



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE REDISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL
DISTRIBUIDOR SAN BLAS EN LA RAMPA QUE UNE SU TRAMO OESTE
– ESTE Y SUR EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO CARABOBO**

Autor: López, Luis
Tutor: Ing. Eycer León Vásquez

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



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA INGENIERIA CIVIL

**PROPUESTA DE REDISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DEL
DISTRIBUIDOR SAN BLAS EN LA RAMPA QUE UNE SU TRAMO OESTE –
ESTE Y SUR EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO CARABOBO**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Autor: Luis Antonio López Corona
CI. V-21.272.994

Tutor: Ing. Eycer León Vásquez

San Diego, Febrero 2017



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA INGENIERIA 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), López Corona, Luis Antonio, portador(es) de la cédula de identidad N° 21.272.994, titulado **PROPUESTA DE REDISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DEL DISTRIBUIDOR SAN BLAS EN LA RAMPA QUE UNE SU TRAMO OESTE – ESTE Y SUR EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO 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 _____.

Ing. Eycer León
Tutor Académico

Firma

Fecha



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA INGENIERIA CIVIL

San Diego, 17 de Enero 2017.

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben esta Acta, dejan constancia que el Proyecto de Trabajo de Grado: **PROPUESTA DE REDISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DEL DISTRIBUIDOR SAN BLAS EN LA RAMPA QUE UNE SU TRAMO OESTE – ESTE Y SUR EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO CARABOBO** ha sido revisado y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación, recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

Ing. Eycer Leon
Tutor Académico

Firma

Fecha

Ing. Alicia de Pizzella
Tutor Metodológico

Firma

Fecha

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO Pp.

LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN INFORMATIVO.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivo específico.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcance.....	8

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....	9
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 Elementos del flujo primario.....	13
2.2.2 Clasificación de las vías.....	14
2.2.3 Transito.....	16
2.2.4 Volumen de transito.....	17
2.2.5 Factor hora pico.....	18

2.2.6	Conteo de transito.....	19
2.2.7	Velocidad.....	20
2.2.8	Densidad.....	21
2.2.9	Composición del tránsito.....	22
2.2.10	Capacidad de una vía.....	23
2.2.11	Diseño geométrico.....	24
2.2.12	Diseño.....	30
2.2.13	Asfalto.....	40
2.3	Definición de términos básicos.....	40
III	MARCO METODOLÓGICO	
3.1	Tipo de la investigación.....	44
3.2	Nivel de la investigación.....	44
3.3	Diseño de la investigación.....	45
3.4	Población y Muestra	45
3.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.6	Fases Metodológicas.....	46
IV	ANÁLISIS Y RESULTADOS	
4.1	Diagnostico de la situación actual que presenta el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo Oeste – Este y Sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.....	48
4.2	Determinación las causas del congestionamiento vehicular presentes en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo Oeste – Este y Sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.....	49
4.3	Propuesta del rediseño geométrico para el mejoramiento de la circulación vehicular en la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia del Estado Carabobo.....	54

Conclusión.....	66
Recomendaciones.....	67
REFERENCIAS	
Impresas.....	68
Electrónicas.....	68

LISTA DE TABLAS

LISTA

1	Capacidad por carril de las carreteras múltiples carriles en función a la velocidad de flujo.....	24
2	Bombeo de la calzada.....	39
3	Conteo vehicular.....	48
4	Conteo vehicular vehículos livianos y vehículos pesados.....	52
5	Cuadro comparativo de volumen de máxima demanda y tasa de flujo.....	53

LISTA DE FIGURA

FIGURAS

1	Línea ante preliminar.....	28
2	Línea ante preliminar.....	30
3	Franja topográfica de línea preliminar.....	31
4	Curva circular simple.....	32
5	Curva circular dos radios.....	34
6	Curva vertical simétrica convexa.....	37
7	Sección transversal.....	38

8	Dibujo de peralte.....	39
9	Vista de plano del Distribuidor San Blas.....	48
10	Vista de planta del Distribuidor San Blas. Conflicto 1.....	50
11	Vista de planta del Distribuidor San Blas. Conflicto 2.....	51
12	Vista de planta del Distribuidor San Blas. Curva tipo curvon (2 Radios simples) del retorno Sur.....	56
13	Vista de planta. Ampliación del canal de desincorporación. Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este. Curva Simple 1.....	57
14	Vista de planta. Ampliación del canal de desincorporación. Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este. Curva Simple 2.....	58
15	Vista de planta. Plano con detalle de la via.....	62
16	Perfil longitudinal del Distribuidor San Blas.....	63
17	Perfil longitudinal Ampliación del canal de desincorporación. Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este.....	63
18	Diseño de la nueva sección transversal de la Autopista del Este.....	64
19	Diseño de la nueva sección transversal del Distribuidor San Blas de la de la rampa de desincorporación de la Autopista regional del Centro hacia la Autopista del Sur.....	64



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA INGENIERIA CIVIL

**PROPUESTA DE REDISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DEL
DISTRIBUIDOR SAN BLAS EN LA RAMPA QUE UNE SU TRAMO OESTE –
ESTE Y SUR EN EL MUNICIPIO VALENCIA ESTADO CARABOBO**

Autor: Luis Antonio López Corona

Tutor: Eycer León Vásquez

Fecha: Febrero, 2017

RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta una propuesta de rediseño para disminuir el congestionamiento vehicular, el cual se desarrolla en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo. El problema es ocasionado por el alto volumen de tráfico en función del crecimiento de la población y el diseño inadecuado del distribuidor en estudio. Con el fin de corregir el grave problema del tráfico vehicular, se realizó un análisis de la situación en base a las características actuales que presenta el tránsito y el distribuidor en sí, identificando los problemas y sus procedencias, donde finalmente se expone una solución real que pudiera mejorar el congestionamiento vehicular.

