52.78''O) de donde proviene el flujo vehicular de las ciudades de Caracas, La Victoria, Maracay, Guacara e incluso personas que vienen del oriente del país, así mismo la otra entrada a la ciudad por el Sur-Oeste desde la autopista Valencia-Campo Carabobo (Tocuyito) de donde proviene el flujo vehicular de casi todo el occidente del país. Estas entradas a la ciudad se unen en el distribuidor de San Blas al igual que todo el flujo vehicular interno de la ciudad generando un desbordamiento vehicular muy elevado en ambos sentidos, provocando un descontento en la población de esta región, ya que tanto en las horas picos, como en un horario normal donde no debería existir un alto flujo vehicular, por simples causas de algún agente externo al tráfico normal como: averías mecánicas o accidentes automovilísticos, hay presencia del mismo ya que estas vías de comunicación pasaron su tiempo útil y están siendo usadas para un flujo vehicular para el cual no se diseñaron

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo se podría disminuir el tráfico que existe en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo?

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

#### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una vía tipo circunvalación que conecte el distribuidor Yagua de la ARC con la vía hacia el occidente, en el sector de campo de Carabobo.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la situación actual que presenta el congestionamiento en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo.
- Diseñar el trazado geométrico del proyecto.
- Diseñar una vía alterna tipo circunvalación.

### **1.4 Justificación del Problema**

En la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, La población ha tenido un alto crecimiento debido al desarrollo industrial del estado, este crecimiento afecta directamente el tránsito incrementando su volumen, dando como resultado el congestionamiento de las vías.

Teniendo en cuenta que una de las maneras de aliviar vías principales es creándole vías alternas a esta que permita al usuario tomar otro camino, afín de que esta le evite el atraso y lo conecte al lugar deseado en un tiempo menor para su mejor comodidad y así poder prestar el servicio adecuado cumpliendo el objetivo principal de las vías alternas en este caso una circunvalante, donde esta bordea una ciudad o la atraviesa con el fin de que los usuarios puedan hacer uso de esta sin necesidad de entrar en la ciudad o también está la decisión de poder desincorporarse o incorporarse en cualquier momento.

### **1.5 Alcance**

Este trabajo de investigación permitirá diseñar una vía alterna que satisfaga la necesidad del tráfico de la región y de la zona en estudio para que ayude a descongestionar las entradas a la ciudad, como también permitirá.

## **1.6 Limitaciones**

En la investigación, se pueden encontrar ciertas limitantes tales como, regulaciones y normas actuales para el diseño de este tipo de vías: radios mínimos, velocidades mínimos, peraltes, pendientes mínimas, tipo de terreno, entre otras. El tiempo de elaboración de la tesis es corto ya que se limita a dos semestres académicos.

## **CAPÍTULO II MARCO TEORICO**

### **2.1 Antecedentes**

A continuación se presentan una serie de proyectos que relacionan el problema tratado con investigaciones anteriores referidas al mismo tema o temáticas similares, las cuales aportan conceptos y teorías relevantes para el estudio.

Según el Ministerio de Transporte Terrestre junto con la empresa Vycsucre C.A (2015), en un proyecto denominado “**Construcción de la circunvalación de los Teques**” en Venezuela, se describe que la creación de la circunvalación de Los Teques en el estado Miranda contribuirá a propiciar una mayor movilidad de habitantes y visitantes de la capital mirandina y el eje Altos Mirandinos. La obra permitirá a los usuarios conectar con la carretera Panamericana, a la altura de la redoma La Matica, sin necesidad de transitar por el casco central de Los Teques, disminuyendo los tiempos de recorrido en hora y media a sólo 20 minutos. En este proyecto se tuvo que realizar una vía circunvalante para poder descongestionar la vía principal de los Teques debido al alto flujo vehicular que por el transita, haciendo una vía alterna que facilite tanto el ingreso como la salida de la misma.

Arrayago, N. (2013), "**Propuesta para diseñar la distribución vial de Puente de Bárbula en Naguanagua - Estado Carabobo**". Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil. En el presente trabajo se diagnostican las causas del retraso vehicular en las vías aledañas del puente Bárbula. Siendo un Proyecto factible, orientado con un diseño de campo con nivel descriptivo. Este trabajo de investigación señala además el alto crecimiento poblacional de los últimos años

donde se evidencia que las vías de comunicación ya han pasado su tiempo de vida útil desmejorando casi en su totalidad su funcionalidad eficiente.

Así mismo Betancourt G. (2012) “**Poblamiento y organización del espacio territorial venezolano**” explica como Desde 1920 hasta 1945 la población comienza a 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 es 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 fundamenta de ingresos es el petróleo. De esta manera se ve evidenciado el crecimiento poblacional del país afectando así a no solo las vías de comunicación sino también a 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.

Contreras, O. (2008), “**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 especial para optar al título de ingeniero civil. En el presente trabajo señala que así como en las vías las intersecciones también cumplen su vida útil siendo este el caso de la redoma en estudio la cual ya no satisface la demanda vehicular para la que fue diseñada. Este trabajo de investigación concluye que con un estudio de capacidad basado en un conteo vehicular y localización de puntos conflictivos son bases fundamentales de la investigación para que se pueda dar un mejoramiento a la intersección cambiando sus dimensiones y adecuándola al flujo vehicular.

Por su parte Céspedes, A. (2008), en su trabajo de grado titulado “**Propuesta de Solución al Problema del Transporte en la Ciudad de Cochabamba**” de la Universidad Privada del Valle – Bolivia. Plantearon como principal objetivo de investigaciones alternativas en ensanchamiento de las calles para aumentar la capacidad de las vías, construir pasos a desnivel y distribuidores de tráfico posibles, y

así dar con el resultado de cual opción sería la más óptima para la solución del problema. Este proyecto se proyectó bajo los lineamientos de un proyecto factible apoyado con una investigación de campo y documental.

Dicho proyecto concluye que el diseño geométrico de las vías influye de forma directa en el comportamiento del tráfico en la vialidad, por lo tanto es importante tener los conocimientos elementales para su realización. De este trabajo de grado se toma las herramientas necesarias que pueden ser útiles para la proyección de una vía como alternativa para la solución del problema en estudio.

Suarez, Pantoja. (2008), **“Prediseño geométrico a nivel y a desnivel de la intersección el jazmín”** de la Universidad Nacional de Colombia, trabajo de grado para optar por el título de ingeniero especialista en vías y transporte. Este trabajo se basó en el prediseño de una intersección la cual tendría dos posibilidades una a nivel y otra a desnivel las cuales convendrían para mejorar la afluencia vehicular en la intersección estudiada. Esta investigación de campo, proyecto tipo factible concluye que cuando las vías se entrecruzan estas deben venir acompañadas de una intersección para darle opción al transeúnte de una posible incorporación o desincorporación a otras vías.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Vialidad**

Raimundo P, (2014) “Una vía pública es cualquier espacio de dominio común por donde transitan los peatones o circulan los vehículos. Las vías públicas se rigen por la normativa internacional, nacional y local en su construcción, denominación, uso y limitaciones; con el objetivo de preservar unos derechos esenciales (a la vida, a la salud, a la libertad, a la propiedad, a transitar, etc.). A diferencia de las vías privadas, que las regulan sus dueños, tanto en sus características como accesibilidad.”

Igualmente en el artículo publicado del “Glosario de términos de elementos viales” dice: “La vialidad es el conjunto integrado de vías de uso común que conforman

la traza urbana de la ciudad, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos” (Mary Chura, 2014)

### **2.2.2 Vía Circunvalante**

Kagy, (2005) “Una carretera de circunvalación, vía de evitamiento, ronda, anillo periférico o anillo vial es una autopista, carretera o avenida que circula alrededor o dentro de una ciudad o área metropolitana, rodeándola total o parcialmente, con el fin de que los vehículos que realicen una ruta, sin intención de entrar en ella, eviten atravesarla en esa travesía. Además los vehículos usan este tipo de vías para elegir el acceso que más les interese para penetrar en la ciudad, o incluso para ir de un sitio a otro de una gran ciudad. Esto las diferencia de las variantes o by-pass que se construyen específicamente para que una carretera evite pasar por una zona urbana. Pese a tener, por definición, un recorrido más largo al suponer un trazado alrededor de la ciudad, el tiempo requerido para circunvalarla es menor, puesto que la velocidad máxima de una carretera es mucho mayor que la de una travesía urbana.”

### **2.2.3 Clasificación de las vías**

González L. (2002) En Venezuela existe la siguiente clasificación de las vías:

#### **- Según Ubicación Geográfica**

Vías Urbanas: Las Enmarcadas dentro del ámbito Urbano

Vías Rurales: Las situadas fuera del ámbito urbano. El término Carreteras generalmente se usa para referirse a las vías rurales.

#### **- Según la Divisoria Central**

Vías No Divididas: Son las que no se encuentran separadas por divisorias o separador central

- **Vías Divididas:** Cuando existe una divisoria central entre ambos sentidos de circulación. El ancho de la divisoria puede llegar hasta unos 24 m. Cuando consiste en un elemento físico menor de 1,20 m se llama Separador Central.

Cuando en una vía dividida las plataformas están relacionadas en su diseño geométrico se dice que es una vía de calzadas divididas. Si están completamente

separadas con diseños geométricos independientes se dice entonces que es unas vías de calzadas separadas.

- **Clasificación Funcional:** Toda vía cumple dos funciones principales.

- Función de movilidad: Dar movimiento al tránsito
- Función de Accesibilidad: Dar acceso a las propiedades adyacentes.

Ambas funciones son contrapuestas, entre más accesibilidad ofrece una vía, menos movilidad provee y viceversa. El grado de movilidad se puede estimar por el volumen de paso (tráfico que no tiene origen ni destino en la vía), por la velocidad de operación y por la comodidad y seguridad cuando se viaja. El grado de accesibilidad está representado por la cantidad de vehículos y personas que tienen acceso a las propiedades adyacentes. El acceso ofrecido puede hacerse a través de estacionamientos en la vía, entradas a garajes privados o estacionamientos públicos y privados o a través de vías privadas.

El acceso a las propiedades adyacentes puede limitarse a través de controles legales o con barreras físicas, pudiendo entonces distinguirse:

- Vías con control total de acceso
- Vías con control parcial de acceso
- Vías sin control de acceso.

De acuerdo a la cantidad de movilidad accesibilidad que presente una vía, pueden clasificarse en:

- **Clasificación funcional de las vías urbanas:** Autopistas, Vías Expresas, Vías Arteriales, Vías colectoras y vías locales.

- **Clasificación funcional de las vías rurales:** Autopistas, Vías Expresas, Vías principales, Vías secundarias, vías colectoras y vías locales.

- **Según su velocidad de diseño**

La velocidad de diseño se define como la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de una vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características de la vía predominan.

La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que ella origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la carretera, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

La velocidad es el elemento básico para el diseño geométrico de carreteras y el parámetro de cálculo de los diversos componentes de un proyecto vial. Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontales, de perfil y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancia de visibilidad, peralte, ancho de carriles y bermas, anchura y altura libre, etc., dependen de la velocidad de proyecto y varían con un cambio de ella.

Al ser proyectado un tramo de carretera, hay que mantener un valor constante para la velocidad de diseño. Sin embargo, los cambios drásticos y sus limitaciones mismas, pueden obligar a usar diferentes velocidades de diseño para distintos tramos, se debe considerar como longitud mínima un tramo correspondiente a dos kilómetros, y entre tramos sucesivos no se deben presentar diferencias de velocidades mayores a los veinte kilómetros. De este modo se presenta la Tabla 1 la cual indica cómo se clasifican las vías según su velocidad de diseño

Tabla 1: clasificación de las vías según su velocidad de diseño.

TIPO DE VIA Y COND. TOPOGRAFICA	VELOCIDAD DE PROYECTO
Autopista en T. llano	90 – 120
Autopista en T. ondulado y montañoso	80 – 110
Carreteras en T. llanos	90 – 120
Carreteras en T. ondulados	80 – 100
Carreteras en T. montañosos	50 – 80

Fuente: Normas Venezolanas de de Vías (1997).

Del mismo modo, se muestra a continuación la tabla 2 de cómo se obtienen los radios de curvaturas según la velocidad de proyecto.

Tabla 2 Radio de curvatura según la velocidad de diseño.

VELOCIDAD DE PROYECTO Km/H	RADIO MINIMO DE CURVATURA
50	70
60	100
70	150
80	200
90	300
100	400
110	600
120	900

Fuente: Normas Venezolanas de Diseño de Vías (1997).

#### 2.2.4 Diseño geométrico de vías

El diseño geométrico es sumamente importante en un proyecto de construcción o mejoramiento vial, ya que con el mismo podremos tener una visualización real de cómo estará elaborada la vía desde su configuración geometría hasta su ubicación precisa de manera que sea segura, funcional, económica y ecológica.

De esta forma Cárdenas J. (2005, p.08) plantea los siguientes paso para realizar el diseño geométrico de vías:

- **Reconocimiento**

Consiste en establecer puntos de paso obligatorio como lo son ciudades y pueblos y de esta forma se deben evitar los puntos de control secundarios, siendo estos puntos de fallas geológicas pantanos, depresiones, entre otros. En esta etapa se definen y analizan corredores tan anchos como sea posible, mediante el uso de fotografías aéreas de pequeña escala (1:25.000) y mapas existentes en la región, acompañado de una exploración del terreno a pie u otros medios que permitan la apreciación del terreno de una forma más cercana. Esta etapa permite recolectar datos de suma importancia como

cursos de agua, pendientes, puntos de paso obligatorio, características geológicas o cualquier otro que se considere necesario.

- **Trazado ante-preliminar**

Esta etapa consiste en trazar poligonales que sirvan aproximadamente de eje a la vía. Se realiza mediante un levantamiento topográfico o por medio de fotogrametría a una escala no menor a (1:10000). Sobre tales planos se traza la línea de ceros pasando por los puntos de control primario, siendo esta la línea que une los puntos obligados del proyecto conservando una pendiente especificada, constante y uniforme. Esta línea va a ras del terreno y de coincidir con el eje de la vía representaría un mínimo movimiento de tierra.

- **Trazado preliminar**

Esta etapa consiste en trazar una poligonal partiendo de la línea ante-preliminar escogida que defina un ancho de corredor adecuado para acomodar la vía. Se debe realizar un levantamiento topográfico de precisión en dicha poligonal, ubicando puntos de referencia como lo son estacas cada diez o veinte metros siendo estas niveladas con precisión. Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se dibuja un plano reducido a escala (1:10.000); el cual se divide en planchas de (1:1.000) que sirven para hacer el diseño de la vía. Estas planchas incluyen todos los datos tomados al hacer el levantamiento topográfico y curvas de nivel cada dos metros.

- **Diseño**

Debido a que la vía es un objeto tridimensional, en el diseño geométrico se debe hacer una abstracción para facilitar los cálculos, de manera que se tienen tres componentes; vista de planta, perfil longitudinal, sección transversal, siendo una vista superior, vista derecha y diversas vistas frontales a lo largo de la vía.

- **Localización**

Consiste en trasladar el proyecto del plano al terreno, colocando estacas que determinan los ejes y luego las de los bordes del movimiento de tierra.

- **Construcción**

Consiste en ejecutar los movimientos de tierra necesarios para conformar la sub-rasante de la vía; a partir de la cual se extienden las distintas capas del pavimento, al tiempo que se construyen las obras de arte como lo son los drenajes, taludes, puentes, etc. Finalmente se pinta y señala la vía y de esta forma queda lista para prestar el servicio para el que fue proyectada.

Dentro del diseño geométrico de vías se encuentra el diseño geométrico horizontal siendo este el diseño geométrico en planta de una carretera, o alineamiento horizontal, definiéndolo así Cárdenas J. (2005, p.34) como la proyección sobre un plano horizontal que está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

En el plano horizontal se presentan una gran variedad de curvas, utilizándose en este proyecto la curva circular simple definidos como arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección real de las curvas reales o espaciales, teniendo estas como elementos geométricos que la caracterizan los siguientes:

PI: punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

O: centro de la curva circular.

$\Delta$ : ángulo de deflexión de las tangentes.

R: radio de la curva circular simple.

T: distancia desde el PI al PC, igualmente, desde el PI al PT.

L: longitud de curva circular, esta es la longitud desde el PC al PT a lo largo del arco circular.



Como también hay un tipo de curva compuesta que está formada por dos o más curvas circulares simples. A pesar de que son muy comunes, se pueden emplear en terrenos montañosos, cuando se quiere que la carretera quede lo más ajustada posible a la forma del terreno o topografía natural, lo cual reduce el movimiento de tierras. También se puede utilizar cuando existen limitaciones de libertad en el diseño, como por ejemplo, en los accesos a puentes, en los pasos de desnivel y en las intersecciones, teniendo estas como elementos geométricos que la caracterizan los siguientes:

PI: punto de intersección de las tangentes o vértice de la curva.

PC: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva.

PT: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida.

PCC: punto común de las dos curvas.

TE: tangente de entrada.

TS: tangente de Salida.

O1: punto donde converge el radio de curva circular 1

O2: punto donde converge el radio de curva circular 2

$\Delta$ : ángulo de deflexión total de la curva circular compuesta.

$\Delta_1$ : ángulo de deflexión de la tangente de curva 1.

$\Delta_2$ : ángulo de deflexión de la tangente de curva 2.

R1: radio de la curva circular 1.

R2: radio de curva la circular 2.

TE: distancia desde el PI al PC.

T1: distancia desde el PC al A, formando parte de la tangente de entrada.

a: distancia desde A al PI, formando parte de la tangente de entrada.

TS: distancia desde el PI al PT.

T2: distancia desde PT al B, formando parte de la Tangente de salida.

b: distancia desde B al PI, formando parte de la Tangente de salida.

L1: longitud de curva circular 1, esta es la longitud desde el PC al PCC.

L2: Longitud de curva circular 2, esta es la longitud desde el PCC al PT.

Así mismo, se muestra a continuación la figura 2 con los elementos geométricos de una curva Circular compuesta en planta:

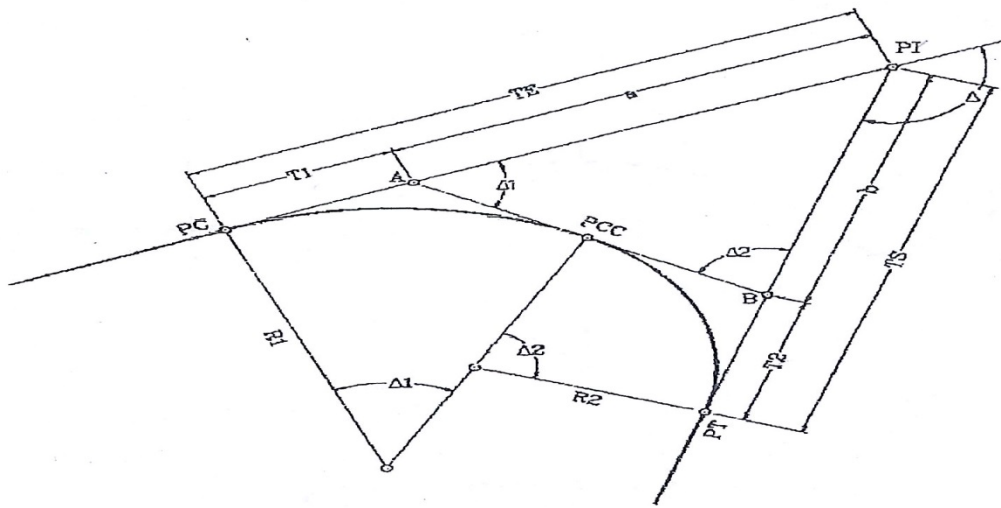


Figura 2 Elementos geométricos de una curva circular compuesta, fuente cárdenas J: (2005, p.37).