Descriptor: vías de comunicación, carreteras, cálculos de trazado geométrico, pavimento

INTRODUCCIÓN

El problema del tránsito vehicular y los congestionamientos forma parte del mundo actual y es considerado parte de la vida del hombre moderno, se argumenta que una de sus causas es el desbordamiento poblacional, y que en consecuencia genera el crecimiento en el número de vehículos y la siguiente congestión del tránsito que es el padecer diario de las grandes ciudades, especialmente en los países en vías de desarrollo. Una manifestación de este problema se ha visto en la estructura actual de los medios de transporte terrestre, que se afecta la cantidad exorbitante de vehiculares particulares, que se suman a los desórdenes en las rutas y carreteras, además de la poca o inexistente integración de los ciudadanos y sus vehículos al sistema vial, que al final desaprovecha o sub-utiliza la infraestructura disponible para el transporte masivo.

Como forma de solucionar temporalmente este tipo de problemas en las grandes urbes ha sido la construcción de distribuidores viales y pasos a desnivel, e igualmente las modificaciones geométricas en la extensión de estos distribuidores. Este es el caso del Distribuidor San Blas, que es un direccionador del tránsito que une varios ejes y se convierte en un receptor de la circulación de vehículos particulares, livianos y pesados que transita de extremo a extremo el país y es por ello que se considera el centro del tráfico de Valencia y uno de los principales del país. Una de las características de este distribuidor es la presencia de las rampas de conexión entre los tramos de circulación, donde se evidencian las más altas tasas de congestionamiento vial en las horas críticas u horas pico, como es el caso de la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor y que se localiza en el Municipio Valencia del Estado Carabobo

Por otra parte, este trabajo de investigación ha sido organizado de la siguiente manera: en principio el Capítulo I en el que se hace el planteamiento y la formulación del problema, junto con los objetivos general y específicos propuestos, la justificación en función de criterios de aportes económicos, institucionales y sociales; en una segunda instancia, se muestra el Capítulo II el cual presenta los antecedentes que proveen

lineamientos generales a este trabajo y que son complementado por las bases teóricas destinadas a respaldar el conocimiento técnico del informe.

En una tercera instancia se presenta el capítulo III, en el que se introduce el fundamento epistemológico para el logro de los objetivos por medio de las fases metodológicas, con expresión detallada de las herramientas y técnicas de investigación que son empleadas por el investigador, y finalmente se muestra el Capítulo IV En él se analizan los resultados obtenidos y la propuesta para la solución de la problemática. Y por último las conclusiones y las recomendaciones para el trabajo de investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La tendencia del ser humano a concentrarse en grandes comunidades ha sido una tendencia por siglos, dado que ofrecen al individuo numerosos elementos de bienestar, que se califican como económico y social por el acceso a servicios públicos y a las fuentes de empleo; sin embargo, los centros urbanos generan paralelamente a los beneficios descritos, un conjunto de perjuicios, como son la contaminación ambiental, la desaparición de los espacios verdes, la necesidad de eliminación de grandes cantidades de desechos y el hacinamiento, que va de la mano con el urbanismo incontrolado que produce las aglomeraciones de muchas personas en espacios reducidos. En este sentido, los problemas urbanísticos más relevantes que se encuentran en los grandes centros urbanos, se reflejan a través del desbordamiento poblacional en los grandes barrios que no cuentan con servicios básicos.

Otro de los aspectos relacionados con tal desbordamiento poblacional es el crecimiento en el número de vehículos y la consecuente congestión del tránsito siendo un padecimiento de las grandes ciudades, especialmente en los países en vías de desarrollo, como consecuencia del crecimiento excesivo del parque vehicular, así como la masificación del automóvil como medio para trasladarse dentro de las urbes, considerando que los centros residenciales suelen ubicarse en las periferias, exigiendo entonces el reordenamiento del casco urbano, que facilite la vida cotidiana y permita la viabilidad económica de la ciudad y las zonas metropolitanas para superar las difíciles condiciones de movilidad actuales.

Una muestra de la solución para el problema de la movilidad en las ciudades es el sistema vial de los Estados Unidos, que es actualmente el más extenso del planeta y se denomina Sistema Nacional de Autopistas Interestatales y de Defensa Dwight D. Eisenhower, también denominado EOLGI, cuenta con una extensión de 75.376 km y que presta servicio a todas las grandes ciudades de ese país y se caracteriza porque sus redes

pasan por el interior de las áreas metropolitanas, favoreciendo el modelo del transporte suburbano por carretera, que se derivó en el fenómeno llamado dispersión urbana o expansión descontrolada de las ciudades, al cual se ha hecho referencia anteriormente.

En este sentido, para Smilovitz (2012) la tendencia mundial es la intensa urbanización de las metrópolis y en regiones como Latinoamérica, según un estudio de las Organización de las Naciones Unidas (ONU), las ciudades latinoamericanas son las que más rápidamente se urbanizan en el mundo, puesto que en un reporte presentado por la ONU denominado “Estado de las Ciudades en América Latina y el Caribe 2012; rumbo a la transición urbana” se afirma que el 80% de la población, que representa una cifra de aproximadamente 468 millones de personas, viven en ciudades, y el 25% de esta cantidad, se concentra en los extremos o las periferias, denominadas también suburbios.

En esta línea de pensamiento, para el Fideicomiso para el Mejoramiento de las Vías de Comunicación del Distrito Federal de la República de México (FIMEVIC), la difícil y creciente movilidad es asociada a patrones urbanísticos dispersos, con poca mezcla de los usos del suelo, las actividades desorganizadas que propician más desorden territorial y como resultado se observa mayor necesidad de movilizaciones o viajes, que se encuentra enfrentada a un déficit evidente, así como a insuficiencias y distorsiones de la red vial y de la red de transporte, que obliga a mas viajes, de mayor duración y mayor lentitud en el desplazamiento, que afecta a las vialidades primarias y a las que las circundan.

Una manifestación de este problema se ha visto en la estructura actual de los medios de transporte terrestre, la cual a decir de la FIMEVIC se ha visto distorsionada por el alto grado de unidades vehiculares de baja capacidad, con altos costos ambientales, que a su vez se acompañan de desórdenes en las rutas, aunada a una pobre integración que desaprovecha o sub-utiliza la infraestructura disponible para el transporte masivo, como son los trenes, tranvías, autobuses en vías expresas y sistema subterráneo de transporte; utilizando entonces, de manera desventajosa, las vialidades primarias que se ven saturadas por vehículos mayoritariamente particulares.

Una solución parcial que se ha encontrado a este tipo de problemas en las grandes ciudades del mundo, para Correa (2002) es la construcción de los denominados distribuidores viales, o también los pasos a desnivel, vueltas inglesas, o en su defecto, acudir a las adecuaciones geométricas en toda la extensión de estos distribuidores; sin

embargo, para otros esta representa una solución para los problemas agudizados y focalizados en ciertas zonas de la ciudad, puesto que el problema de la vialidad en las grandes ciudades latinoamericanas no solo es de infraestructura, sino de fondo o sistémico, es por ello que un distribuidor vial suele mejorar localmente la circulación, beneficiando al grupo de usuarios que normalmente circulan por esa localidad, pero no se extiende a toda la red vial usada por determinada cantidad de personas.

En otros países latinoamericanos, el problema de la vialidad presenta un matiz similar, tal como lo refleja Smilovitz (2012) puesto que las capitales de Ecuador, Chile y Panamá han invertido más de 500 MM de Dólares americanos en desarrollos importantes en materia de transporte público subterráneo y a su vez trabaja en la ampliación de la vialidad urbana. Por su parte, cinco de las principales ciudades del gigante suramericano que es Brasil, han iniciado estudios para implementar una solución parecida.

En Venezuela, el problema de la vialidad es descrito como multifactorial, tal como señala Sánchez-Leal (2013) y se califica como una pendiente en descenso sostenido en los últimos veinte años, considerando que hace treinta años era un modelo en la región suramericana. Entre las diversas razones que esgrime este autor, se encuentran la capacidad volumétrica de la red, que se encuentra completamente rebasada, considerando que la inversión en infraestructura hasta el año 2013 había sido casi nula, siendo necesaria la rehabilitación mayor de las vías para mejorar su capacidad estructural, lo cual requiere remoción y sustitución de importantes espesores de capa asfáltica y hasta base; igualmente, se observa que para Sánchez-Leal (op.cit) existe la carencia de alternativas viales a las carreteras; pasando también por el desmejoramiento de la ética de algunos ingenieros que aprueban proyectos de esta naturaleza sin cumplir con las fases o requisitos técnicos correspondientes, pudiendo exigir la implementación de nuevas tecnologías.

En cuanto al Estado Carabobo, en la ciudad de Valencia, según Villegas (2006) desde el año 1999 se ha intentado desarrollar un modelo que fortalezca el desarrollo armónico de la ciudad, para lograr la renovación urbana, particularmente en las zonas de bajos recursos que han ido creciendo sin planificación alguna, afectando los servicios básicos, entre ellos el transporte y la vialidad, impactada por el crecimiento de las unidades de transporte público y el uso de los vehículos automotores que han reducido considerablemente las velocidades de circulación y aumentado progresivamente los

tiempos de viaje, haciendo de los congestionamientos una parte de la dinámica diaria del valenciano.

En un enfoque más específico, el problema del tránsito vehicular tiene un punto referencial particular en el Distribuidor San Blas, pues para el Departamento de Prensa del Gobierno Bolivariano del Estado Carabobo, se trata de un enrutador del tránsito hacia varios ejes, como son la Avenida Lara, hacia el Este y Oeste de Valencia, igualmente hacia el Norte, específicamente hacia las Parroquias San José y el Municipio Naguanagua, y hacia el Sur de la ciudad, y de allí hacia el Campo de Carabobo; por lo que se convierte en un punto que recibe toda la circulación, especialmente la de vehículos pesados que circula entre el oriente y occidente del país y en consecuencia se convierte en el centro neurálgico de Valencia.