Por otro lado es necesario el uso de curvas de transición o curvas clotoides para permitir el acceso más prolongado una curva debido a deflexiones altas en la poligonal de diseño. La curva clotoide es una curva tangente al eje de las abscisas en el origen y cuyo radio de curvatura disminuye de manera inversamente proporcional a la distancia recorrida sobre ella. Es por ello que en el punto origen de la curva, el radio es infinito. Tiene la propiedad de que su curvatura en cualquier punto es

proporcional a la distancia a lo largo de la curva medida desde el origen. Esta propiedad hace que sea útil como curva de transición en el trazado de autopistas o ferrocarriles, puesto que un vehículo que siga dicha curva a velocidad constante tendrá una aceleración angular constante.

Entre los puntos a evaluar de una curva de transición tenemos:

TE = Punto de empalme entre la recta y la espiral

EC = Punto de empalme entre la espiral y el arco circular

CE = Punto de empalme entre el arco circular y la espiral

ET = Punto de empalme entre la espiral y la recta

$\Delta$  = Deflexión de la curva.

Rc = Radio curva circular

Le = Longitud curva espiral

$\Theta_e$  = Delta o deflexión curva espiral

Xc = Coordenada X de la espiral en los puntos EC y CE

Yc = Coordenada Y de la espiral en los puntos EC y CE

P = Disloque = Desplazamiento del arco circular con respecto a la tangente

K = Abscisa Media. Distancia entre el TE y el punto donde se produce el disloque

Te = Tangente de la curva. Distancia TE – PI y PI - ET

Ee = Externa

Tl = Tangente larga. Distancia entre TE o ET y PIe

$T_c$  = Tangente corta. Distancia entre  $PI_e$  y  $EC$  o  $CE$

$C_e$  = Cuerda larga de la espiral. Línea que une  $TE$  con  $EC$  y  $CE$  con  $ET$

$\Phi$  = Angulo de la cuerda larga de la espiral

$\Delta_c$  = Deflexión de la curva circular

$G$  = Grado de curvatura circular

$L_c$  = Longitud curva circular

$C_c$  = Cuerda larga circular

A continuación se muestra en las figuras 3, 4 y 5 los elementos geométricos de una curva de transición y sus detalles del TE-ET:

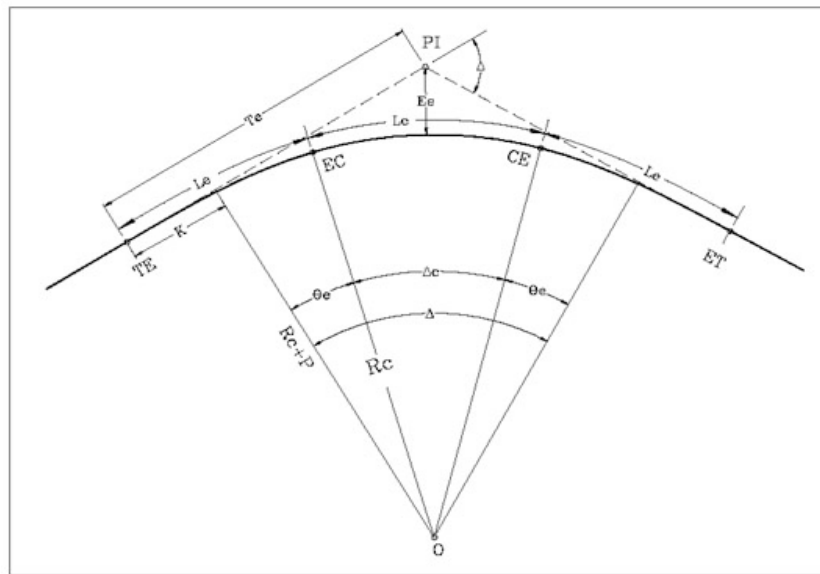


Figura 3 Elementos geométricos de una curva de transición.

Fuente González L: (2002).

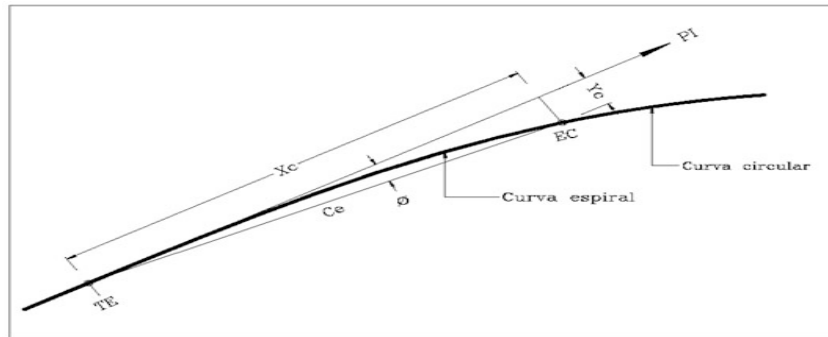


Figura 4 Detalle del TE-EC

Fuente González L: (2002).

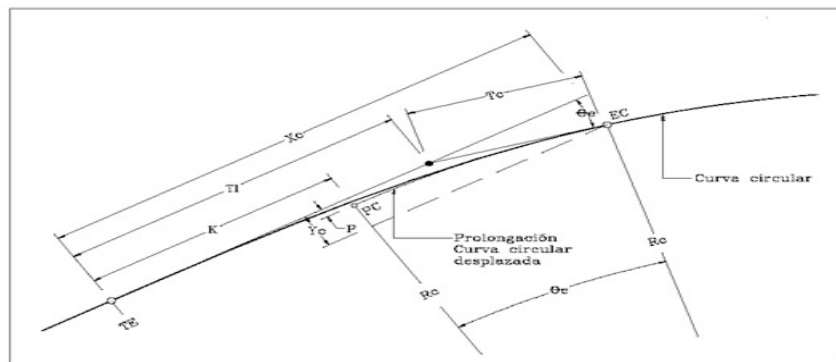


Figura 5 Elementos Geométricos

fuente González L: (2002).

### 2.2.5 Alineamiento Vertical

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub-corona del camino. Al cual se le llama línea sub-rasante la cual está compuesta por los siguientes elementos tangentes y curvas verticales.

**Pendiente mínima:** Se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula, en los cortes se recomienda 0.5% como mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas

**Pendiente gobernadora:** Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea sub-rasante para dominar un desnivel determinado, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno, la mejor pendiente

gobernadora para cada caso, será aquella que al conjugar esos conceptos permita obtener el menor costo de construcción, conservación y operación.

**Pendiente máxima:** Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Queda determinada por el volumen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

**Curvas Verticales:** Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de salida.

**Para el cálculo de curvas verticales se tienen unas condiciones:**

$$a) Lcv \geq 30m \quad b) Lcv = 0,6 * Vp \quad c) Lcv = K * A$$

Dónde:

A: Es la diferencia algebraica de pendiente en modulo.

K: Es la rata de variación de la pendiente, el cual depende si la curva es con visibilidad de paso o frenado, Ver figura 8,9 y10.

Vp: Velocidad de proyecto

- Donde la curva vertical es una parábola.

$$Y = Yo + P1 * x + ax^2$$

Dónde:

Yo= Cota Tangente curva vertical.

P1= pendiente de entrada de la curva vertical.

X= diferencia de progresivas del punto a buscar respecto a Tcv o Ctv.

$$a = (P2 - P1) / (2 * Lcv)$$

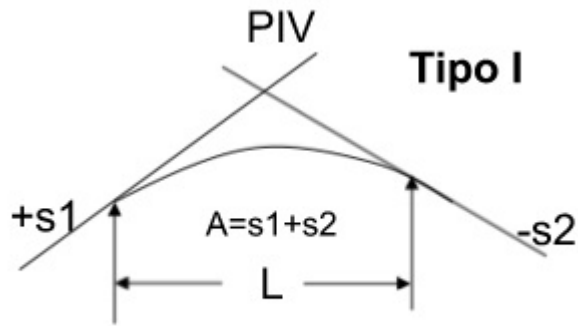


Figura 6 Curva vertical simetrica convexa

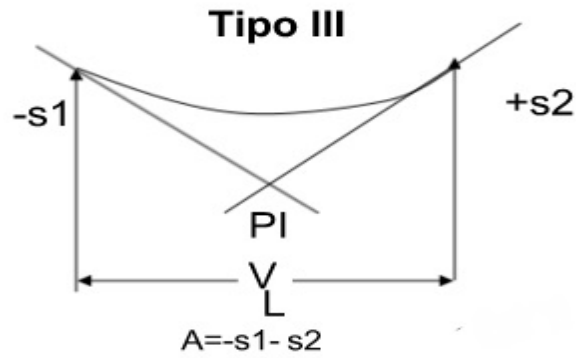


Figura 7 Curva vertical simetrica concava

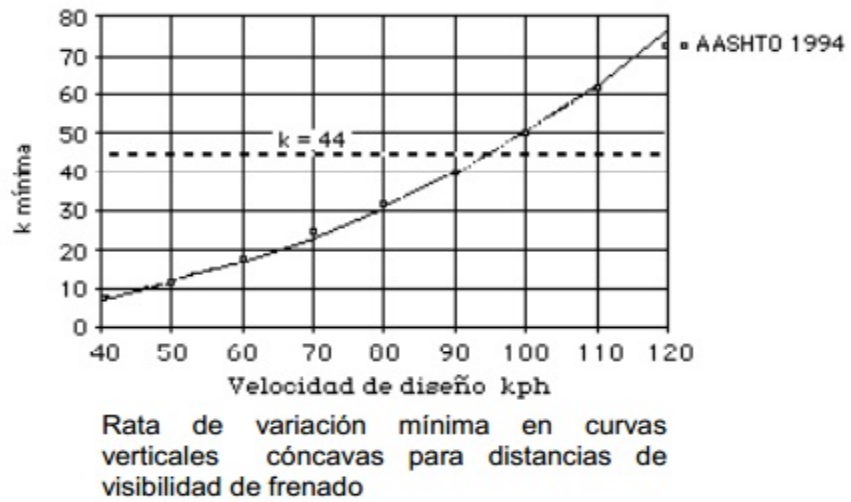


Figura 8 K para concavas con visibilidad de frenado

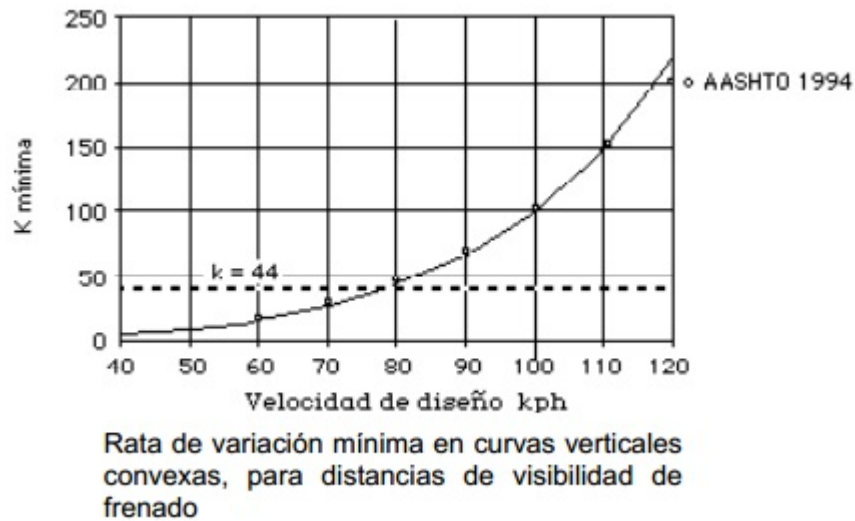


Figura 9 K para convexas con visibilidad de frenado

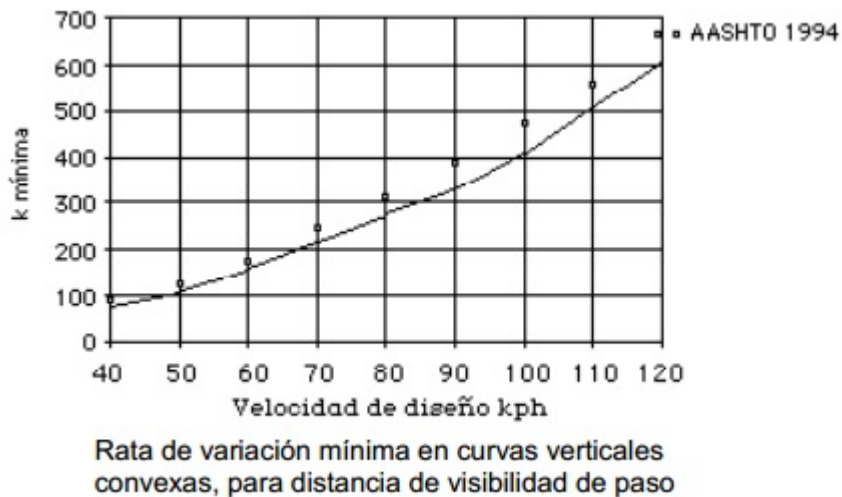


Figura 10 K para convexas con visibilidad de paso

### 2.2.6 Canales de incorporación y desincorporación

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

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.

$$S = (V^2 - V0^2) / 2a.$$

- Para canales de desincorporación.

$$S = (V0^2 - V^2) / 2a.$$

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 el caso de diseño.

(Tablas 3 y 4).

Tabla 3 Rango de aceleración en canales de acceso

Rango de aceleración	
Vehículos deportivos	3,5 a 4,5 m / s <sup>2</sup>
Vehículos turismo	0,9 a 2,2 m / s <sup>2</sup>
Vehículos pesados	0,3 a 0,7 m / s <sup>2</sup>

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

4 Rango de desaceleración en canales de acceso

Rango de desaceleración	
Inicio de frenado	1,0 a 3,0 m / s <sup>2</sup>
Final de frenado	3,5 m / s <sup>2</sup>
Frenado de emergencia	6,0 m / s <sup>2</sup>

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

**Cuñas:** Después de realizar los canales de incorporación o desincorporación debe haber un trecho extra llamado cuña, de por lo menos 90 m. para que el conductor pueda buscar una brecha en el tránsito por el canal derecho de la vía principal.

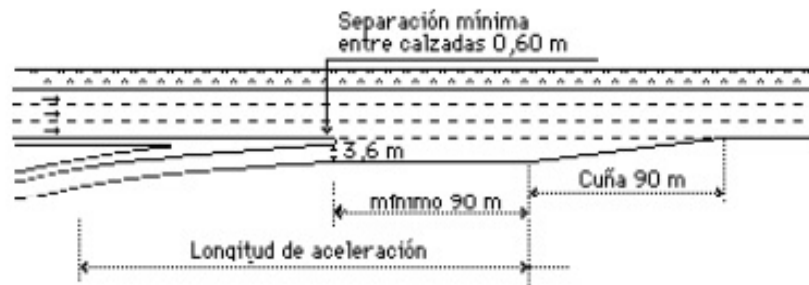


Figura 11 Longitud cuña mínima

Fuente: Norma Venezolana de carreteras 1997.

**Área de entrecruce:** Estos suscitan cuando en una vía ocurre una incorporación y después de esta viene una desincorporación de la misma. Cuando los cambios de canal se realizan en un trayecto corto, se produce turbulencia y afecta el nivel de servicio de la vía, tales trayectos, que se denominan "Áreas de Entrecruce".

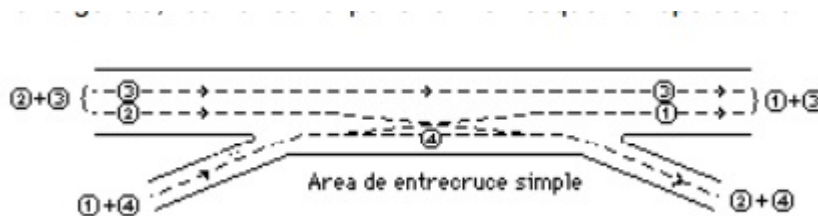


Figura 12 Área de entrecruce

Fuente: Norma Venezolana de carreteras 1997.

### 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. (Agudelo

J, 2001). Para el desarrollo de este proyecto se utilizara el cálculo de peralte para curva circular simple. Se muestra a continuación el procedimiento para el cálculo del peralte:

- **Transición en la tangente**

Es el procedimiento más adecuado ya que la totalidad de la curva circular quedará diseñada con el valor del peralte requerido de acuerdo a su radio de curvatura. Puede que para el conductor sea un poco incómodo transitar sobre un tramo recto con una inclinación mayor a la del bombeo, pero se tiene la seguridad de que en el momento de tomar la curva circular a la velocidad específica, el peralte será el necesario para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, por lo tanto se sacrifica la comodidad a cambio de la seguridad.

De esta forma, definen los elementos para el cálculo del peralte: P: peralte.

Vp: velocidad de proyecto.

G: aceleración de gravedad, (9.81 m/s<sup>2</sup>)

R: radio de curva.

F: fuerza de fricción.

L: longitud de curvatura.

B: bombeo por norma.

Igualmente, se muestran las expresiones con las cuales se determinan los elementos del peralte de la curva:

$$P = (0,007865 \cdot (V_p^2 / R)) - F.$$

$$F = 0,26 - 0,01333 \cdot V_p.$$

De esta forma, se muestran en las siguientes figuras (8,9,10 y 11), la transición de los elementos sobre la curva circular simple. Como también se puede apreciar las distancias en las cuales se empezará a aplicar el peralte desde el bombeo (2%), hasta el

peralte máximo en la transición de la curvatura.

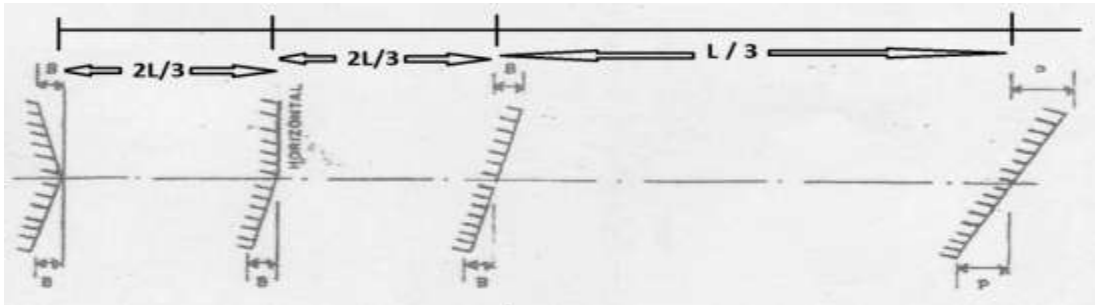


Figura 13 Transición de los elementos sobre la curva simple

fuelle Manual de Carreteras Bañón L. y Bevia J. (2000).

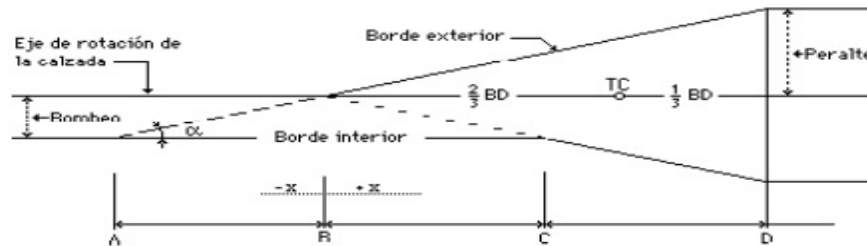


Figura 14 Transición de los elementos sobre la curva simple

Fuelle: Norma Venezolana de carreteras MTC 1997.