En este sentido, para el actual Gobernador del Estado, Francisco Ameliach, la alternativa para el mejoramiento de la vialidad se encuentra hacia el Sur, pues es el mejoramiento de los accesos y rampas que unen estos sectores del Distribuidor los que realmente puede representar un aliviadero para el tránsito vehicular en la capital de Carabobo, considerando la gran cantidad de vehículos pesados que circulan por las rampas de acceso entre el Este, el Sur y el Oeste de la ciudad, debiendo pasar por las rampas de conexión entre estos tramos, donde se evidencian las más altas tasas de congestión vial en las horas críticas u horas pico.

Por lo anteriormente expuesto, y tomando en consideración la identificación por parte de los principales miembros del Poder Ejecutivo Regional de la imperiosa necesidad del mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos valencianos, así como de los usuarios de esta parte del sistema vial venezolano, se considera el rediseño para el mejoramiento del Distribuidor San Blas en su tramo Oeste-Este y Sur, con la finalidad de presentar una solución factible a la problemática antes descrita.

1.2 Formulación del problema

El enfoque planteado anteriormente, permite establecer para la presente investigación, la siguiente formulación del problema.

¿Cómo se puede mejorar el congestionamiento vehicular en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Propuesta de rediseño para el mejoramiento de capacidad del Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual que presenta el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.
- Determinar las causas del congestionamiento vehicular presentes en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.
- Proponer un rediseño geométrico que permita el mejoramiento de la circulación vehicular en la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia del Estado Carabobo

1.4 Justificación

Desde el punto de vista metodológico, la justificación de una investigación se presenta por varios enfoques, empezando por la importancia del estudio por su valor académico y científico, luego por su valor como aporte al mercado social, comercial y laboral; también por su valor o aporte institucional y finalmente en términos de su valor en conocimiento. Cada uno de estos enfoques se presenta a continuación:

Desde el punto de vista de conocimiento, esta investigación aporta valor al igual que proyectos similares que han buscado resolver los variados problemas en cuanto a la vialidad en las principales vías de comunicación de la ciudad de Valencia. En este contexto, el presente trabajo de investigación, emplea los conocimientos desarrollados por los conocedores de la materia vial para dar solución a un problema que ha sido identificado por la población y por las autoridades regionales, con la finalidad de favorecer a través de los medios técnicos actuales, el acceso de la sociedad valenciana a servicios críticos como lo son el transporte y la movilidad; los cuales tienen un efecto en la calidad de vida del ciudadano, y por ello una importancia de nivel social, que también es parte de la justificación de esta investigación.

En relación al aporte al mercado laboral y comercial, la presente investigación encuentra un sustento y justificación evidente, considerando la importancia del Distribuidor San Blas en la economía nacional, teniendo en cuenta que la rampa objeto de estudio es la que esencialmente conecta el eje Oeste-Este del país y a su vez lo conecta con el eje Norte-Sur, permitiendo el acceso de los vehículos de pasajeros y carga que movilizan la economía nacional entre esos dos cuadrantes del país. Adicionalmente, se evidencia la necesidad de un mejoramiento en esa rampa, puesto que es allí donde se originan los congestionamientos que derivan a su vez en pérdidas de tiempo y dinero cuantiosas para el país.

Desde el punto de vista académico e institucional, se ha observado que en el planteamiento del problema, el objeto de esta investigación ha sido identificado por órganos del poder ejecutivo nacional y regional, por lo que la propuesta de solución, aunque con valor académico y comercial, puede servir de referencia para los organismos administrativos del Estado responsables de su realización, y en consecuencia, una fuente de prestigio para la Universidad José Antonio Páez como institución dedicada a la enseñanza de la Ingeniería y específicamente a la Ingeniería Civil.

1.5 Alcance y limitaciones.

Para hacer referencia al alcance, el mismo debe abordarse por sus parámetros, espacio, tiempo y contenido. De este modo, en términos de contenido, esta investigación solo comprende el análisis y del Distribuidor San Blas. Por otra parte, a nivel geográfico, esta investigación afecta esencialmente al Municipio Valencia en el ámbito de las parroquias San Blas, La Candelaria, Catedral, Rafael Urdaneta y Santa Rosa, además de afectar indirectamente a los Municipios Libertador, San Diego y Naguanagua.

En lo relativo a las limitaciones del estudio, las principales limitaciones se encuentran en el acceso a la información directa en el lugar de los hechos, tomando en consideración la necesidad de movilizarse al lugar para las actividades de análisis, medición y observación, que implican riesgos para el investigador en términos de la seguridad física y los recursos necesarios para lograr la recolección de la información de manera segura.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Esta etapa de la investigación denominada marco referencial conceptual, también recibe el nombre de bases teóricas y está referida al conjunto de investigaciones científicas que de alguna manera proveen información teórica o sustento conceptual al problema objeto es análisis y estudio, siendo su fuente de carácter documental y por ello le es inherente la inclusión de toda información que según Hernández Sampieri (2006) contemple “analizar y exponer aquellas teorías, enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes en general, que se consideran válidos para el correcto encuadre del estudio” (p.22) y por ende su adecuado desarrollo conceptual. En este sentido, se abordan tres etapas que son los antecedentes, el marco teórico y la definición de términos básicos

2.1 Antecedentes de la investigación

A decir de Hernández Sampieri (op.cit) “para adentrarse en el tema es necesario conocer estudios, investigaciones y trabajos anteriores; aun en el proceso cualitativo, especialmente si uno no es experto en la materia” (p.34) y por ello es necesario que el investigador profundice en los antecedentes a través de “temas ya investigados, estructurados y formalizados sobre los cuales es posible encontrar documentos escritos y otros materiales que reportan los resultados de investigaciones anteriores” (Hernández Sampieri, op.cit. p.35).

Por lo anterior, como primer antecedente se presenta el estudio Arrayago N. (2013), realizo en la Universidad José Antonio Páez, para optar por el título de Ingeniero Civil, la tesis de pregrado, titulada **“Propuesta para diseñar la distribución vial de Puente Bárbula en Naguanagua estado Carabobo.”** Tuvo como objetivo proponer el diseño de la Distribución vial de puente Bárbula en Naguanagua. Para ello, se evaluaron tres

propuestas de posibles soluciones. Anterior a esto se estudió la situación de la demanda vehicular en ese año, evidenciando los problemas de congestión en esta calle.

Estas propuestas fueron:

Propuesta 1: En esta primera propuesta se requirió del diagnóstico de la situación actual que presenta el puente de Bárbula del Municipio Naguanagua, con respecto a la vía de servicio del mismo; donde el investigador observó de forma directa y así logro recaudar mayor información en todo lo que se refiere al servicio vial prestado a todos los usuarios que circulan en dicho sector.

Propuesta 2: En esta propuesta se identificó el motivo del retraso que presenta dicho sector en horas de mayor flujo vehicular para así poder determinar la propuesta más adecuada del rediseño que cumpla con los requerimientos de los usuarios de dicho Distribuidor.

Propuesta 3: Por último, conociendo la causa del retraso generado en sector de puente Bárbula perteneciente al Municipio Naguanagua, se estableció una propuesta adecuada con el fin de mejorar la situación vial en dicho distribuidor.

Una vez concluido el proceso se diagnosticó la situación actual de las vías de acceso al puente de Bárbula, se identificó la problemática del retraso en las vías adyacentes al puente de Bárbula y por último se concluyó que habría que diseñar vías de acceso rápido hacia los diferentes sentidos de circulación en el puente de Bárbula, ubicado en el Municipio Naguanagua del Estado Carabobo.

En el segundo antecedente, aparece el trabajo de Pellacani (2012) titulado **“Causas que provocan el congestionamiento vehicular en la Avenida Cedeño entre las Avenidas Fernando Figueredo y Paseo Cabriales de la Ciudad de Valencia, Estado Carabobo”** presentado por ante la Universidad José Antonio Páez como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Civil. En esta investigación se presenta un análisis minucioso de las causas que provocan el congestionamiento de la Avenida Cedeño en el tramo comprendido entre las Avenidas Paseo Cabriales y Fernando Figueredo, usando como base las teorías y aspectos legales que fundamentaran la propuesta de solución presentada en las conclusiones.

En su marco metodológico, el investigador enmarcó su estudio en una investigación de diseño no experimental, de tipo descriptivo con dimensión temporal y en el que se emplearon las técnicas de observación directa, basada en parámetros de estructura de la vía como son el estado de la capa asfáltica, el alumbrado público, la señalización, el ancho y número de los canales de circulación; y en segundo lugar, el cuestionario a una población y muestra determinada en base a los usuarios de la vía bajo estudio y conformado por ocho (8) preguntas cerradas.

En las fases metodológicas, este investigador se enmarcó en la identificación de los aspectos de infraestructura de la Avenida Cedeño, tales como su funcionamiento, su capacidad, nivel de servicio y volumen vehicular; en una segunda fase, se determinaron las condiciones operacionales actuales de la vía, tomando en cuenta los parámetros ya identificados para así tener elementos que permitan presentar posibles soluciones, las cuales se plantean en la tercera fase, como resultado del estudio del comportamiento de los usuarios en términos del marco legal del transporte terrestre.

Como se puede ver, este antecedente muestra factores de analogía con la presente investigación en términos de la metodología usada para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos propuestos. En este sentido, al abordar parámetros de ingeniería vial que determinan el grado de congestiónamiento y uso de una determinada vía, para luego proponer soluciones en base a dichos parámetros, el resultado de este antecedente sirve como insumo para la presente investigación.

En tercer lugar, se presenta el trabajo de Perdomo (2012) quien tituló su investigación como **“Propuesta para reducir el congestiónamiento vehicular Presente en la Carretera Nacional Guácara-Los Guayos (Tramo comprendido entre las dos entradas de la Urb. Ciudad Alianza)”** presentado por ante la Universidad José Antonio Páez como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil. Su objetivo general fue el presentar un conjunto de soluciones para reducir el congestiónamiento vehicular en la carretera ya identificada, siendo el problema originado por el alto flujo vehicular y de tráfico en función del crecimiento de la población del Municipio Los Guayos y el diseño inadecuado del tramo en estudio.