VELOCIDAD ESPECÍFICA $V_e$ (Km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LOS BORDES CON RESPECTO AL EJE DE LA VÍA	
	MAXIMA (%)	MÍNIMA (%)
30	1.28	0.1 (carril)
40	0.96	
50	0.77	
60	0.64	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.48	
100	0.45	
110	0.42	
120	0.40	
130	0.40	
140	0.40	
150	0.40	

Figura 15 Valores máximos y mínimos de la pendiente relativa de los bordes de la calzada con respecto al eje.

Fuelle: Instituto nacional de vías, Bogotá 1998.

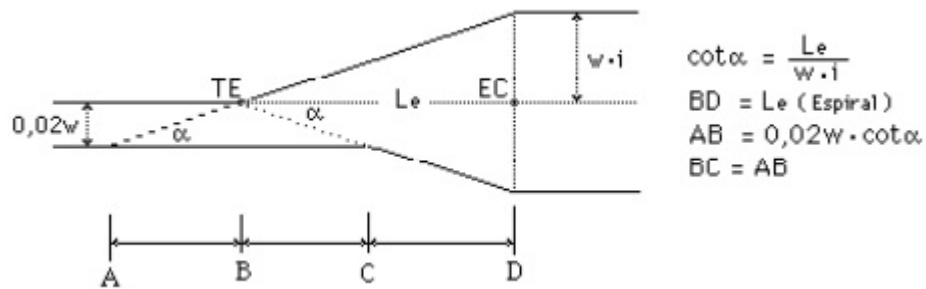


Figura 16 Transición de peralte sobre la tangente de la curva clotoide.  
Fuente: Norma Venezolana de carreteras MTC 1997.

### 2.2.8 Enlace

“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. (Bañón L y Bevia J. 2000). 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 interconexionan dos vías, conduciendo los movimientos de los vehículos entre ambas.

#### - Justificación de enlace

Existen una serie de criterios o factores que justifican la construcción de enlaces en lugar de cualquier otro tipo de intersección. Estos criterios se agrupan en cuatro fundamentales: Funcionalidad, capacidad, seguridad y rentabilidad.

- **Funcionalidad:** las características de determinadas vías como: autopistas, autovías y vías rápidas, pueden exigir la ausencia de intersecciones a nivel con otras vías. Los enlaces son obligatorios en vías con un  $IMD > 5000$ .
- **Capacidad:** los enlaces se constituyen como las soluciones que, en la mayoría de los casos, proporcionan la máxima capacidad al mismo coste, manteniendo un buen nivel de seguridad.
- **Seguridad:** la peligrosidad de determinados tramos pueden hacer necesario el proyecto de un enlace de detrimento de cualquier otra solución, al ser infraestructuras más seguras, impidiendo cierto tipo de accidentes, como los choques frontales o de costado.
- **Rentabilidad:** el enlace es una obra económicamente más costosa que cualquier otro tipo de intersección, aunque a largo plazo dicha inversión puede rentabilizarse con creces, siempre y cuando reduzcan la accidentabilidad y mejoren la fluidez del tráfico.”

### 2.2.9 Cruces

Para Contreras, O. (2008, p.14) “se considera cruce a una transferencia de vehículos de un nivel a otro. En este caso, una vez superado el desnivel mediante una rampa destinada a tal fin”.

A continuación se presenta algunas diferencias en el tratamiento de las intersecciones según el rango de vías que se cruzan, los casos expuestos son:

- **Cruce de dos vías expresas**  
Deberá solucionarse por medio de un distribuidor a desnivel, suministrado preferiblemente de movimientos directos.
- **Cruce de una vía expresa con vía arterial**  
Estos también deben ser determinados por un distribuidor de desnivel por intervenir una vía expresa.

- **Intersecciones de dos vías colectoras o una local con colectoras**

En este tipo de intersecciones se requiere de un sistema de señalización simple con semáforo de dos fases.

- **Empalmes de dos calles locales**

Bastara con cuidar que la intersección se realice según un ángulo lo más cercano posible al recto y que los radios del borde de la calzada no sean inferior a 6m.

- **Tipos de cruces:**

- **Cruces de tres ramales**

Un intercambio en una intersección con tres ramales, consta de una o más separaciones de nivel de la vía y, por lo general, de un sentido para todo los movimientos de tráfico, a estas intersecciones se le aplican varios términos según su ángulo de intersección se le puede llamar T o Y.

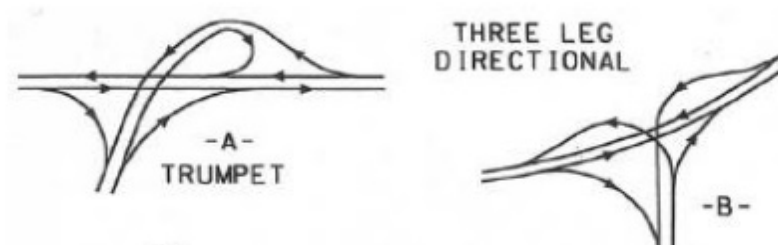
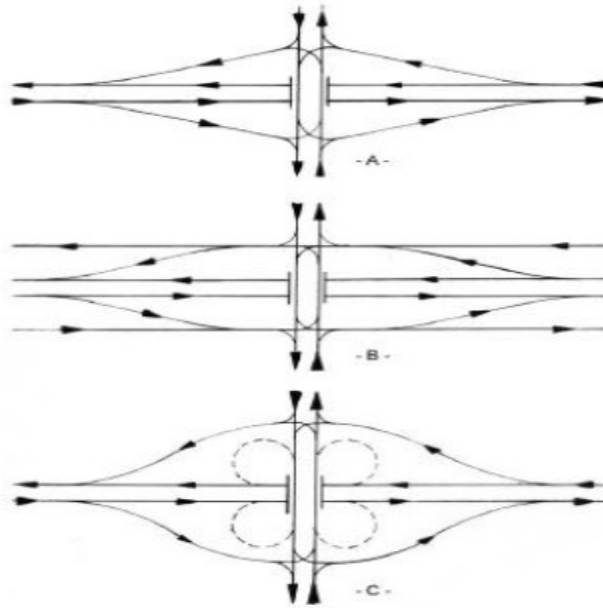


Figura 17 cruce con separacion T y Y

Fuente Geometric design highways and streets (2001)

- **Cruce de Diamante**

El diseño de diamante es una de las formas más sencillas de intercambio para todos los movimientos, tiene cuatro rampas de un sentido, que pueden ser rectas o curvas para ajustarse a las condiciones del terreno y por lo general se unen con la vía principal en un ángulo plano.



**Exhibit 10-16. Diamond Interchanges, Conventional Arrangements**

Figura 18 Cruce con separacion en diamante

Fuente Geometric design highways and streets (2001)

- **Cruces en hoja trebol**

El intercambio de hoja de trébol se limita, por lo común, a zonas rurales, es donde provee servicio adecuado entre una vía libre y un camino primario.

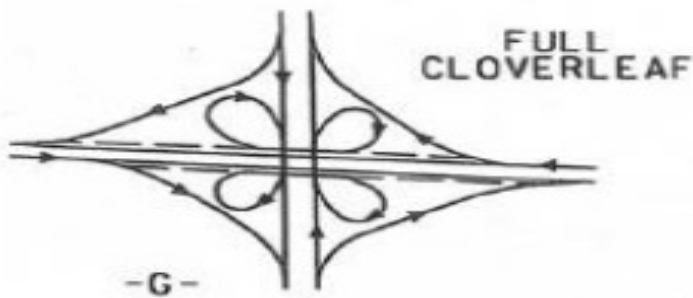
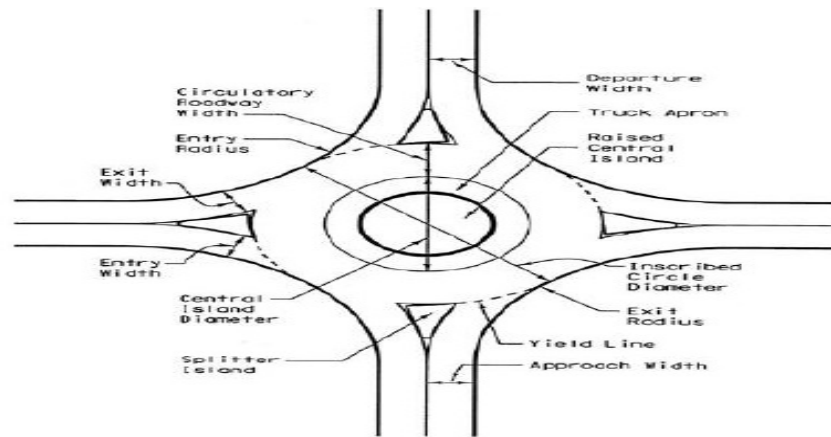


Figura 19 Cruce trebol de 4 hojas

Fuente Geometric design highways and streets (2001)

- **Cruces en redomas**

Las soluciones de este tipo son usuales en diferentes partes del mundo para solucionar los problemas del tráfico a nivel de la vía.



**Exhibit 9-15. Geometric Elements of a Single-Lane Modern Roundabout**

Figura 20 Cruce con redoma

Fuente Geometric design highways and streets (2001)

### 2.2.10 Transporte

**Para Arrayago, N. (2013, p.51)** “Se considera el transporte que está a la asistencia del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes. Cabe señalar, que el mismo se clasifica como servicio de pasajeros y el de bienes como servicio de mercancías. Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas.”. En pocas palabras, el transporte, es el traslado de cualquier persona, animal o cosa desde un punto “A” hasta un punto “B”.

### 2.3 Definición de términos básicos

**Capacidad:** Es la máxima cantidad de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo de tiempo determinado bajo las condiciones reinantes del diseño de tránsito.

**Calzada:** Se denomina calzada a la parte de la carretera destinada a la circulación de los vehículos. Se compone de un cierto número de carriles y su zona exterior (donde no se debe circular excepto en circunstancias especiales) es el hombrillo, que no pertenecen a la calzada. En las autopistas y autovías, hay una o más calzadas por cada sentido de circulación, separadas por medianas u otros medios. En el caso de las calles, la calzada se define por oposición a la acera (destinada a la circulación de los peatones).

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

**Circulación:** La circulación es el movimiento continuo del tráfico vehicular en espacio y tiempo.

**Circunvalación:** La circunvalación es el acto de caminar alrededor de algo.

**Congestión:** Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

**Cota:** Altura medida respecto al nivel de mar.

**Curva Circular:** Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas, las cuales pueden ser simples o compuestas.

**Curvon:** Es la unión de dos o más curvas circulares.

**Distribuidor:** Segmento que da acceso a varias vías.

**Hombrillo:** Margen reservado a los lados de una calzada.

**Huso:** El huso horario es cada una de las veinticuatro áreas en que se divide la Tierra.

**Intersección:** Encuentro de dos vías que recíprocamente se cortan.

**Peralte:** Mayor elevación de la parte exterior de una curva en relación con la interior.

**Rampas de entrada y salida:** Son elementos viales que permiten el paso del tránsito de una vía a otra generalmente se construyen en los distribuidores de autopistas.

**Rasante:** Nivel de una calle o camino, considerado en su inclinación respecto del plano horizontal.

**Rediseño:** Se refiere a realizar un diseño dentro de un proyecto u obra ya existente.

**Diseño:** Es la parte más importante dentro de un proyecto de construcción o mejoramiento de una vía, pues allí se determina su configuración tridimensional, es decir, la ubicación y la forma geométrica definida para los elementos de la carretera; de manera que ésta sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

**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.

**Tramo:** Porción de la vía que queda comprendida entre los cruces y/o intersecciones.

**UTM:** sistema de coordenadas universal transversal de Mercator.

**Velocidad:** Se puede definir como la relación entre distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrerlo.

**Vías:** El concepto de vía tiene diversos usos vinculados al lugar por donde se transita. La vía, en este sentido, es un camino. Puede tratarse del espacio urbano lineal que permite la circulación de las personas y de los vehículos, brindando además acceso a los edificios que se sitúan a ambos lados.

**Vía colectora:** Son vías que dan acceso directo a parcelas adyacentes y distribuyen o recogen el tráfico de pequeñas áreas cuyas parcelas son servidas por vías locales con las que tienen muchas intersecciones.

**Vía expresa:** Es una vía de calzadas dividida, cada una con dos o más carriles, con control total o parcial de acceso y salida.

**Vía local:** Su función primordial es la de dar acceso a las parcelas adyacentes.

**WGS84:** Es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

## **CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO**

Según Fideas Arias (2006) *Marco Metodológico*: La metodología del proyecto incluye el tipo o los tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “como” se realizara el estudio del problema planteado.

### **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 la elaboración de una propuesta viable, destinada 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, p. 134), señala: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema practico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”.

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**

De acuerdo a nuestro tipo de investigación y el grado de conocimientos con que es tratado el tema se puede decir que el nivel de investigación es descriptivo el cual permite diagnosticar, analizar y calcular los problemas que se presentan al momento de la investigación.

Según el autor (Fidias G. Arias (2012)), define: la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (pag.24)

### **3.3 Diseño de la Investigación**

Debido a la investigación realizada se pudo lograr determinar que el diseño es de campo ya que se basa en las informaciones obtenidas en el sitio de estudio y que también es de tipo no experimental ya que en esta no se tiene control sobre lo que se acontece ya que son distintas casi siempre y por esto solo nos detenemos a observar las acontecidas en el tramo estudiado, en este caso desde distribuidor yagua hasta campo Carabobo.

Arias (2006) define: “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos(datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental”

También se logró definir que es de tipo documental ya que se obtiene información de libros, manuales e internet. Según Arias (2012), define: la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros

investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

### **3.4 Población y muestra**

#### **3.4.1 Población**

Balestrini (2006) define la población como: “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137)

La población se define como un conjunto de individuos, elementos u objetos de estudio para la investigación. Representada por las unidades de la investigación de acuerdo a la naturaleza del problema, es decir, que no es más que la suma total de las unidades que se van a estudiar.

En este caso población será toda la afluencia que entra y sale de la ciudad de Valencia por las entradas distribuidor Yagua y campo Carabobo.

#### **3.4.2 Muestra**

Según Sabino (2000) manifiesta que: “Una muestra, en un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”.

Según Fiadas G. Arias (2006) define la muestra como: “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (P. 83)

En su efecto la muestra estará constituida por el tráfico vehicular que transita entre el distribuidor de Yagua y campo Carabobo por la ARC.

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

Siguiendo con la presente investigación se utilizará la siguiente técnica de recolección de datos como lo es la observación no participante. Donde también intervinieron los instrumentos de recolección de datos.

Sabino (2000) señala que: “Un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información”

### **3.5.1 Observación no participante**

Fidias A. (2006) señala que: “Es la que se realiza cuando el investigador observa de manera neutral sin involucrarse en el medio o realidad en la que se realiza el estudio.” (Pág. 69)

### **3.6 Fases Metodológicas**

Para llevar a cabo la investigación, se planeó dividir la misma en tres fases, acorde a los objetivos establecidos, a saber:

#### **Fase I: Diagnosticar la situación actual que presenta el congestionamiento en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo.**

En esta fase se realizó el diagnóstico de la situación que viene presentando estos puntos de accesos a la ciudad de Valencia, con respecto al congestionamiento que se da en el lugar en horas picos, averías mecánicas etc. Donde el investigador observo de forma no experimental de esta manera se logró obtener mayor información en lo que se refiere al congestionamiento en el tramo de estudio.

#### **Fase II: Diseñar el trazado geométrico del proyecto.**

En este punto se procederá a diseñar los puntos del trazado geométrico en el mapa buscando así la mejor solución posible y de la manera más adecuada cumpliendo así con las normas para que se pueda ejecutar este tipo de vía.

#### **Fase III: Diseñar una vía alterna tipo circunvalación.**

Por ultimo ya alcanzado el diseño geométrico de la vía del tramo distribuidor yagua campo Carabobo, se establecio el diseño más adecuado para poder solucionar el congestionamiento y aliviar el flujo en este tramo.

## **CAPITULO IV RESULTADOS**

Una vez ya propuesto los objetivos específicos se muestra la metodología implementada para el desarrollo de las mismas, la cual se basa como su título se refiere a una propuesta para un diseño de una vía tipo circunvalación que conecte el distribuidor yagua de la autopista regional de centro con la vía de llanos en el sector campo Carabobo, la cual se plantea a continuación.

### **4.1 Diagnosticar la situación actual que presenta el congestionamiento en los tramos distribuidor yagua y autopista Valencia-Campo Carabobo.**

Para la realización de una vía tipo circunvalación era necesario el diagnóstico de la misma lo cual se logró mediante varios actos de presencia en varias zonas como distribuidor San Blas, Paraparal, vía de Guacara entre otras zonas aledañas, en el cual se ven los conflictos del tráfico generados diariamente por la vialidad actual la cual ya no soporta la demanda vehicular que se le presenta.

Donde el punto con mayor congestionamiento vehicular es en el distribuidor San Blas el cual tiene por coordenadas (10°10'48,82''N, 67°59'15,09''W) y está ubicado cerca de la parroquia San Blas para una mejor referencia, es aquí digamos el inicio del tráfico debido a que se genera un retraso vehicular hacia la ARC entrando a la ciudad de Valencia y en la salida de la autopista hacia Tocuyito ya que sus canales de incorporación y desincorporación son insuficientes para satisfacer toda la demanda que se le crea diariamente.

Ver anexos 1, 2 y 3.

Todo esto viene anudado a una mala administración por parte de la administración actual la cual no se ha propuesto resolver estos conflictos en donde la misma también genera molestias y una pérdida de tiempo a los conductores de la región, de igual

manera para los vehículos que vienen del centro o del oriente y quieren ir hacia occidente o hacia los llanos del país, debido a que es la única vía existente que comunica dichas regiones. Todo esto nos llevó a una recolección de planos en la alcaldía de Valencia y en donde también nos apoyamos en el sistema de mapas proporcionado por Google Earth, para fijar los puntos críticos y plantear una ruta probable, ver anexo 4.

#### 4.2 Diseñar el trazado geométrico del proyecto.

Para la realización de este objetivo nos basamos en un programa llamado Google Earth en donde primeramente se visualizaron las zonas pobladas, zonas industriales, vías principales, de acceso para luego realizar el trazado de la poligonal tratando de evitar dichas zonas anteriormente mencionadas ver figura 21.

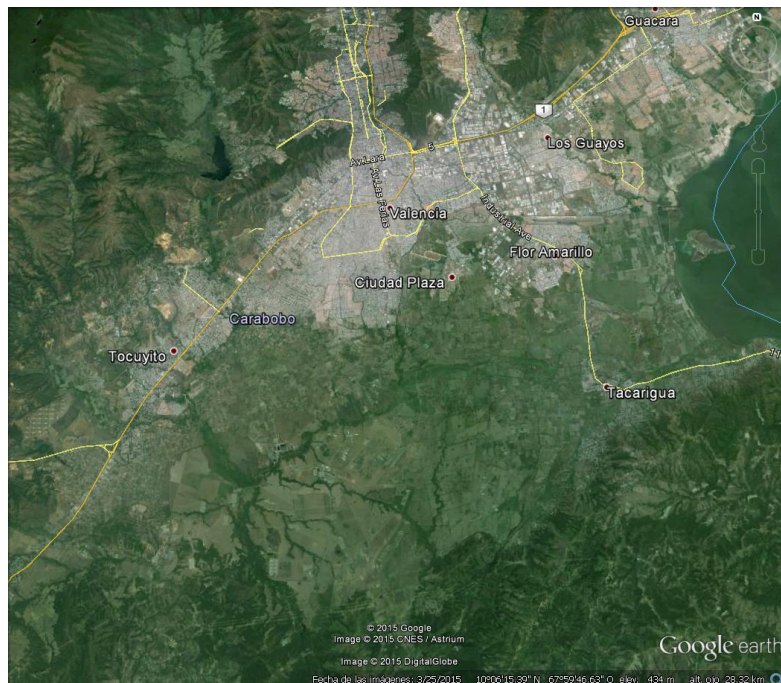


Figura 21 Vista aerea de la zona del trazado

Una vez evaluada la zona en cuestión se procedió a la realización de una poligonal cerrada sobre todo el terreno evaluado, dicha poligonal fue creada mediante el comando “Añade un polígono” añadiendo una serie de puntos que definirían el total de la poligonal para esto ver figuras 22 y 23.

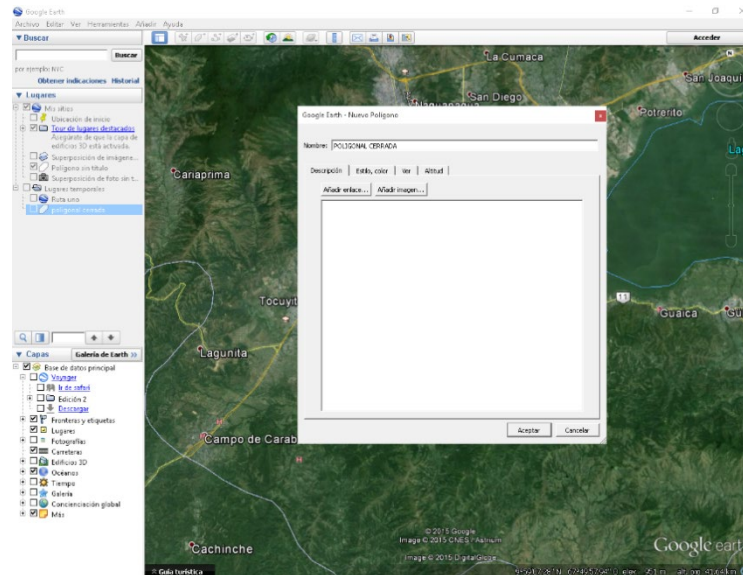


Figura 22 Cuadro previo para establecer condiciones del polígono

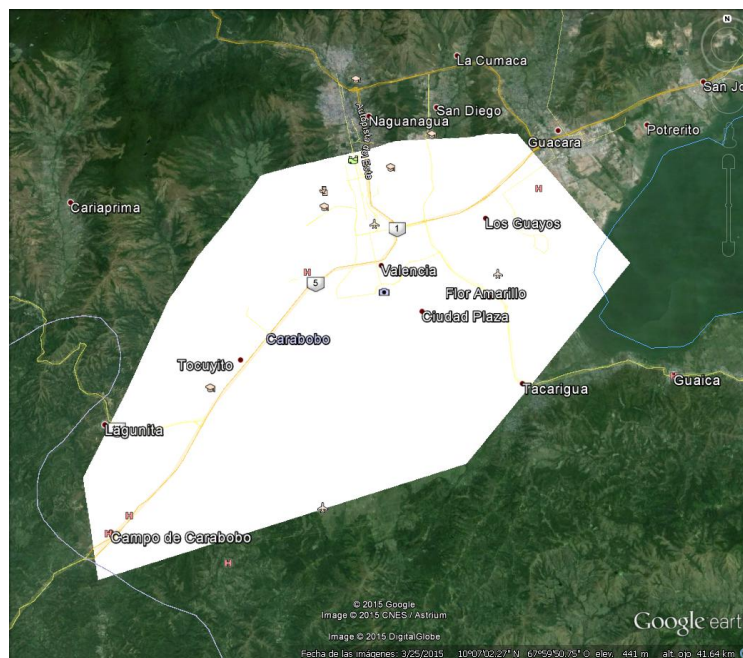


Figura 23 Vista del polígono de cerrado

Al mismo tiempo la poligonal es exportada a un segundo software llamado “Global Mapper” para generar las curvas de nivel que nos dirían si el terreno poseía un exceso de elevaciones (positivas o negativas) que perjudicarían el diseño vial. Una vez en Global Mapper con ayuda de las coordenadas UTM se logró sincronizar la posición

exacta de la poligonal esbozada usando la configuración inicial de Global Mapper sabiendo que Venezuela se encuentra en el hemisferio norte del ecuador y el estado Carabobo en el huso número 19 usando como Datum el WGS84 ver figuras 24 y 25.

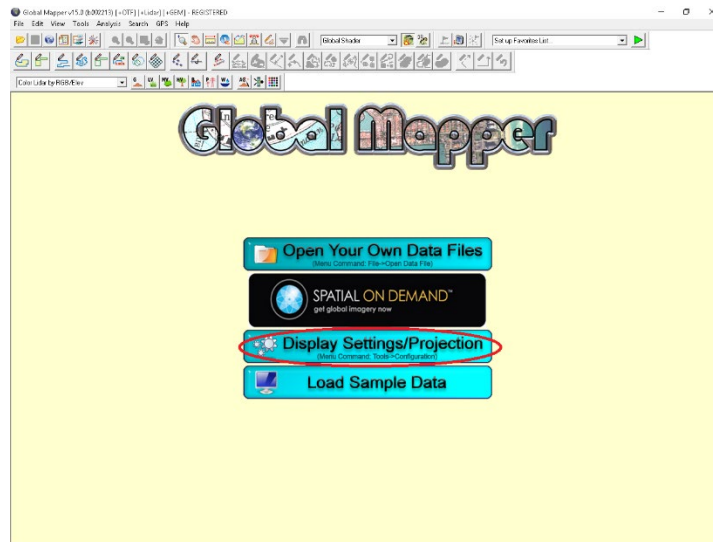


Figura 24 Vista del inicio del programa

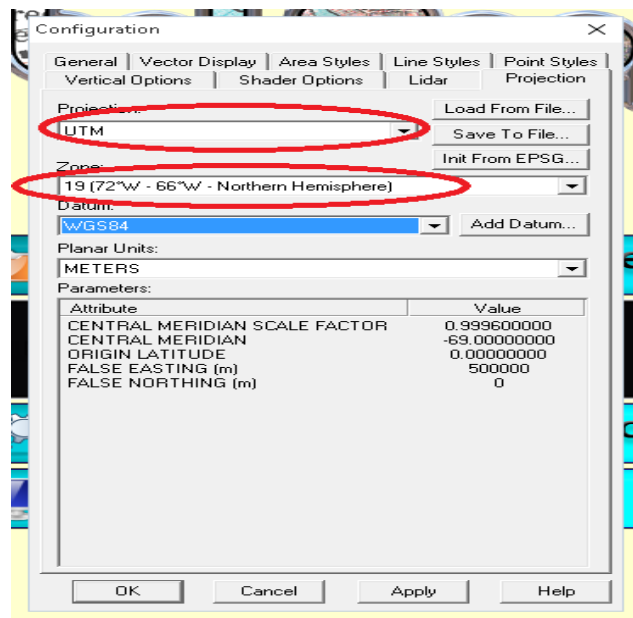


Figura 25 Cuadro donde se muestra la configuración a usar

Posteriormente cargamos nuestra poligonal al Global Mapper con todos estos datos y el software nos genera una vista de la poligonal luego con los datos precargados vamos

a la opción de “Download Online Data” (Descargar datos vía internet) y luego en la opción “SRTM” para poder generar la visualización de la topografía del terreno ver figura 26, 27 y 28.

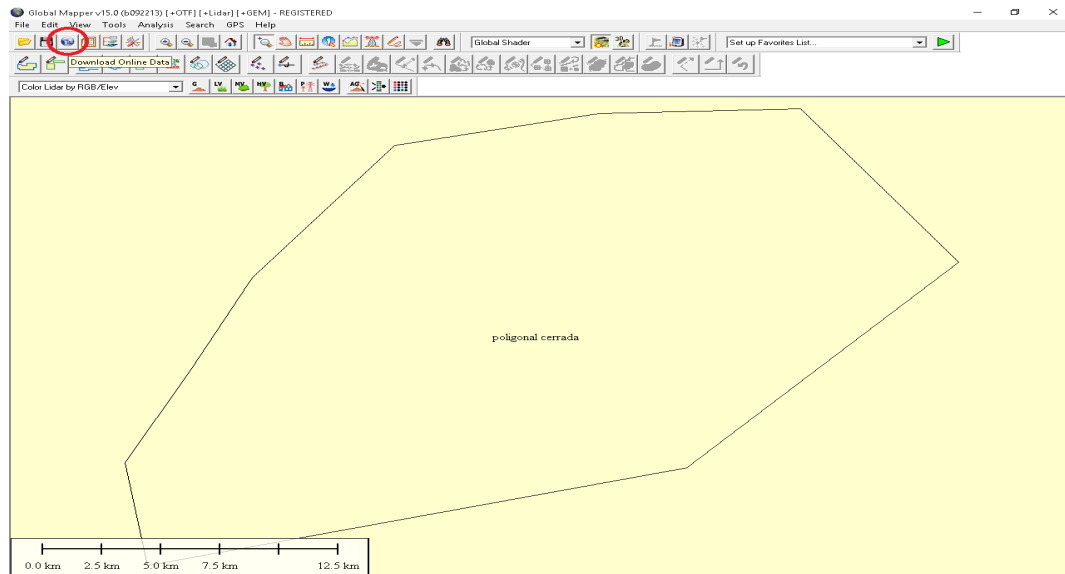


Figura 26 Vista del poligono cerrado en global mapper

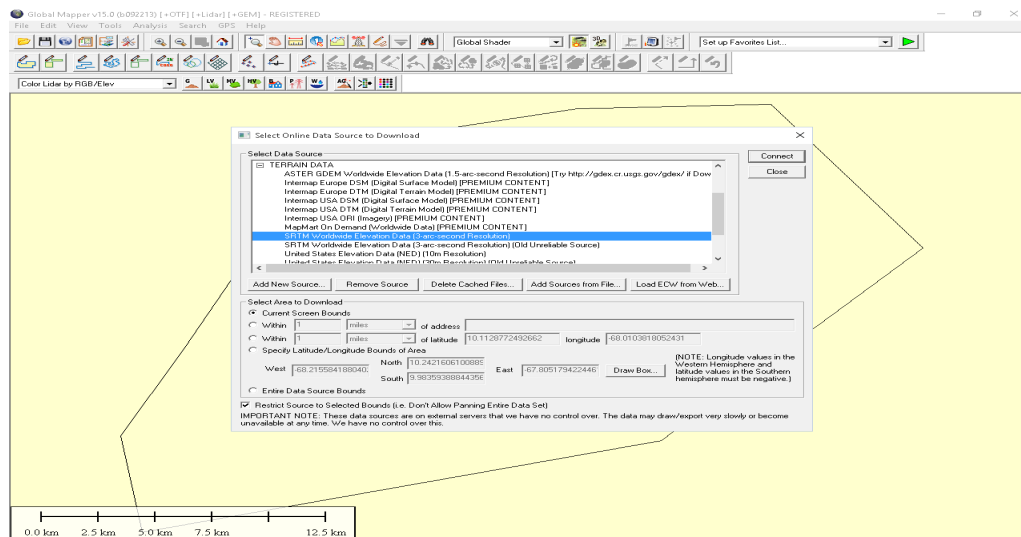


Figura 27 Cuadro en donde se selecciona la opción SRTM

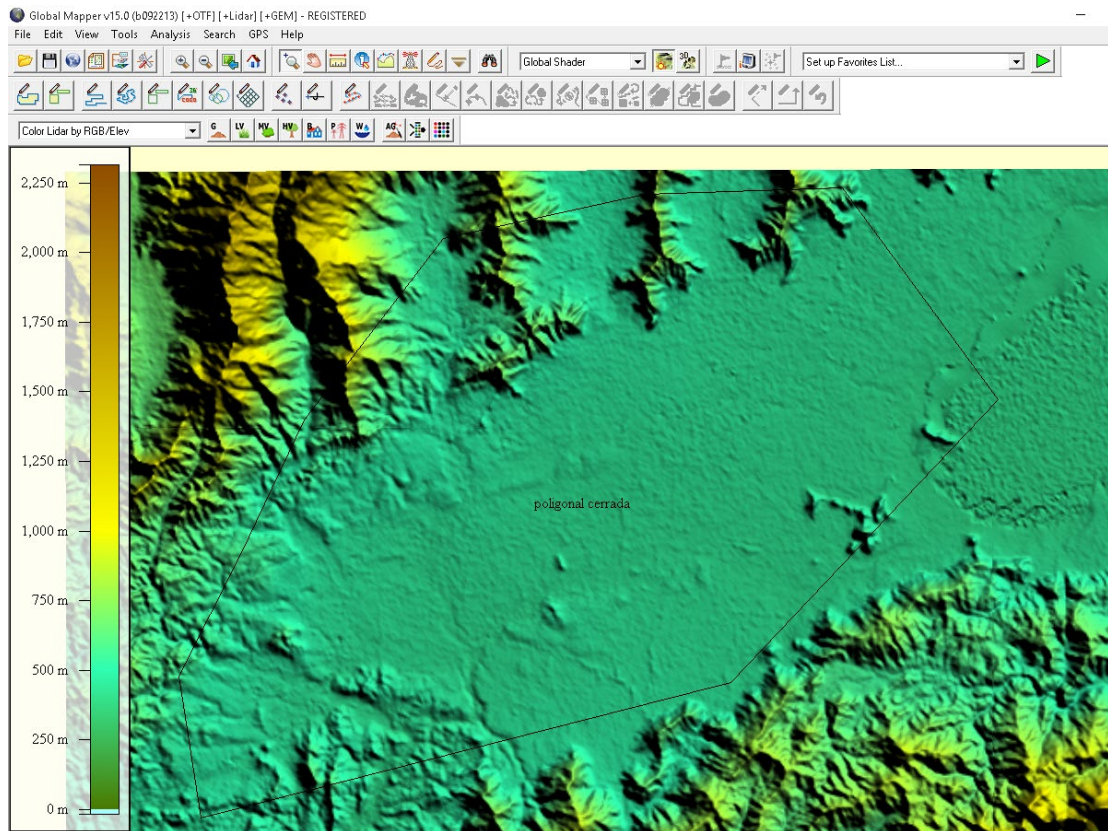


Figura 28 Vista de la topografía de terreno con G.M.

Considerándose que la topografía era propicia para el diseño de la vialidad se hizo un trazado “A mano alzada” en el primer software antes mencionado (Google Earth) con el comando “Añade ruta” para luego exportarlo a “Global Mapper” haciendo los pasos anteriores nuevamente. Ahora era necesario remarcar una poligonal abierta bien definida, para ello se utilizó un 3er software basado en diseño de dibujo bidimensional llamado “AutoCad” donde sería exportada la ruta, utilizando el comando “Export vector format” (Exportar a formato vectorizado), archivo tipo DWG ver figura 29.

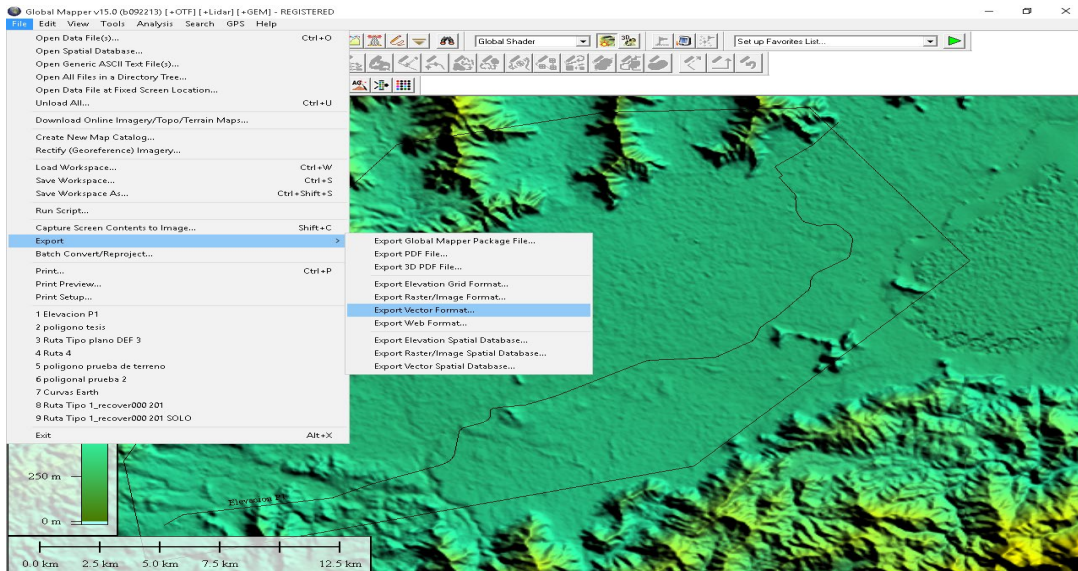


Figura 29 Selección de comando export vector format

Este último comando nos guarda el archivo en el formato DWG para editarlo. Ya abierto el “AutoCad” buscamos el archivo guardado lo abrimos y con ayuda del comando “Line” (Linea) definimos en su totalidad la poligonal que se usara para realizar el diseño geométrico de la vía ver figuras 30 y 31.