El enfoque metodológico se enmarcó en un tipo de investigación denominado proyecto factible, de diseño de campo, puesto que recoge los datos del sitio de los hechos y finalmente, su nivel es descriptivo en función de su propósito y la estrategia empleada. En relación a la población y muestra seleccionadas, esta comprendió los vehículos de transporte público, privado y pesado que circulan por la vía en cuestión. En cuanto a las fases metodológicas desarrolladas, se analizaron los parámetros viales que causan el congestionamiento, en una segunda fase se relacionan estos parámetros con el crecimiento poblacional, mientras que en una tercera fase se analiza el impacto poblacional en esos parámetros viales identificados, para finalmente entregar una propuesta que incluye dos posibilidades: la ampliación de la carretera a través de un cambio en su trazado y la ampliación de las intersecciones con la Autopista Regional del Centro

Este antecedente guarda plena relación con el presente trabajo de investigación considerando que se realiza un análisis de los parámetros de ingeniería vial que se ven afectados por la alta circulación vehicular, tanto de unidades livianas como pesadas, que a su vez inciden en el tráfico; en segundo lugar, porque se generan propuestas que incluyen la modificación de parte del diseño y trazado de la vía estudiada, siendo este un factor coincidente sobre el cual este investigador puede apoyarse para el logro de los objetivos.

Como cuarto antecedente, se presenta el trabajo de Lugo (2012) titulado **“Propuesta de Solución Vial en la Avenida Arterial Cinco (5) del Municipio San Diego, Estado Carabobo”** Trabajo de Grado presentado por ante la Universidad José Antonio Páez como requisito para optar al título de Ingeniero Civil. En este trabajo se tuvo como objetivo general el presentar una propuesta de mejoras del flujo vehicular, considerando el alto tráfico en función del crecimiento de la población universitaria en la Avenida Arterial Cinco (5), con el fin de corregir el grave problema suscitado por ser el acceso a la Universidad José Antonio Páez y a los conjuntos residenciales aledaños a esta casa de estudios.

Este trabajo se enmarcó en la modalidad de proyecto factible y diseño de campo, con nivel descriptivo, cuyo desarrollo metodológico tomó como población al conjunto de vehículos de transporte público y privado que circulan por dicha arteria vial, siendo sus

conductores estudiantes y profesores que frecuentan la institución. En la ejecución de los objetivos específicos, las fases de desarrollo abarcaron primero el diagnóstico y en segunda fase el levantamiento topográfico de esta avenida, la inspección visual y en base al sistema de coordenadas cartesianas se levantó el gráfico; en una tercera fase se hizo el conteo vehicular por un periodo de una semana para calcular los parámetros viales como el factor hora pico; finalmente se hizo el estudio de las posibles paradas para transporte público y se realizó la presentación y análisis de los datos.

Este antecedente guarda relación con la presente investigación, considerando sus objetivos específicos, entre ellos la determinación de parámetros que permitan evaluar la situación actual de congestión de una arteria vial tan importante como la rampa del Distribuidor San Blas que está siendo estudiada; igualmente hay coincidencia en el enfoque conclusivo puesto que se desea presentar soluciones para la problemática vial; aun cuando este trabajo de grado se orienta más hacia aspectos geométricos y de pavimento.

2.2 Bases teóricas.

En relación al marco teórico, Yedigis (2005) citado por Hernández Sampieri (op.cit) asegura que se trata de “Un proceso de inmersión en el conocimiento existente y disponible que puede estar vinculado con nuestro planteamiento del problema, y un producto que a su vez es parte de un producto mayor: el reporte de investigación” (p.54) el cual se desarrolla como paso posterior al planteamiento de la naturaleza real del problema y que sustenta teóricamente el estudio, lo cual, para Rojas (2002) citado por Hernández Sampieri (op.cit) “implica exponer y analizar las teorías, las conceptualizaciones, las perspectivas teóricas, las investigaciones y los antecedentes en general, que se consideren válidos para el correcto encuadre del estudio” (p.54), lo cual ya se ha cumplido en la sección anterior.

2.2.1 Elementos del flujo primario: Los elementos primarios del flujo del tránsito son el volumen, densidad y velocidad. Otro elemento que se asocian con la densidad es la separación o brecha, entre dos vehículos e un flujo vehicular. El flujo (q) es la tasa horaria equivalente a la cual transitan los vehículos por un punto, en una carretera durante el periodo menor a una hora. Puede determinarse mediante.

$$q = (n$$

Autopistas: Es una vía dividida cuya única actividad es dar movimientos de pasos, donde se tiene el control total de acceso, tiene conexión con otras vías a través de los distribuidores de tránsito a diferente nivel.

Vía Expresa: Son vías divididas cuya principal función es la del movimiento de paso, se tiene Control casi total de los accesos. Las conexiones con otras vías se hacen mediante distribuidores de tránsitos aunque puedan existir intersecciones a nivel. Las autopistas con estas vías forman una red interconectada y continua que brindan servicios a los viajes más largos del área. Sirve a grandes volúmenes de tránsitos y velocidad de operación alta.