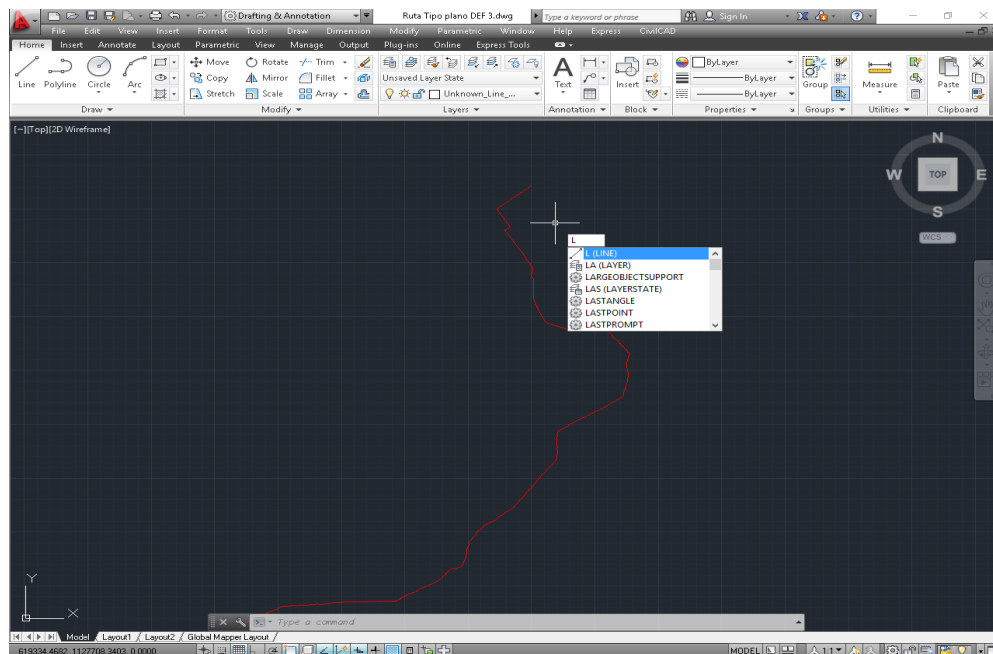


Figura 30 Comando line para redefinir la poligonal abierta

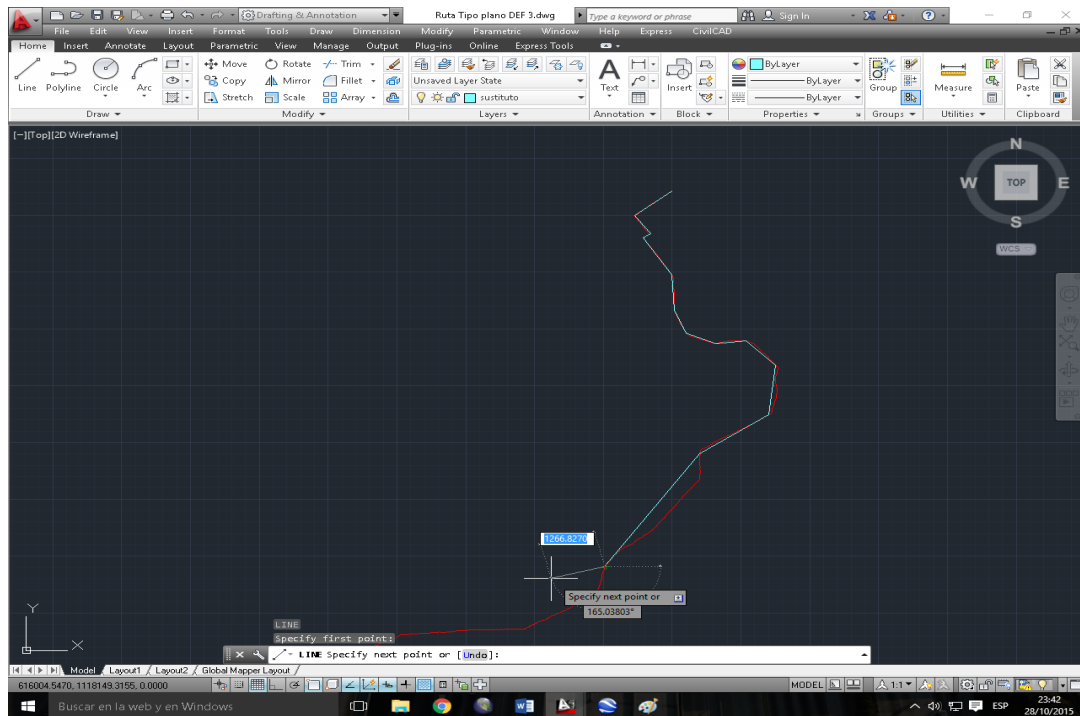


Figura 31 Redefiniendo la poligonal abierta

### 4.3 Diseñar una vía alterna tipo circunvalación.

#### 4.3.1 Directrices fundamentales del trazado: Velocidad Proyecto y Radio mínimo

La velocidad escogida para proyectar y relacionar los elementos geométricos de la vía fue de 80Km/h, en donde en función a nuestra velocidad escogida nuestro radio mínimo es de 200m. Basándonos en la norma venezolana para proyectos de carreteras 1997.

#### Sección Transversal

El análisis de demanda se basó en una observación directa en donde esta nos arrojó un volumen por hora de 8300 automóviles el cual según la figura 32 nos dice que el sitio estudiado no está cumpliendo con su capacidad ideal.

Tabla 8.1 Capacidad ideal

TIPO DE VIA	CAPACIDAD EN VPH
Carretera de 2 canales	3200 vph total en ambos sentidos
Autopista de 4 o 6 canales	2000 vph por canal

Figura 32 Capacidad ideal

El diseño de la sección transversal corresponde al análisis de demanda, transporte y tránsito. Se ha usado una sección con rampas separadas, correspondiendo para cada rampa en la siguiente tabla 5, ver figura 33.

Tabla 5 Sección de media Vía

2 canales de 3,60 m c/u	7,20
1 hombrillo externo de 2,00 m	2,00
<b>TOTAL RAMPA</b>	<b>9,2</b>

Tabla 6 Sección de la vía completa

2 rampas	18,4
isla central	4,00
<b>TOTAL SECCION</b>	<b>22,40</b>

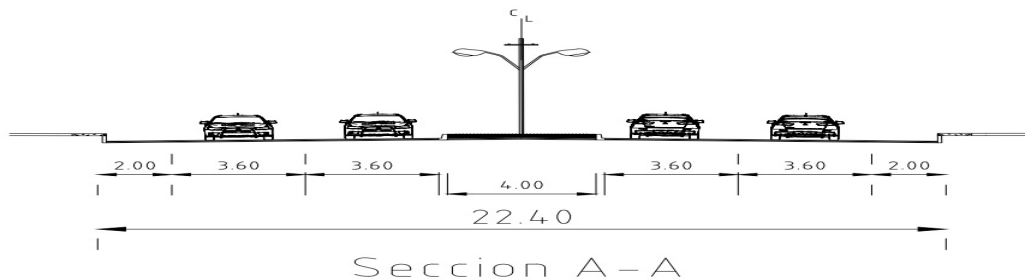


Figura 33 Sección transversal de la vía

### 4. 3.2 Elementos geométricos del trazado.

#### 4.3.2.1 Alineamiento Horizontal

**Geometrización:** Por tratarse de una autopista y a fin de cumplir con las directrices de diseño, la geometrización resultante se adapta al desarrollo de una vía que tiene como características una arteria de tránsito siempre dividida con control parcial de acceso.

**Longitud máxima en rectas:** La longitud de los trayectos en recta está limitada por las condiciones topográficas. Sin embargo, en carreteras, no son recomendables trayectos en recta más largos que los que puedan recorrerse en 90 segundos según la velocidad de diseño, como se ve en la figura 24.

kph	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
m	1000	1350	1650	2000	2300	2650	3000	3300	3650	4000

Figura 34 Longitud máxima recomendable en recta

Fuente: Norma Venezolana de Carreteras 1997.

**Radios de curvatura:** A lo largo del trazado existen veintinueve (29) curvas horizontales, descritas de la siguiente forma en la tabla 7.

Tabla 7 tipo de curva y radios usados en el plano horizontal

	PROGRESIVAS	SIMPLE	2 RADIOS	CLOTOIDE	REVERTIDA
	<b>RADIOS DE CURVAS (m)</b>				
<b>V5</b>	6+760,60 hasta 7+166,34	500			
<b>V6</b>	7+978,54 hasta 8+320,85.	400			
<b>V7</b>	9+627,16 hasta 10+467,31.	900			

<b>V8</b>	10+587,91 hasta 10+960,44.		800	400			
<b>V9</b>	13+051,83 hasta 13+154,97	800					
<b>V10</b>	13+643,47 hasta 14+044,48.		900	600			
<b>V11</b>	14+409,25 hasta 14+ 914,01		900	600			
<b>V12</b>	16+417,97 hasta 16+762,60		900	600			
<b>V13</b>	19+248,53 hasta 19+532,40		800	500			
<b>V14</b>	20+455,51 hasta 20+540,89.	500					
<b>V15</b>	21+435,81 hasta 21+776,69.	1000					
<b>V16</b>	22+526,69 hasta 22+697,38	1000					
<b>V17</b>	23+761,61 hasta 23+796,83.	300					
<b>V18</b>	25+189,65 hasta 25+254,18.	250					
<b>V19</b>	26+450,20 hasta 26+909,10				200		
<b>V20</b>	26+979,22 hasta 27+609,54.	500					

<b>V21</b>	28+454,21 hasta 28+804,80		500	300				
<b>V22</b>	30+054,89 hasta 31+001,85.	900						
<b>V23</b>	33+974,21 hasta 33+995,25.	250						
<b>V24</b>	34+619,19 hasta 34+794,89	500						
<b>V25</b>	35+417,52 hasta 35+721,94	250						
<b>V26</b>	35+853,86 hasta					500	200	500
<b>V27</b>	36+098,40							
<b>V28</b>	36+906,45 hasta 37+555,68.	1000						
<b>V29</b>	38+152,86 hasta 38+965,95.	1000						
<b>V30</b>	40+017,43 hasta 40+533,80.	1000						
<b>V31</b>	42+722,17 hasta					150	150	
<b>V32</b>	42+883,13							
<b>V33</b>	42+722,17 hasta 42+797,17	150						
<b>V34</b>	42+383,80 hasta 42+487,66.	150						

Los distribuidores tipo trébol se muestran a continuación en la tabla 8:

Tabla 8 Radios usados en el plano horizontal para los distribuidores

	PROGRESIVAS	CURVON 1			CURVON 2			CURVON 3			CURVON 4		
		RADIOS DE CURVAS (m)											
<b>V1 hasta V3'</b>	0+347,48 hasta 1+058,24	90	65	150	150	65	75						
	11+460,44 hasta 12+510,44	90	80	70	90	80	70	90	80	70	90	80	70

Esta fase requirió del diseño geométrico de curvas, canales de incorporación, desincorporación y enlaces tipo trébol a lo largo del trazado geométrico. Para ello se empieza a describir los siguientes cálculos con las progresivas del trazado de manera que se puedan verificar de una manera ordenada.

Se diseñó la intersección tipo trébol la cual se encuentra entre las progresivas 0+347,48 hasta 1+058,24, teniendo esta un desnivel de 5m con la ARC, dicho diseño servirá para ingresar a la avenida principal de paraparal como también poder incorporarse a la ARC, para efectos de la intersección se realizaron los siguientes cálculos. Ver Figura 35.

**Curvon uno, desincorporación de la ARC hacia la avenida principal de paraparal sentido Yagua – Campo Carabobo.**

Curva n°1 (curva simple), vértice 1.

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 127^{\circ}03'36''$$

Calculado su longitud de curva

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 127^{\circ}03'36''}{180} = 199,58m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{127^{\circ}03'36''}{2}\right) = 180,74m$$

Curva n°2 (curva simple), vértice 2.

$$Radio = 65m \quad \therefore \Delta c = 90^\circ$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 65 * 90^\circ}{180} = 102,10m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 65m * \tan\left(\frac{90^\circ}{2}\right) = 65m$$

Curva n°3 (curva simple), Vértice 3

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 59^\circ 44' 10''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 59^\circ 44' 10''}{180} = 156,39m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{59^\circ 44' 10''}{2}\right) = 86,14m$$

**Curvon dos, incorporación desde la avenida principal de parapara a la ARC sentido Yagua-Valencia.**

Curva n°1 (simple), vértice 1'.

$$Radio = 75m \quad \therefore \Delta c = 113^\circ 27' 50''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 75 * 113^\circ 27' 50''}{180} = 148,52m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 75m * \tan\left(\frac{113^{\circ}27'50''}{2}\right) = 114,31m$$

Curva n°2 (Simple), Vértice 2'.

$$Radio = 65m \quad \therefore \Delta c = 90^{\circ}$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 65 * 90^{\circ}}{180} = 102,10m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 65m * \tan\left(\frac{90^{\circ}}{2}\right) = 65m$$

Curva n°3 (Simple), vértice 3'.

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 59^{\circ}44'10''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 59^{\circ}44'10''}{180} = 156,39m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{59^{\circ}44'10''}{2}\right) = 86,14m$$

Sabiendo que es posible la existencia de un área de entrecruce entre los curvones se calculó un valor aproximado de aceleración y frenado que va a depender del flujo vehicular de la vía, se preveo una longitud estimada de la siguiente manera. Para este cálculo del canal se tomó una velocidad de 60km/h en el canal lento de la ARC la cual pretende llegar a un curvon con una velocidad de 45km/h. los cálculos efectuados se muestran a continuación. Prog. 0+347,48 a 0+547,48

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} \quad \therefore V = 45 \frac{km}{h} \quad \therefore a = -0,5 \frac{m}{s^2}$$

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 16,66 \frac{m}{s}$$

$$V = 45 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 12,50 \frac{m}{s}$$

$$S = \frac{(V_0^2 - V^2)}{2a} \rightarrow S = \frac{(16,66)^2 - (12,50)^2}{2 * (0,5)} = 121,30m$$

Escogiendo la desaceleración más desfavorable de la tabla 4, debida a la geometría de la poligonal se cumple con la distancia de desaceleración.

La intersección también cuenta con un canal de desincorporación para los conductores que vienen en el sentido Valencia-Yagua para incorporarse en la avenida principal de paraparal.

#### **Canal de desincorporación en la ARC sentido Valencia-Yagua.**

Asumiendo una velocidad de 60km/h en el canal lento de la ARC la cual se pretende llegar a una curva circular con una velocidad de 45km/h. los cálculos efectuados se muestran a continuación.

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} \quad \therefore V = 45 \frac{km}{h} \quad \therefore a = 0,5 \frac{m}{s^2}$$

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 16,66 \frac{m}{s}$$

$$V = 45 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 12,50 \frac{m}{s}$$

$$S = \frac{(V_0^2 - V^2)}{2a} \rightarrow S = \frac{(16,66)^2 - (12,50)^2}{2 * (0,5)} = 121,30m$$

Escogiendo una desaceleración más desfavorable según la tabla 4. Los cálculos efectuados para el diseño de la curva circular en el vértice 4 se muestran a continuación.

$$Radio = 100m \quad \therefore \Delta c = 96^{\circ}48'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 100 * 96^{\circ}48'0''}{180} = 168,95m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 100m * \tan\left(\frac{96^{\circ}48'0''}{2}\right) = 112,63m$$

La intersección también tiene un canal de incorporación para los que provienen de la avenida principal de parapara y sus adyacencias puedan retornar a la ARC sentido Valencia- Yagua.

#### **Canal de incorporación, sentido Valencia-Yagua.**

Para el canal de incorporación a la ARC sentido campo Carabobo -Guacara se asumió pasar de 45km/h a una velocidad de entrada de 60km/h en el canal lento de la ARC, los cálculos se muestran a continuación.

$$V_0 = 45 \frac{km}{h} \quad \therefore V = 60 \frac{km}{h} \quad \therefore a = 0,7 \frac{m}{s^2}$$

$$V = 60 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 16,66 \frac{m}{s}$$

$$V_0 = 45 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{1km} * \frac{1h}{3600s} = 12,50 \frac{m}{s}$$

$$S = \frac{(V^2 - V_0^2)}{2a} \rightarrow S = \frac{(16,66)^2 - (12,50)^2}{2 * (0,7)} = 86,64m$$

En donde se tomó como aceleración más desfavorable siendo esta las de los vehículos pesados ver tabla 3. En donde para poder realizar esta incorporación se tiene que realizar unos cambios en lo que es una entrada a una estación de servicios en desuso

que queda en las adyacencias de este canal diseñado para una mejor visualización ver figura 35.

Los cálculos efectuados para el diseño de la curva circular en el vértice 4' se muestran a continuación.

$$Radio = 100m \quad \therefore \Delta c = 83^{\circ}12'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 100 * 83^{\circ}12'0''}{180} = 145,21m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 100m * \tan\left(\frac{83^{\circ}12'0''}{2}\right) = 88,78m$$

Este caso también conllevo una serie de cálculos para realizar el desplazamiento de la entrada a la estación de servicios en desuso, ver figura 36. Los cálculos para el rediseño de las curvas fueron.

Primera curva circular simple

$$Radio = 30m \quad \therefore \Delta c = 51^{\circ}18'36''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 30 * 51^{\circ}18'36''}{180} = 26,86m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 30m * \tan\left(\frac{51^{\circ}18'36''}{2}\right) = 14,40m$$

Segunda curva circular simple

$$Radio = 14m \quad \therefore \Delta c = 85^{\circ}42'36''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 14 * 85^{\circ}42'36''}{180} = 20,94m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 14m * \tan\left(\frac{85^{\circ}42'36''}{2}\right) = 12,98m$$

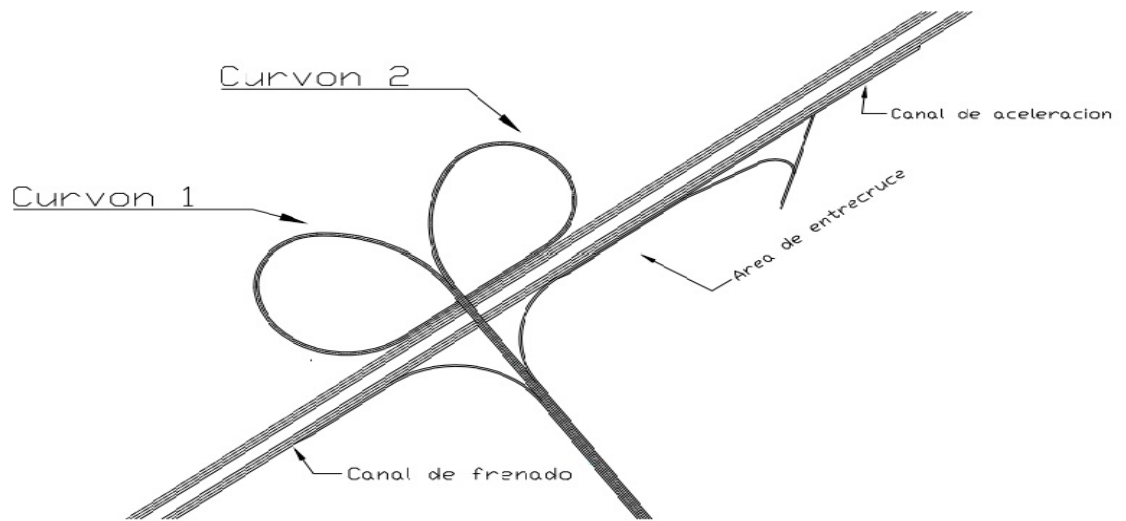


Figura 35 Trébol de 2 hojas, con el desplazamiento del canal de la estacione de servicios en desuso.



Figura 36 Canal de desincorporacion de la ARC a la estación de servicios abandonada.

Teniendo en cuenta que desde la progresiva 1+546,70 hasta la 6+640,60 es vía ya existente pero para efectos de tener una medida del tramo se le han hechos las progresivas, en donde es aquí cuando se agranda la vía para hacer referencia a la vía propuesta. Siguiendo con los cálculos de las curvas circulares calculadas.

**Curva simple autopista circunvalante sentido Yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 6+760,60 hasta 7+166,34 (Vértice 5).**

$$Radio = 500m \quad \therefore \Delta c = 46^{\circ}29'35''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 500 * 46^{\circ}29'35''}{180} = 405,73m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 500m * \tan\left(\frac{46^{\circ}29'35''}{2}\right) = 214,78m$$

**Curva simple autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 7+978,54 hasta 8+320,85 (Vértice 6).**

$$Radio = 400m \quad \therefore \Delta c = 49^{\circ}01'52''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 400 * 49^{\circ}01'52''}{180} = 342,30m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 400m * \tan\left(\frac{49^{\circ}01'52''}{2}\right) = 182,42m$$

**Curva simple autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 9+627,16 hasta 10+467,31 (Vertice 7).**

$$Radio = 900m \quad \therefore \Delta c = 53^{\circ}29'06''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 900 * 53^{\circ}29'06''}{180} = 840,14m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 900m * \tan\left(\frac{53^{\circ}29'06''}{2}\right) = 453,49m$$

**Curva compuesta, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 10+587,91 hasta 10+960,44 (Vertice 8).**

Para esta curva se hallan 2 condiciones:

- 1) Su longitud no debe ser menor a 150 metros
- 2) Su Radio Grande  $\leq$  2,5 Radio Pequeño

$$Rp = 400m \quad \therefore Rg = 800m \quad \therefore \Delta t = 142^{\circ}7'58''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^\circ} \rightarrow \frac{22^\circ 31' 52'' * \pi * 400m}{180^\circ} = 157,29m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 142^\circ 7' 58'' - 22^\circ 31' 52'' = 15^\circ 20' 10''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^\circ} \rightarrow \frac{15^\circ 20' 10'' * \pi * 800m}{180^\circ} = 214,13m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 800m * \tan\left(\frac{15^\circ 20' 10''}{2}\right) = 107,71m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 400m * \tan\left(\frac{22^\circ 31' 52''}{2}\right) = 79,68m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^\circ - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^\circ - 142^\circ 7' 58'' = 37^\circ 52' 02''$$

Para el cálculo de a:

$$\begin{aligned} \frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} &= \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow a = \frac{(107,71m + 79,68m) * \sin(22^\circ 31' 52'')}{\sin(37^\circ 52' 02'')} \\ &= 116,98m \end{aligned}$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(107,71m + 79,68m) * \sin(15^\circ 20' 10'')}{\sin(37^\circ 52' 02'')} = 80,74m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 107,71m + 116,98m = 224,68m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 79,68m + 80,74m = 160,42m$$

**Intersección de enlace tipo Trébol completo, de la autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, el cual está comprendido entre las Progresivas 11+460,44 hasta 12+510,44.**

Este tipo de enlaces se utilizan específicamente en las intersecciones cuando hay unión de 2 o más vías, los cálculos mostrados son del distribuidor de 4 hojas mostrado en el plano horizontal en donde la velocidad es de 50km/H dado su menor radio. El cual cumple con las especificaciones de la norma venezolana de carreteras.