Vía Arterial: Es la vía con acceso privado permitido, cuya función principal es el movimiento de paso, Esto se consigue a través de controladores de tránsitos y/o su diseño geométrico. Esta recoge y reparte los volúmenes vehiculares en formas progresivas, dependiendo del número de salida de los distribuidores de las vías expresa; estos flujos se dirigen a los diversos sectores mediante vías colectoras.

Vía Colectora: Son las vías que dan ciertos accesos directos a las propiedades adyacentes y distribuyen o recogen el tráfico de pequeñas áreas. Contienen paradas de transporte públicos y circulación peatonal. Estas recogen y distribuyen los flujos vehiculares provenientes de las vías arteriales hacía las vías locales principales. El ejemplo clásico de las vías colectoras las representan las vías principales de las urbanizaciones.

Vía Local: Son las vías que recogen los flujos vehiculares provenientes de las vías colectoras y a su vez de acceso a las propiedades adyacentes. No hay tráfico de paso, tienen bajas velocidades causando en algunos casos por obstáculos colocados a propósito.

Las vías locales se clasifican como: residencial, industrial, recreacional y comercial, Sin embargo; según su rango o jerarquía, existe en Venezuela una clasificación oficial de las vías, obedeciendo a la división político-regional en la que está ubicada, según esta clasificación las vías pueden ser:

Troncales: Son las carreteras que contribuyen a la integración nacional Y por ende, al desarrollo económico del país: En esta se ubican las carreteras de mayor importancia nacional, las cuales permiten la interconexión entre las ciudades más importante a nivel

Regional y la comunicación internacional por lo que operan en un alto nivel de volumen de tránsito entre los centros poblados de mayor importancia del país. Las señales que identifican proveen información en cuanto al número de la troncal, el nombre del Estado que está atravesando y el sentido hacia donde se dirige el conductor. Las troncales en norte-sur, poseen números pares, mientras que en sentido este-oeste, poseen números impares.

Locales: Estas carreteras son de importancia regional, ya que permiten la comunicación entre centros poblados y vías de mayor importancia., además de permitir el acceso a las troncales. Las señales que las identifican son de forma circular y proveen información en cuanto al número de la local, el cual es independiente en cada Estado, y el nombre del Estado.

Ramales: Son vías de interés local que interconexionan centros poblados de menor importancia y da acceso a las carreteras principales. Pueden ser identificadas de acuerdo a una señal de forma rómbica, en la cual se indica el número que la identifica dentro de la red vial regional independiente para cada Estado.

Sub-Ramales: Carreteras que proveen el acceso a fundos, explotaciones y fundos aislados. Estas son de corta longitud y permiten la llegada a vías de mayor jerarquía de vehículos provenientes de zonas aisladas. Las señales que las identifican no tienen una forma oficial específica sin embargo, están inidentificadas a través de un número en la red vial regional, cada estado tiene una enumeración independiente, el cual se indica en los planos viales con la inicial de las palabras sub- ramal seguido de un número (s-2).

Camino carreteros: son carreteras cortas para el servicio de caseríos, vecindarios, entre otros.

2.2.3 Transito

Todo proyecto vial debe basarse en datos reales, entre los cuales uno de las más importantes es el tránsito, en donde se evalúen sus parámetros más importantes, entre los cuales están el volumen vehicular, la velocidad, la densidad, la capacidad y la composición del tráfico. Esto define la calidad del servicio de la vía en el proyecto que presentan a sus usuarios.

Elementos que componen el transito

Pueden quedar definidas de distintas maneras:

Cuantitativamente, por los siguientes elementos: volumen, densidad y velocidad o cualitativamente, las corrientes de tráfico quedan definidas por el nivel de servicio.

2.2.4 Volumen de Transito

Se entiende por volumen de tránsito, el número de vehículos que circulan por una sección dada de una vía durante un periodo o unidad de tiempo determinado. Representa la variable más importante que permite analizar funcional y operacionalmente unas vías. En los estudios de tráfico los intervalos de tiempos son el año, el día y la hora. Se pueden expresar en veh/año, veh/día, veh/hora. Veh/min, entre otros.

Tipos de volumen de transito

Volúmenes de tránsito absolutos o totales

Número total de vehículo que pasan durante un tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado se tienen los siguientes volúmenes absolutos o totales.

- Tránsito anual
- Tránsito mensual
- Tránsito diario
- Tránsito horario
- Tasa de flujo o flujo (q)

Volumen de transito horario

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. Con base en la hora seleccionada, es el volumen mas usualmente utilizado, ya que se emplea para estudios de capacidad de carreteras y para proyectos de diseño geométrico, se define los siguientes volúmenes de transito horario.

Volúmenes horarios de máxima demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos, que pasan por una sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los periodos de máxima demanda que puede presentar durante un día en particular.

Volumen horario de proyecto (VHP)

Es el Volumen de tránsito horario que se utiliza para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyectó Con volumen horario pronosticado.

Variaciones horario del volumen de tránsito.

Generalmente se estudia para horas picos y para vías urbanas. La intensidad de tránsito durante la hora pico puede obtener valores bastante altos, en algunas fracciones de esta hora, pero relativamente bajo en las demás o mantenerse más O menos uniforme durante todas ellas. Este comportamiento se cuantifica mediante el factor hora pico (FHP).