**Curvon uno, desincorporación de la autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo hacia la troncal 11 (vía güigüe).**

Curva n°1 (simple)

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 67^\circ 51' 04''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 67^\circ 51' 04''}{180} = 106,58m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{67^\circ 51' 04''}{2}\right) = 60,54m$$

Curva n°2 (Simple)

$$Radio = 80m \quad \therefore \Delta c = 96^\circ 15' 06''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 80 * 96^{\circ}15'06''}{180} = 134,39m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 80m * \tan\left(\frac{96^{\circ}15'06''}{2}\right) = 89,24m$$

Curva n°3 (Simple)

$$Radio = 70m \quad \therefore \Delta c = 79^{\circ}50'24''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 70 * 79^{\circ}50'24''}{180} = 97,54m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 70m * \tan\left(\frac{79^{\circ}50'24''}{2}\right) = 58,57m$$

**Curva de desincorporación de la troncal 11 (vía güigüe).**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 68^{\circ}32'10''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 68^{\circ}32'10''}{180} = 108,19m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{68^{\circ}32'10''}{2}\right) = 61,62m$$

**Curva de Incorporación a la autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo.**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 47^{\circ}31'12''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 47^{\circ}31'12''}{180} = 74,64m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{47^{\circ}31'12''}{2}\right) = 39,81m$$

**Curvon dos, incorporación de la troncal 11 (vía Flor amarillo) hacia la autopista circunvalante sentido Yagua-campo Carabobo.**

Curva n°1 (Simple)

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 125^{\circ}18'36''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 125^{\circ}18'36''}{180} = 196,84m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{125^{\circ}18'36''}{2}\right) = 174,04m$$

Curva n°2 (Simple)

$$Radio = 80m \quad \therefore \Delta c = 40^{\circ}04'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 80 * 40^{\circ}04'48''}{180} = 55,96m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 80m * \tan\left(\frac{40^{\circ}04'48''}{2}\right) = 29,18m$$

Curva n°3 (Simple)

$$Radio = 70m \quad \therefore \Delta c = 130^{\circ}40'12''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 70 * 130^{\circ}40'12''}{180} = 159,64m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 70m * \tan\left(\frac{130^{\circ}40'12''}{2}\right) = 152,43m$$

**Curva de desincorporación de la autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo.**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 17^{\circ}44'35''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 17^{\circ}44'35''}{180} = 28,01m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{17^{\circ}44'35''}{2}\right) = 14,11m$$

**Curva de Incorporación a troncal 11 (vía flor amarillo)**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 46^{\circ}12'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 46^{\circ}12'0''}{180} = 72,93m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{46^{\circ}12'0''}{2}\right) = 38,58m$$

**Curvon tres, desincorporación de la autopista circunvalante sentido campo  
Carabobo-yagua hacia troncal 11 (vía flor amarillo)**

Curva n°1 (Simple)

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 67^{\circ}45'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 67^{\circ}45'0''}{180} = 106,42m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{67^{\circ}45'0''}{2}\right) = 60,43m$$

Curva n°2 (simple)

$$Radio = 80m \quad \therefore \Delta c = 117^{\circ}24'5''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 80 * 117^{\circ}24'5''}{180} = 163,92m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 80m * \tan\left(\frac{117^{\circ}24'5''}{2}\right) = 131,58m$$

Curva n°3 (simple)

$$Radio = 70m \quad \therefore \Delta c = 70^{\circ}52'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 70 * 70^{\circ}52'48''}{180} = 86,60m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 70m * \tan\left(\frac{70^{\circ}52'48''}{2}\right) = 42,82m$$

**Curva de Incorporación a la autopista circunvalante sentido campo Carabobo-yagua**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 46^{\circ}12'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 46^{\circ}12'0''}{180} = 72,93m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{46^{\circ}12'0''}{2}\right) = 38,58m$$

**Curva de desincorporación de la troncal 11 (vía flor amarillo)**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 26^{\circ}56'24''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 26^{\circ}56'24''}{180} = 42,53m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{26^{\circ}56'24''}{2}\right) = 21,66m$$

**Curvon cuatro, desincorporación de la troncal 11 (vía güigüe) hacia la autopista circunvalante sentido campo Carabobo-yagua.**

Curva n°1 (simple)

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 124^{\circ}41'24''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 124^{\circ}41'24''}{180} = 195,86m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{124^{\circ}41'24''}{2}\right) = 171,75m$$

Curva n°2 (simple)

$$Radio = 80m \quad \therefore \Delta c = 56^{\circ}15'54''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 80 * 56^{\circ}15'54''}{180} = 78,56m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 80m * \tan\left(\frac{56^{\circ}15'54''}{2}\right) = 42,77m$$

Curva n°3 (simple)

$$Radio = 70m \quad \therefore \Delta c = 103^{\circ}0'0''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 70 * 103^{\circ}0'0''}{180} = 125,84m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 70m * \tan\left(\frac{103^{\circ}0'0''}{2}\right) = 88m$$

**Curva de Incorporación a la troncal 11 (vía güigüe)**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 43^{\circ}46'30''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 43^{\circ}46'30''}{180} = 69,11m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{43^{\circ}46'30''}{2}\right) = 36,34m$$

**Curva de desincorporación de la autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo.**

$$Radio = 90m \quad \therefore \Delta c = 32^{\circ}15'18''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 90 * 32^{\circ}15'18''}{180} = 50,92m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 90m * \tan\left(\frac{32^{\circ}15'18''}{2}\right) = 26,15m$$

De esta manera obtenemos el cálculo de los cuatro curvones usados para dar forma así al trébol completo, en donde también se puede observar cuatro (4) curvas de incorporación y cuatro (4) curvas de desincorporación de la vía con cuatro ramales para así dar forma al distribuidor. Ver figura 37.

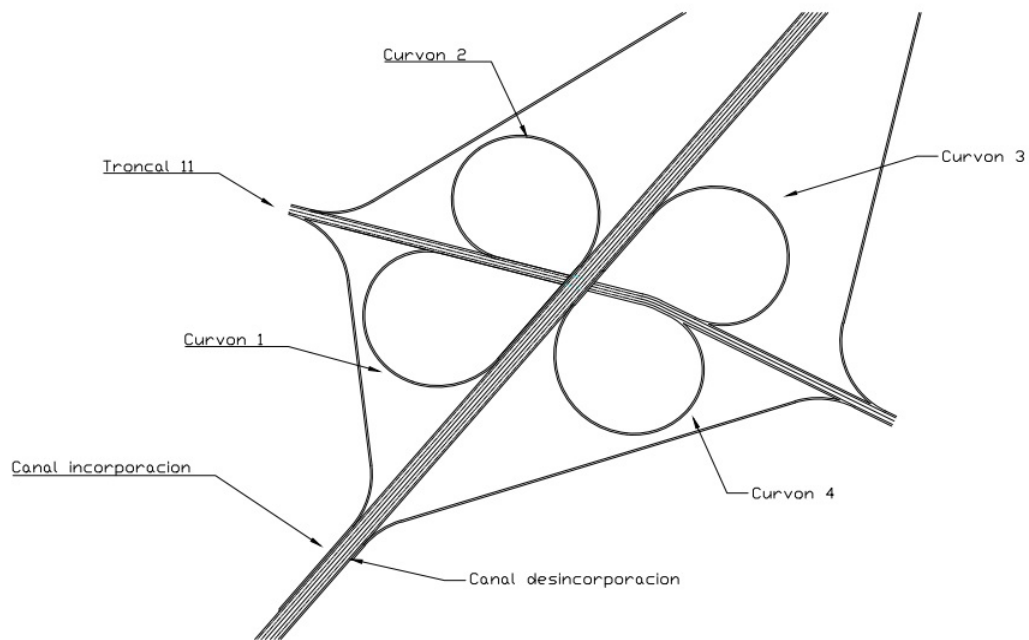


Figura 37 Trebol completo visto en el autoCAD

**Curva Simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 13+051,83 hasta 13+154,97 (Vertice 9).**

$$Radio = 800m \quad \therefore \Delta c = 7^{\circ}23'13''$$

Calculado su longitud de curva

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 800 * 7^{\circ}23'13''}{180} = 103,14m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 800m * \tan\left(\frac{7^{\circ}23'13''}{2}\right) = 51,64m$$

**Curva compuesta de dos radios, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 13+643,47 hasta 14+044,48 (Vertice 10).**

$$Rp = 600m \quad \therefore Rg = 900m \quad \therefore \Delta t = 149^{\circ}24'36''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{15^{\circ}11'24'' * \pi * 600m}{180^{\circ}} = 159,06m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 149^{\circ}24'36'' - 15^{\circ}11'24'' = 15^{\circ}24'0''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{15^{\circ}24'0'' * \pi * 900m}{180^{\circ}} = 214,90m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 900m * \tan\left(\frac{15^{\circ}24'0''}{2}\right) = 121,68m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 600m * \tan\left(\frac{15^{\circ}11'24''}{2}\right) = 80m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^\circ - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^\circ - 149^\circ 24' 36'' = 30^\circ 35' 24''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow a = \frac{(121,68m + 80m) * \sin(15^\circ 11' 24'')}{\sin(30^\circ 35' 24'')} = 103,85m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(121,68m + 80m) * \sin(15^\circ 24' 0'')}{\sin(30^\circ 35' 24'')} = 105,25m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 121,68m + 103,85m = 225,53m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 80m + 105,25m = 185,25m$$

**Curva compuesta de dos radios, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 14+409,25 hasta 14+ 914,01 (Vertice 11).**

$$Rp = 600m \therefore Rg = 900m \therefore \Delta t = 139^\circ 29' 13''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^\circ} \rightarrow \frac{25^\circ 08' 10'' * \pi * 600m}{180^\circ} = 263,22m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 139^\circ 29' 13'' - 25^\circ 08' 10'' = 15^\circ 22' 37''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^\circ} \rightarrow \frac{15^\circ 22' 37'' * \pi * 900m}{180^\circ} = 241,54m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 900m * \tan\left(\frac{15^\circ 22' 37''}{2}\right) = 121,50m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 600m * \tan\left(\frac{25^\circ 08' 10''}{2}\right) = 133,76m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^\circ - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^\circ - 139^\circ 29' 13'' = 40^\circ 30' 47''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow$$

$$a = \frac{(121,50m + 133,76m) * \sin(25^\circ 08' 10'')}{\sin(40^\circ 30' 47'')} = 166,91m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow$$

$$b = \frac{(121,50m + 133,76m) * \sin(15^\circ 22' 37'')}{\sin(40^\circ 30' 47'')} = 104,20m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 121,50m + 166,91m = 288,41m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 133,76m + 104,20m = 237,96m$$

**Curva compuesta de dos radios, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 16+417,97 hasta 16+762,60 (Vertice 12).**

$$Rp = 600m \quad \therefore Rg = 900m \quad \therefore \Delta t = 151^{\circ}07'08''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{20^{\circ}52'52'' * \pi * 600m}{180^{\circ}} = 218,66m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 151^{\circ}07'08'' - 20^{\circ}52'52'' = 8^{\circ}$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{8^{\circ} * \pi * 900m}{180^{\circ}} = 125,66m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 900m * \tan\left(\frac{8^{\circ}}{2}\right) = 62,93m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 600m * \tan\left(\frac{20^{\circ}52'52''}{2}\right) = 110,56m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^{\circ} - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^{\circ} - 151^{\circ}07'08'' = 28^{\circ}52'52''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow$$

$$a = \frac{(62,93m + 110,56m) * \sin(20^{\circ}52'52'')}{\sin(28^{\circ}52'52'')} = 128,03m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(62,93m + 110,56m) * \sin(8^{\circ})}{\sin(28^{\circ}52'52'')} = 50m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 62,93m + 128,03m = 190,96m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 110,56m + 50m = 237,96m$$

**Curva compuesta de dos radios, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 16+248,53 hasta 19+532,40 (Vertice 13).**

$$Rp = 500m \quad \therefore Rg = 800m \quad \therefore \Delta t = 154^{\circ}11'35''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{14^{\circ}36'25'' * \pi * 500m}{180^{\circ}} = 152,96m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 154^{\circ}11'35'' - 14^{\circ}36'25'' = 11^{\circ}12'0''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{11^{\circ}12'0'' * \pi * 800m}{180^{\circ}} = 175,92m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 800m * \tan\left(\frac{11^{\circ}12'0''}{2}\right) = 88,25m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 500m * \tan\left(\frac{14^\circ 36' 25''}{2}\right) = 76,90m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^\circ - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^\circ - 154^\circ 11' 35'' = 25^\circ 48' 25''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow a = \frac{(88,25m + 76,90m) * \sin(14^\circ 36' 25'')}{\sin(25^\circ 48' 25'')} = 95,67m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(88,25m + 76,90m) * \sin(11^\circ 12' 0'')}{\sin(25^\circ 48' 25'')} = 73,68m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 88,25m + 95,76m = 183,91m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 76,90m + 73,68m = 150,58m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 20+455,51 hasta 20+540,89 (Vertice 14).**

$$Radio = 500m \quad \therefore \Delta c = 9^\circ 45' 54''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 500 * 9^\circ 45' 54''}{180} = 85,22m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 500m * \tan\left(\frac{9^{\circ}45'54''}{2}\right) = 42,71m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 21+435,81 hasta 21+776,69 (Vertice 15).**

$$Radio = 1000m \quad \therefore \Delta c = 19^{\circ}31'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 1000 * 19^{\circ}31'48''}{180} = 340,86m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 1000m * \tan\left(\frac{19^{\circ}31'48''}{2}\right) = 172,10$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 22+526,69 hasta 22+697,38 (Vertice 16).**

$$Radio = 1000m \quad \therefore \Delta c = 9^{\circ}45'36''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 1000 * 9^{\circ}45'36''}{180} = 170,34m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 1000m * \tan\left(\frac{9^{\circ}45'36''}{2}\right) = 85,38m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 23+761,61 hasta 23+796,83 (Vertice 17).**

$$Radio = 300m \quad \therefore \quad \Delta c = 6^{\circ}43'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 300 * 6^{\circ}43'48''}{180} = 35,24m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 300m * \tan\left(\frac{6^{\circ}43'48''}{2}\right) = 17,63m$$

**Curva Simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 25+189,65 hasta 25+254,18 (Vertice 18).**

$$Radio = 250m \quad \therefore \quad \Delta c = 14^{\circ}47'20''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 250 * 14^{\circ}47'20''}{180} = 64,53m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 250m * \tan\left(\frac{14^{\circ}47'20''}{2}\right) = 32,44m$$

**Curva clotoide, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 26+450,20 hasta 26+909,10 (Vertice 19).**

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

$$\text{Radio} = 200m \quad \therefore Vp = 80 \frac{km}{H} \quad \therefore \Delta c = 57^{\circ}33'34'' \quad \therefore \theta_{\epsilon} = 14^{\circ}47'15'' \quad \therefore \\ \Delta t = 92^{\circ}51'56''$$

Calculo de longitud de espiral.

$$1) Le \geq 30m$$

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

$$Le = 0,0522 * \frac{(80)^3}{200} - 6,64 * 80 * 0,10 = 80,51m$$

$$\text{Peralte} = 0,007865 * \frac{V^2}{R} - f \rightarrow P = 0,007865 * \frac{(80)^2}{200} - 0,15 = 0,10$$

$$\text{friccion} = 0,26 - 0,00133 * V \rightarrow f = 0,26 - 0,00133 * 80 = 0,15$$

$$3) Le = 0,75 * a * P * n \rightarrow Le = 0,75 * 11,2 * 0,10 * 200 = 168m$$

De todas las longitudes de espiral calculadas se toma la mayor, ahora calculamos la longitud de curva circular (Lcc).

$$Lcc = \frac{\Delta c * \pi * R}{180^{\circ}} \rightarrow Lcc = \frac{57^{\circ}33'34'' * \pi * 200}{180^{\circ}} = 200,92m$$

$$Lc_{total} = 2 * Le + Lcc \rightarrow Lc = 2(168) + 200,92 = 536,92m$$

Calculando el  $\theta_{\epsilon}$ :

$$\theta_{\epsilon} = \frac{Le}{2 * R} \rightarrow \theta_{\epsilon} = \frac{168}{2 * 200} = 0,42rad \quad \therefore \theta_{\epsilon} = 24^{\circ}3'52''$$

Calculando la deflexión total ( $\Delta t$ ):

$$\Delta t = \Delta c + 2 * \theta_{\epsilon} \rightarrow \Delta t = 57^{\circ}33'34'' + 2 * (24^{\circ}3'52'') = 105^{\circ}41'18''$$

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

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

$$Te = Ts = 83,45 + (200 + 5,84) * \tan\left(\frac{105^{\circ}41'18''}{2}\right) = 355,07m$$

$$K = Xc - (R * \sin \theta \varepsilon) \rightarrow K = 165,01 - (200 * \sin(24^\circ 3' 52'')) = 83,45m$$

$$P = Yc - (R * (1 - \cos \theta \varepsilon)) \rightarrow$$

$$P = 23,22 - (200 * (1 - \cos(24^\circ 3' 52''))) = 5,84$$

$$Xc = Le * \left(1 - \frac{\theta \varepsilon^2}{10} + \frac{\theta \varepsilon^4}{216}\right) \rightarrow$$

$$Xc = 168 * \left(1 - \frac{0,42^2}{10} + \frac{0,42^4}{216}\right) = 165,01m$$

$$Yc = Le * \left(\frac{\theta \varepsilon}{3} - \frac{\theta \varepsilon^3}{42}\right) \rightarrow Yc = 168 * \left(\frac{0,42}{3} - \frac{(0,42)^3}{42}\right) = 23,22m$$

Calculo de tangente corta (Tc) y tangente larga (TL):

$$Tc = \frac{Yc}{\sin \theta \varepsilon} \rightarrow \frac{23,22}{\sin(24^\circ 3' 52'')} = 56,94m$$

$$TL = Xc - \frac{Yc}{\tan \theta \varepsilon} \rightarrow 165,01 - \frac{23,22}{\tan(24^\circ 3' 52'')} = 113,01m$$

Para la transición de peralte de la clotoide se tomó una distancia para el cambio de la pendiente en donde se usó la siguiente formula:

$$Bombeo = 2\% \therefore L_{spiral} = 168m \therefore Peralte = 10\%$$

$$D = \frac{bombeo * L_{spiral}}{Peralte} \rightarrow \frac{0,02 * 168}{0,10} = 33,6 m$$

Con esta distancia se procede a sumarle y restarle al TE y ET en donde la curva espiral adoptara la pendiente mostrada y tendrá la pendiente máxima entre los puntos EC y CE como se muestra en la figura 38.

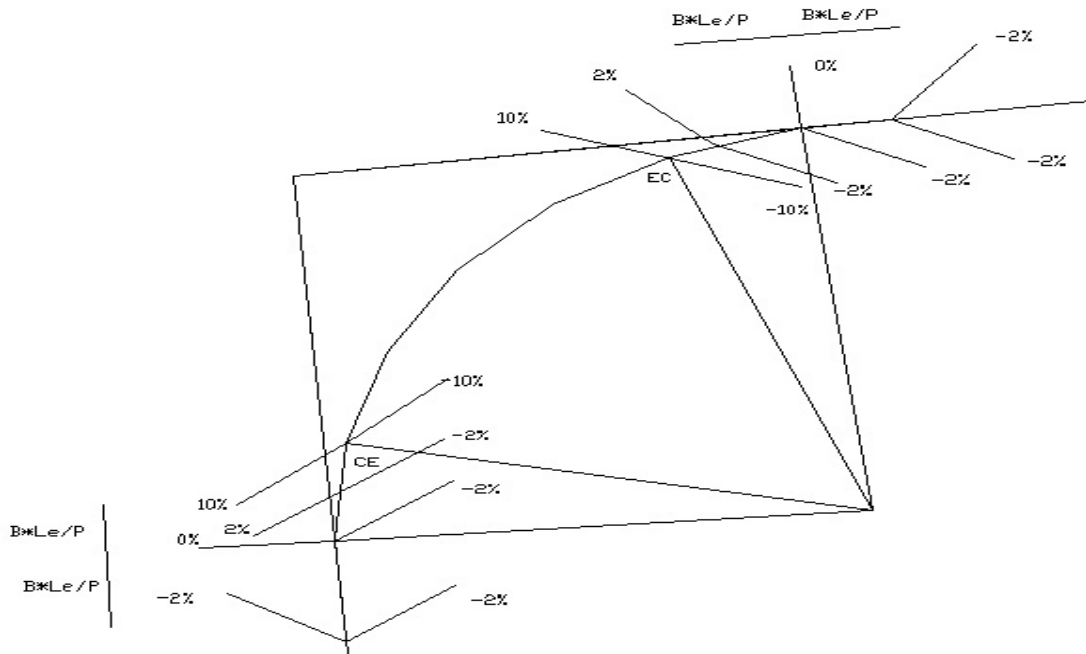


Figura 38 Transición de peralte de la curva clotoide

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 26+979,22 hasta 27+609,54 (Vertice 20).**

$$Radio = 500m \quad \therefore \quad \Delta c = 71^{\circ}37'08''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 500 * 71^{\circ}37'08''}{180} = 624,99m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 500m * \tan\left(\frac{71^{\circ}37'08''}{2}\right) = 360,73m$$

**Curva compuesta de dos radios, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 28+454,21 hasta 28+804,80 (Vertice 21).**

$$Rp = 300m \quad \therefore Rg = 500m \quad \therefore \Delta t = 120^{\circ}30'40''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{48^{\circ}17'20'' * \pi * 300m}{180^{\circ}} = 252,84m$$

$$\Delta c_1 = 180 - \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 180 - 120^{\circ}30'40'' - 48^{\circ}17'20'' = 11^{\circ}12'0''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{11^{\circ}12'0'' * \pi * 500m}{180^{\circ}} = 97,73m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 500m * \tan\left(\frac{11^{\circ}12'0''}{2}\right) = 49,03m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 300m * \tan\left(\frac{48^{\circ}17'20''}{2}\right) = 134,48m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^{\circ} - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^{\circ} - 120^{\circ}30'40'' = 59^{\circ}29'20''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow a = \frac{(49,03m + 134,48m) * \sin(48^{\circ}17'20'')}{\sin(59^{\circ}29'20'')} = 159m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(49,03m + 134,48m) * \sin(11^{\circ}12'0'')}{\sin(59^{\circ}29'20'')} = 41,37m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 49,03m + 159m = 208,02m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 134,48m + 41,37m = 175,84m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 30+054,89 hasta 31+001,85 (Vertice 22).**

$$Radio = 900m \quad \therefore \Delta c = 60^\circ 17' 06''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 900 * 60^\circ 17' 06''}{180} = 946,95m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 900m * \tan\left(\frac{60^\circ 17' 06''}{2}\right) = 522,60m$$

Para la transición de peralte de la curva simple se toma una distancia para el cambio de la pendiente de bombeo en donde se usó las siguientes formulas. Ver figura 39.

$$Vp = \frac{80km}{h} \therefore Ancho\ de\ carril = 7,2m \quad \therefore m = 0,5$$

$$f = 0,26 - 0,001333 * Vp = 0,15$$

$$P = 0,00785 * \frac{V^2}{R} - f \rightarrow P = -0,09 \rightarrow Pmax = 9\%$$

$$Lt = \frac{Ancho\ de\ carril * Pmax}{m(\%)} \rightarrow Lt = \frac{7,2 * 9}{0,5} = 129,60m$$

$$\text{Distancia dentro de la curva: } \frac{1}{3}Lt = 43,2m$$

$$\text{Distancia antes del inicio de la curva: } \frac{2}{3}Lt = 86,4m$$

$$N = \frac{\text{Ancho carril} * \text{PendBombeo}}{m\%} = \frac{7,2 * 2\%}{0,5\%} = 28,8m$$

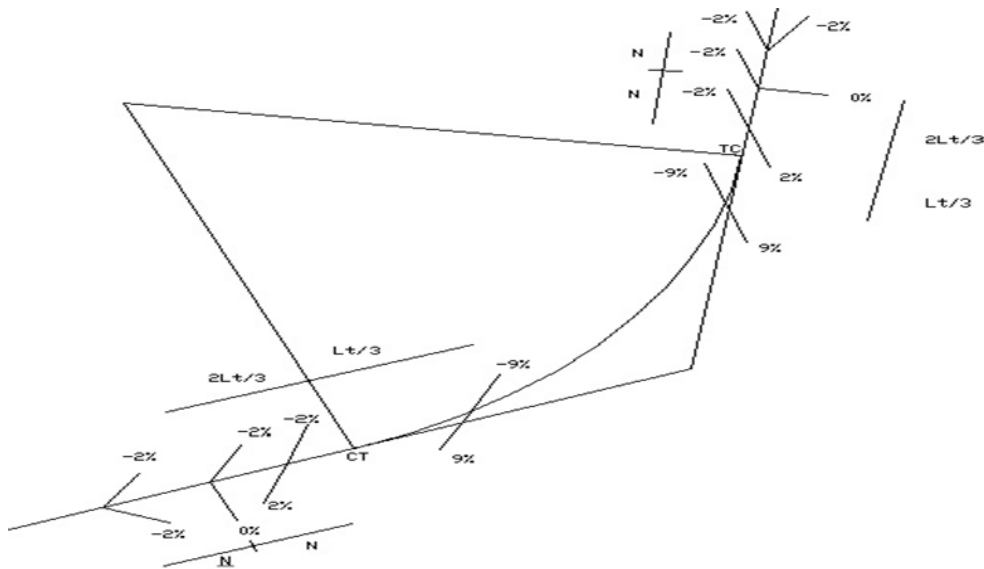


Figura 39 Transición de peralte en curva simple.

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 33+974,21 hasta 33+995,25 (Vertice 23).**

$$\text{Radio} = 250m \quad \therefore \Delta c = 4^{\circ}48'36''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 250 * 4^{\circ}48'36''}{180} = 20,99m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 250m * \tan\left(\frac{4^{\circ}48'36''}{2}\right) = 10,50m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 34+619,19 hasta 34+794,89 (Vertice 24).**

$$Radio = 500m \quad \therefore \Delta c = 20^{\circ}7'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 500 * 20^{\circ}7'48''}{180} = 175,69m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 500m * \tan\left(\frac{20^{\circ}7'48''}{2}\right) = 88,74m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 35+417,52 hasta 35+721,94 (Vertice 25).**

$$Radio = 250m \quad \therefore \Delta c = 69^{\circ}46'12''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 250 * 69^{\circ}46'12''}{180} = 304,43m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 250m * \tan\left(\frac{69^{\circ}46'12''}{2}\right) = 174,30m$$

**Curva tipo revertida, compuesta dos radios a curva simple, autopista circunvalante sentido yagua campo Carabobo entre las progresivas 35+853,86 hasta 36+098,40 (Vertice 26 y 27).**

Calculo curva dos radios:

$$Rp = 200m \quad \therefore \quad Rg = 500m \quad \therefore \quad \Delta t = 49^{\circ}38'04''$$

La deflexión total es obtenida del trazado geométrico.

$$Lc_2 = \frac{\Delta c_2 * \pi * Rp}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{44^{\circ}43'04'' * \pi * 200m}{180^{\circ}} = 156,09m$$

$$\Delta c_1 = \Delta t - \Delta c_2 \rightarrow \Delta c_1 = 49^{\circ}38'04'' - 44^{\circ}43'04'' = 4^{\circ}55'0''$$

$$Lc_1 = \frac{\Delta c_1 * \pi * Rg}{180^{\circ}} \rightarrow \frac{4^{\circ}55'0'' * \pi * 500m}{180^{\circ}} = 42,90m$$

Con las deflexiones de los radios ya obtenidos, procedemos a calcular las tangentes 1 y 2 de la curva.

$$T_1 = Rg * \tan\left(\frac{\Delta c_1}{2}\right) \rightarrow T_1 = 500m * \tan\left(\frac{4^{\circ}55'0''}{2}\right) = 21,47m$$

$$T_2 = Rp * \tan\left(\frac{\Delta c_2}{2}\right) \rightarrow T_2 = 200m * \tan\left(\frac{44^{\circ}43'04''}{2}\right) = 82,27m$$

Ya obtenidas las tangentes, calculamos los complementos de las mismas a y b respectivamente para conocer la tangente de entrada y salida de la curva, aplicando el teorema del seno:

$$\Delta c_3 = 180^{\circ} - \Delta t \rightarrow \Delta c_3 = 180^{\circ} - 49^{\circ}38'04'' = 130^{\circ}21'56''$$

Para el cálculo de a:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{a}{\sin \Delta c_2} \rightarrow a = \frac{(21,47m + 82,27m) * \sin(44^{\circ}43'04'')}{\sin(130^{\circ}21'56'')} = 95,79m$$

Para el cálculo de b:

$$\frac{T_1 + T_2}{\sin \Delta c_3} = \frac{b}{\sin \Delta c_1} \rightarrow b = \frac{(21,47m + 82,27m) * \sin(4^\circ 55' 0'')}{\sin(130^\circ 21' 56'')} = 11,67m$$

La tangente de entrada:

$$Te = T_1 + a \rightarrow Te = 21,47m + 95,79m = 117,25m$$

La tangente de salida:

$$Ts = T_2 + b \rightarrow Ts = 82,27m + 11,67m = 93,93m$$

Calculo Curva Simple:

$$Radio = 500m \quad \therefore \Delta c = 5^\circ 25' 34''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 500 * 5^\circ 25' 34''}{180} = 47,35m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 500m * \tan\left(\frac{5^\circ 25' 34''}{2}\right) = 23,69m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 36+906,45 hasta 37+553,68 (Vertice 28).**

$$Radio = 1000m \quad \therefore \Delta c = 37^\circ 2' 49''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 1000 * 37^\circ 2' 49''}{180} = 646,59m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 1000m * \tan\left(\frac{37^{\circ}2'49''}{2}\right) = 335,05m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 38+152,86 hasta 38+965,95 (Vertice 29).**

$$Radio = 1000m \quad \therefore \Delta c = 46^{\circ}35'10''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 1000 * 46^{\circ}35'10''}{180} = 813,08m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 1000m * \tan\left(\frac{46^{\circ}35'10''}{2}\right) = 430,52m$$

**Curva simple, autopista circunvalante sentido yagua-campo Carabobo, la cual está comprendida entre las Progresivas 40+017,43 hasta 40+533,80 (Vertice 30)**

$$Radio = 1000m \quad \therefore \Delta c = 29^{\circ}35'10''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 1000 * 29^{\circ}35'10''}{180} = 516,37m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 1000m * \tan\left(\frac{29^{\circ}35'10''}{2}\right) = 264,08m$$

**Para realizar el empalme a la vía en el sector campo Carabobo se realizó el siguiente diseño.**

**En el sentido campo Carabobo – Valencia se realizó el siguiente diseño geométrico.**

**Curva simple, la cual está comprendida entre las progresivas 42+383,80 hasta 42+487,66 (Vertice 33).**

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 23^{\circ}12'47''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 23^{\circ}12'47''}{180} = 60,17m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{23^{\circ}12'47''}{2}\right) = 30,80m$$

**Curva simple, la cual está comprendida entre las Progresivas 42+722,17 hasta 42+797,17 (Vertice 34)**

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 21^{\circ}10'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 21^{\circ}10'48''}{180} = 55,56m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{21^{\circ}10'48''}{2}\right) = 28,04m$$

**En el sentido Valencia-Campo Carabobo**

**Curva revertida, la cual está comprendida entre las progresivas 42+722,17 hasta 42+883,13 (Vertice 31 y 32).**

Este tipo de curvas es la unión de dos curvas circulares la cual no presenta mayores condicionantes solo las ya expuestas en el tipo de curvas que se usen. Los cálculos mostrados son de la curva del punto AH.

- 1) El radio de salida de la primera curva será el radio de entrada de la segunda curva.
- 2) Distancia de espacio entre curvas mayor a 40m
- 3) Si el punto 2 no se cumple unir las curvas.

Primera curva simple

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 38^{\circ}11'24''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 38^{\circ}11'24''}{180} = 99,98m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{38^{\circ}11'24''}{2}\right) = 51,92m$$

Segunda curva simple

$$Radio = 150m \quad \therefore \Delta c = 25^{\circ}07'48''$$

Calculado su longitud de curva.

$$Lc = \frac{\pi * R * \Delta c}{180} \rightarrow Lc = \frac{\pi * 150 * 25^{\circ}07'48''}{180} = 65,79m$$

Calculo de la tangente de entrada y tangente de salida.

$$Te = Ts = R * \tan\left(\frac{\Delta c}{2}\right) \rightarrow Te = Ts = 150m * \tan\left(\frac{25^{\circ}07'48''}{2}\right) = 33,43m$$

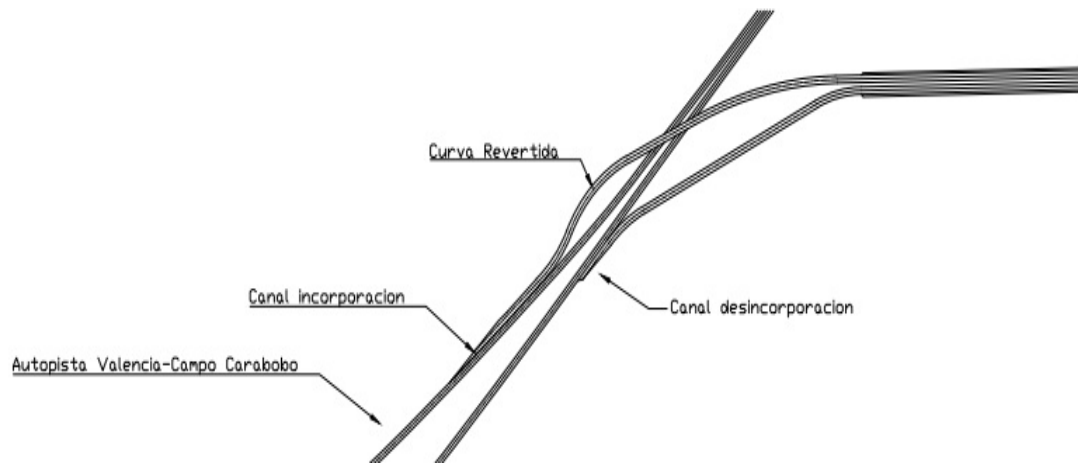


Figura 40 Incorporacion al sector campo carabobo

#### 4.3.2.2 Alineamiento Vertical. Perfil longitudinal.

Una vez conocido el perfil de elevación del terreno podremos realizar los cálculos pertinentes para hallar las curvas verticales en donde sean necesarias. Este perfil fue proporcionado anteriormente por el software “Google Earth” siguiendo una serie de pasos ya establecidos (Ver 4.2).

Ya con las características específicas del terreno procedimos a exportar los valores de elevación a una tabla de datos para crear una vista a perfil del terreno, para ello exportamos los valores de “Google Earth” a un software llamado “TCX Converter” que se encargó de traducir los valores del terreno a una tabla de datos con un archivo en formato .CSV que podría ser leído en el software llamado “Microsoft Excel” para luego elaborar un gráfico representativo del perfil longitudinal de la vía en 2 dimensiones y uno en “AutoCad” en 3 dimensiones.

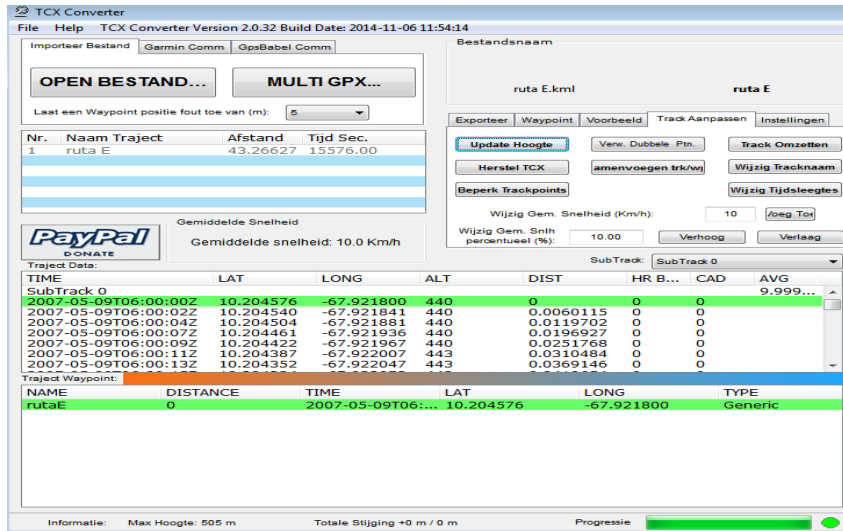


Figura 41 TCX converter

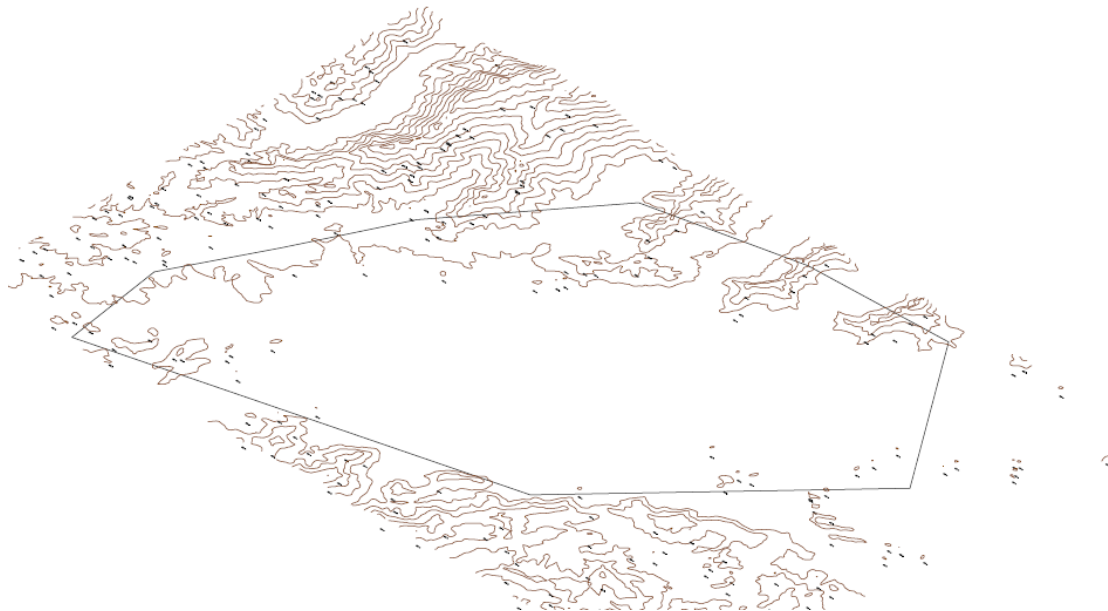


Figura 42 Topografía del terreno en autoCAD

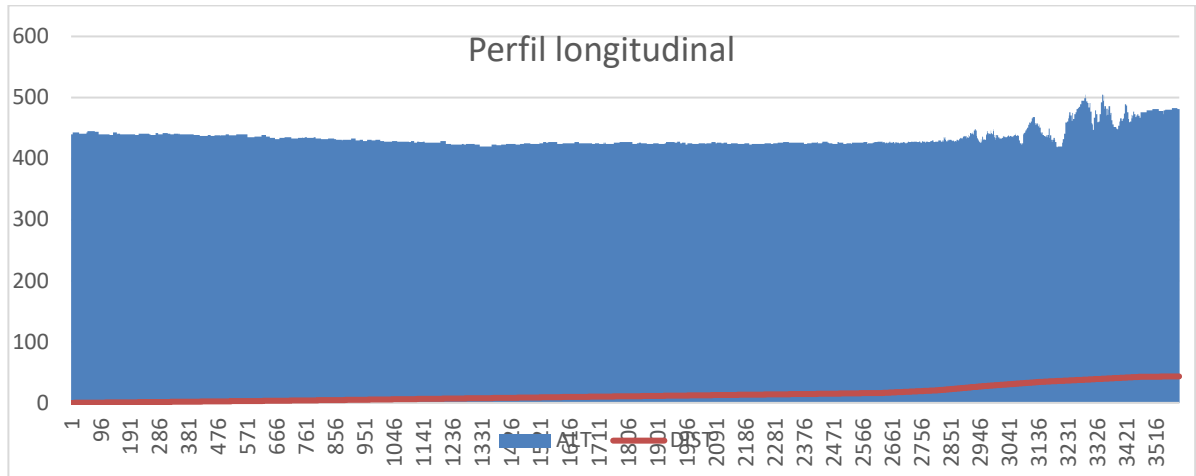


Figura 43 Perfil longitudinal en excel

De esta manera pudimos empezar el trazado del alineamiento vertical chequeando pendientes de terreno que nos dirían de qué manera se calcularían las curvas verticales de la vialidad, exceptuando las curvas verticales comprendidas en las progresivas 1+546.70 hasta la 6+640.60 debido a que estas pertenecen a la vialidad ya existente.

### Curvas Verticales

Tabla 9 Longitudes de curva vertical

Curva vertical	Longitud de curva vertical (m)
1	85,86
2	46
3	164
4	117,30
5	141,66
6	422,40
8	140,76
9	240
10	130,56
11	547,20

12	236,64
13	316,80
14	102
15	48

A continuación se muestra los cálculos de las quince curvas verticales expuestas en la tabla anterior.

### **Curva vertical 1**

Curvon 1, desincorporación de la ARC hacia la avenida principal de parapara sentido Yagua – Campo Carabobo.

Usando un factor K de visibilidad de paso con una velocidad de 45km/h, el cual se tiene una pendiente cero debido a la topografía del terreno. Debido a que la pendiente del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$L = 516m \therefore P1 = 1.36\% \therefore P2 = 0,5\% \therefore K = 46$$

$$Lcv \geq 30m \therefore Lcv = 0,6 * 45 = 27 \therefore Lcv = K * A = 46 * 1,86 = 85,56m$$

### **Curva vertical 2**

Curvon 2, incorporación desde la avenida principal de parapara a la ARC sentido Yagua-Valencia

Usando un factor K de visibilidad de paso con una velocidad de 45km/h, el cual se tiene una pendiente cero debido a la topografía del terreno, debido a que la pendiente del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$L = 464,71m \therefore P1 = 0\% \therefore P2 = 0,4\% \therefore K = 46$$

$$Lcv \geq 30m \therefore Lcv = 0,6 * 45 = 27 \therefore Lcv = K * A = 46 * 1 = 46m$$

### **Curva vertical 3**

Salida de la intersección tipo trébol de dos hoja en la ARC. Usando un factor K de visibilidad de paso con una velocidad de 45km/h, el cual se tiene una pendiente cero debido condición geométrica de la intersección, debido a que una de las pendiente del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = 0,5\% \quad \therefore P2 = 3,06\% \quad \therefore K = 46$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore Lcv = 0,6 * 45 = 27 \quad \therefore Lcv = K * A = 46 * 3,56 = 164m$$

#### **Curva Vertical 4**

Esta curva comienza en la progresiva 6+490,60 con una cota de 428m y finaliza en la progresiva 8+945,98 teniendo una cota de 426m en donde su punto intermedio será en la progresiva 7+718,29 cota 420m. Usando un factor K de visibilidad de paso cóncava con una velocidad de 45km/h, debido a que una de las pendiente del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = -0,65\% \quad \therefore P2 = 0,5\% \quad \therefore K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore Lcv = 0,6 * 80 = 48 \quad \therefore$$

$$Lcv = K * A = 102 * 1,15 = 117,3m$$

#### **Curva vertical 5**

Esta curva comienza en la progresiva 8+945,98 con una cota de 426 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 11+210,44 con una cota de 424 y el punto final en la progresiva 12+110,44 con una cota de 432. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = -0,5\% \quad \therefore P2 = 0,88\% \quad \therefore K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore Lcv = 0,6 * 80 = 48$$

$$Lcv = K * A = 102 * 1,38 = 141,66m$$

### Curva vertical 6

Esta curva comienza en la progresiva 11+210,44 con una cota de 424 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 12+110,44 con una cota de 432 y el punto final en la progresiva 13+010,44 con una cota de 424. Usando K como visibilidad de paso curva tipo convexa.

$$P1 = 0,88\% \quad \therefore \quad P2 = -0,88\% \quad \therefore \quad K = 240$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48$$

$$Lcv = K * A = 240 * 1,76 = 422,4m$$

### Curva Vertical 7

El distribuidor tipo trébol ubicado entre las progresivas 11+410,44 hasta 12+510,44 contara con una pendiente mínima para satisfacer la demanda de la altura que esta requiere con la troncal 11. La cual dichas pendientes serán las siguientes mostradas en la tabla 10.

Tabla 10 Pendientes de curvones

Curvon	Pendiente (%)
1	1,48
2	1,21
3	1,40
4	1,25

### Curva Vertical 8

Esta curva comienza en la progresiva 12+110,44 con una cota de 432 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 13+010,44 con una cota de 424 y el punto final en la progresiva 25+504,18 con una cota de 441. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncavas. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = -0,88\% \therefore P2 = 0,5\% \therefore K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \therefore Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 102 * 1,38 = 140,76m$$

### **Curva Vertical 9**

Esta curva comienza en la progresiva 13+010,44 con una cota de 425 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 25+504,18 con una cota de 441 y el punto final en la progresiva 32+001,85 con una cota de 425. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncavas. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = 0,5\% \therefore P2 = -0,5\% \therefore K = 240$$

$$Lcv \geq 30m \therefore Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 240 * 1 = 240m$$

### **Curva Vertical 10**

Esta curva comienza en la progresiva 25+504,18 con una cota de 441 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 32+001,85 con una cota de 425 y el punto final en la progresiva 35+094,89 con una cota de 449. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncava. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = -0,5\% \therefore P2 = 0,78\% \therefore K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \therefore Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 102 * 1,28 = 130,56m$$

### **Curva Vertical 11**

Esta curva comienza en la progresiva 32+001,85 con una cota de 425 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 35+094,89 con una cota de 449 y el punto

final en la progresiva 36+225,13 con una cota de 432. Usando K como visibilidad de paso curva tipo convexa.

$$P1 = 0,78\% \quad \therefore \quad P2 = -1,5\% \quad \therefore \quad K = 240$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 240 * 2,28 = 547,2m$$

### **Curva Vertical 12**

Esta curva comienza en la progresiva 35+094,89 con una cota de 449 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 36+225,13 con una cota de 432 y el punto final en la progresiva 41+533,80 con una cota de 476. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncava.

$$P1 = -1,5\% \quad \therefore \quad P2 = 0,82\% \quad \therefore \quad K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 102 * 2,32 = 236,64m$$

### **Curva Vertical 13**

Esta curva comienza en la progresiva 36+225,13 con una cota de 432 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 41+533,80 con una cota de 476 y el punto final en la progresiva 42+238,90 con una cota de 473. Usando K como visibilidad de paso curva tipo convexa. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = 0,82\% \quad \therefore \quad P2 = -0,5\% \quad \therefore \quad K = 240$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 240 * 1,32 = 316,80m$$

### **Curva Vertical 14**

Esta curva comienza en la progresiva 41+533,80 con una cota de 476 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 42+238,90 con una cota de 473 y el punto

final en la progresiva 42+680,03 con una cota de 474. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncava. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = -0,5\% \quad \therefore \quad P2 = 0,5\% \quad \therefore \quad K = 102$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 102 * 1 = 102m$$

### Curva Vertical 15

Esta curva comienza en la progresiva 42+238,90 con una cota de 473 un punto intermedio que se ubica en la progresiva 42+680,03 con una cota de 474 y el punto final en la progresiva 43+069,35 con una cota de 473. Usando K como visibilidad de paso curva tipo cóncava. Debido a que una de las pendientes del terreno da menor a la mínima por norma utilizaremos la normada.

$$P1 = 0,5\% \quad \therefore \quad P2 = -0,5\% \quad \therefore \quad K = 240$$

$$Lcv \geq 30m \quad \therefore \quad Lcv = 0,6 * 80 = 48m$$

$$Lcv = K * A = 240 * 1 = 240m$$

Debido a restricciones tanto geométricas como normativas en la incorporación al sector campo de Carabobo se tomara como longitud de curva vertical 48m.

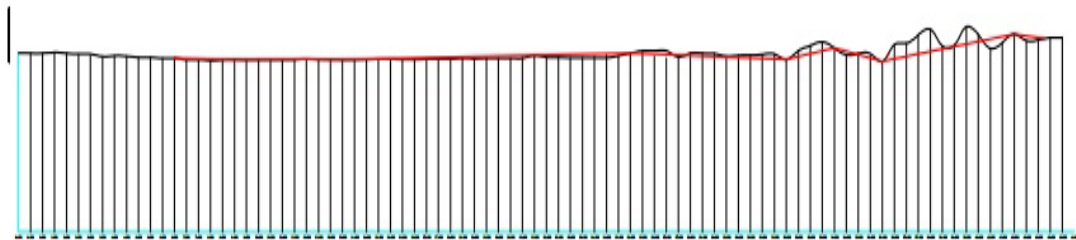


Figura 44 Rasante del terreno

## **4.4 Conclusiones y Recomendaciones.**

### **4.4.1 Conclusiones.**

En resumen, se concluye que esta propuesta de desarrollo vial del tramo Yagua- Campo Carabobo como una vía tipo circunvalación de la ciudad de Valencia es factible en cuanto a diseño geométrico respecta; por el hecho de haberse desarrollado y evaluado de acuerdo con los parámetros incluidos en la “Norma Venezolana para proyectos de Carreteras MTC 1997”.

Reconocemos que esta propuesta está sujeta a evaluaciones técnicas, correcciones y sobretodo sometida a algunos cambios motivados por las etapas siguientes al diseño geométrico, que se deben llevar a cabo con el objeto de conocer las características propias del subsuelo, estudios hidrológicos, geología del lugar, estudio de impacto ambiental, entre otros.

Es importante tomar en cuenta y concretizar las propuestas de solución de algunos de los problemas del ordenamiento y desarrollo vial que afectan el estado Carabobo, antes de que la formulación de estas propuestas se vuelvan obsoletas. Permitiendo con esta indiferencia que los problemas se robustezcan cada día más.

Con la apertura de esta nueva ruta alterna se pretende descongestionar algunas arterias importantes del área urbana de diferentes municipios del estado Carabobo, proporcionando una alternativa viable y en concordancia con los estándares del diseño geométrico.

Esta propuesta pretende agilizar los movimientos de los vehículos que van de paso circulando por la periferia urbana, minimizando los tiempos de recorrido de los mismos.

Y por último el desarrollo de un proyecto de infraestructura primaria como este puede influenciar de manera importante las condiciones del ordenamiento urbano del corredor

que lo alberga, maximizando las posibilidades del crecimiento urbanístico de la zona, armonizándola con el entorno.

#### **4.4.2 Recomendaciones**

- Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue este, siempre se desea que haya una mejora del mismo; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan el interés en el proyecto, la complementación del mismo.
- A lo largo de todo el diseño geométrico de la vialidad existen diferentes pasos de ríos como por ejemplo el Río los Guayos, la Quebrada Bucaral Sur, Cabriales, entre otros que desembocan en el lago de Valencia los cuales necesitara la proyección de una obra de paso para el buen funcionamiento de la vía tales como, caños, pontones entubados, puentes tradicionales, entre otros. Estos, por su puesto, estarán acompañados de un estudio hidrológico previo.
- Existen diferentes entrecruces de la nueva vialidad planteada con vialidad ya existente, por lo que se recomienda realizar un diseño más detallado y únicamente enfocado en la realización de distribuidores que conecten la nueva vía expresa con diferentes puntos en el estado Carabobo.
- Analizar una propuesta para una posible ampliación de la sección de la vía en la calle Esperanza localizada en Los Guayos, para una mejor comodidad de los usuarios en horas pico.
- La realización de un elevado en la carretera nacional entre la nueva incorporación de la ARC hacia Paraparal y la av. principal de Paraparal, (Progresiva 1+596.70 hasta 1+696.68) para no generar excesos de cruces entre automóviles en horas pico.
- Se reconoce que existe una limitada diversidad ecológica en el corredor en estudio, pero no menospreciamos su exponencial importancia, por ello, recomendamos desarrollar los estudios de impacto ambiental, acciones de mitigación de riesgos y las respectivas obras de estabilización de taludes y laderas.

- Por último y no menos importante se recomienda la realización de nuestro proyecto ya que ayudara a toda la comunidad Carabobeña y a los visitantes del estado a una mejor comodidad al transitar en las vías de comunicación del mismo.

## REFERENCIAS

### Bibliográficas

- Gonzales, L. (2012), “Propuesta de Mejoras en el Funcionamiento del Servicio de Transporte Público en el Municipio San Diego, Estado Carabobo”, Tesis de la Universidad José Antonio Páez
- Arrayago, N. (2013), "Propuesta para diseñar la distribución vial de Puente de Bárbula en Naguanagua - Estado Carabobo". Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez

### Electrónicas

- Arias F. (2006) El proyecto de investigación(5ta Edición) Caracas: Ed Episteme
- James Cardenas Grisales (2005) Diseño geométrico de vías  
[http://www.yobiplus.com/fondoadaptacion/archivos/CORDOBA/suelos%20catolica/geologia%20y%20suelos/DISE%20DIO\\_GEOMETRICO\\_DE\\_CARRETERAS.pdf](http://www.yobiplus.com/fondoadaptacion/archivos/CORDOBA/suelos%20catolica/geologia%20y%20suelos/DISE%20DIO_GEOMETRICO_DE_CARRETERAS.pdf)
- Normas Venezolanas de Diseño de Vías (1997).
- Céspedes, A. (2008), en su trabajo de grado titulado “Propuesta de Solución al Problema del Transporte en la Ciudad de Cochabamba” de la Universidad Privada del Valle – Bolivia
- Bañon L. y Bevia J. (2000), Manual de Carreteras
- Clasificación de las vías en Venezuela, Ing. Luis Gonzales:  
<http://viasunefa.blogspot.com/2009/09/unidad-i-estudio-de-rutas-para-el.html>
- Sierra J. artículo publicado sobre la definición de vías.  
<http://publicalpha.com/las-vias-publicas/>.
- Agudelo J. (2001) <http://es.scribd.com/doc/60551879/46/CALCULO-DE-PERALTE>.

- Observación no participante  
<http://www.monografias.com/trabajos65/observacion-participante/observacion-no-participante.shtml>
- Curvas Verticales  
<https://docs.google.com/presentation/d/1CLLXUpe1vCjHN2FFcZVjFCHBz84e2JjUHekvVX2BMkk/present?slide=id.i71>

## ANEXOS



Anexo 1: Distribuidor San Blas

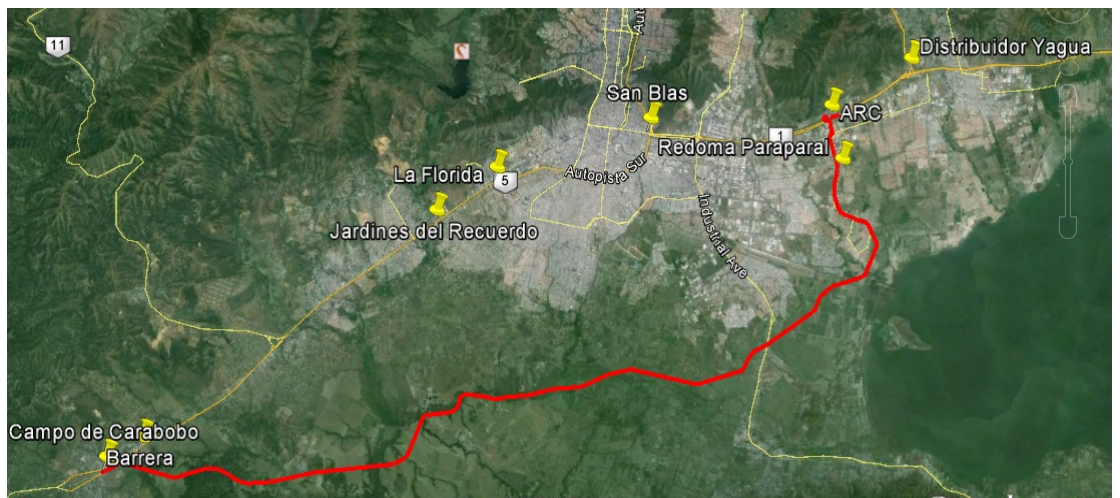


Anexo 2: Distribuidor San blas





Anexo 3: Distribuidor San blas



Anexo 4: Vista del trazado de la via desde google earth.



Anexo 5: Disproferca empresa situada en las adyacencias del trazado



Anexo 6: Alfareria 5J empresa situada en las adyacencias del trazado



Anexo 7: Galpones situados en las adyacencias del trazado.



Anexo 8: Galpones situados en las adyacencias del trazado.



Anexo 9: Galpones situados en las adyacencias del trazado.



Anexo 10: Distribuidor negro primero.