2.2.5 Factor Hora Pico.

Es la relación entre el volumen horario de máxima demanda VHMD y la intensidad de circulación máxima que presenta durante un periodo dado, dentro de dicha hora, Los periodos dentro de la hora pico pueden ser de 5, 10 o 15 minutos. Este factor es indicador de las características de flujo durante la hora pico, en más precisión como están distribuidos los flujos máximos dentro de la hora.

FHP =1 Flujo muy uniforme durante la hora.

FHP<1: concentraciones de flujos en periodos cortos dentro de la hora.

El FHP se calcula a través de la siguiente expresión:

$$FHP = \frac{(VHMD)}{(N \ qmax)}$$

Dónde:

VHMD: volumen horario de máxima demanda.

N: número de periodo durante la hora pico.

Qmax: Volumen máximo durante el periodo.

2.2.6 Conteo De Transito

Se realiza para conocer los volúmenes de tráfico, con duración y ubicación diferentes; se realizan conteos y encuestas de origen y destino, también denominados aforos y permiten determinar el número de vehículos que transitan por un lugar o estación de estudio. Los contadores pueden ser: de manguera, magnéticos, radar, sónicos, células fotoeléctricas, etc.

Método básico de conteos.**Método Mecánico o Conteos Mecánicos**

En este método se cuenta el número de vehículos que pasa por una determinada vía, sin clasificar los vehículos, ni la dirección del movimiento. Los dispositivos que se emplean para el conteo mecánico, están formado por un detector y un contador.

Método de video

En el método de video se emplean equipos que permiten grabar imágenes, de forma que se puedan medir volumen y densidad.

Método manual

Para este método se lleva un control de volúmenes, mediante la utilización de personal de campo, empleando el uso de planillas, en las cuales se indican los parámetros, como la planificación vehicular, dirección del movimiento, entre otros.

Clasificación de los Conteos Vehiculares según su Dirección.**Conteos de Fin de Semana**

Cubren el periodo de tiempo comprendido entre las 6:00pm del día viernes y las 6:00 am del día lunes.

Conteos de 24 Horas

Comprenden cualquier periodo completo de 24 horas consecutivas, evitando la mañana del lunes y la tarde del viernes, ya que en estos se presentan una gran variación en el comportamiento del tránsito.

Conteos de Siete Días

Comprenden un periodo de 24 horas durante siete (7) días seguidos del año.

Conteos de Tres Días:

Comprende un periodo de 24 horas durante tres (3) días consecutivos del año, Preferiblemente martes, miércoles y jueves de cualquier semana

Conteos de Dieciséis Horas

Se efectúan normalmente en el periodo entre las 6:00 am y las 10:00pm

Conteos de Doce Horas

Se realizan comúnmente entre el periodo de las 7:00 am y las 7:00 pm.

Conteos de Periodos Picos

Comprenden los periodos de mayor demanda del tránsito.

Conteos Permanentes

Emplean contadores mecánicos colocados en estaciones de cobertura 1 (periodo de 365 días).

Tipos de Estaciones de Conteos.

Estaciones Permanentes

Se realizan conteos en forma continua, durante todas las horas del día y todos los días del año.

Estaciones Cobertura 1

Se efectúan conteos en días laborales, de 24 horas de duración una vez cada mes del año.

Estaciones cobertura 5

Se realizan conteos en días laborales, de 24 horas de duración, tres veces al año (una vez cada cuatro meses).

2.2.7 Velocidad

En general el término velocidad se define como la relación entre la distancia y el tiempo que tarda en recorrerla. En la ingeniería de tránsito existen varios tipos de conceptos de velocidad, los cuales deben ser definidos y aplicados claramente tal como se expone a continuación.

Tipos de Velocidades

Velocidad Puntual

Es la velocidad con que circula un vehículo al pasar por un determinado punto de la vía. Como se pide en el preciso instante del paso del vehículo por el punto en estudio, también se le denomina velocidad instantánea. Esta es utilizada para el análisis de las condiciones de seguridad en la circulación, que refleja el deseo de los conductores en el sentido de adquirir la velocidad que ellos juzguen adecuada para las condiciones ambientales y de tránsito existente.

Velocidad de Recorrido

Se define como la distancia recorrida desde el principio hasta el final del viaje, entre el tiempo total empleado en recorrerla en varios viajes sobre un tramo determinado de la vía, por lo que incluye los tiempos de parada y los dispositivos de control. La velocidad de recorrido es empleada principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas, ya sea una contra otra, o bien, en una misma ruta cuando se han realizado cambios para medir los efectos.

Velocidad de Marcha

Definido como la distancia dividida entre el tiempo de duración, durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. También conocida como velocidad de crucero.

Velocidad de Operación

Es denominada como la mayor velocidad que puede desarrollar un vehículo en forma segura, sobre una sección específica de una vía cuando las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación. También denominada como velocidad de proyecto.

2.2.8 Densidad

Es el número de vehículos que se encuentra en un tramo de longitud unitaria de una vía en un instante determinado. Puede calcularse como la relación entre la distancia entre frente de dos vehículos consecutivos, en un tramo de vía de longitud específica. Generalmente se expresa en vehículos por kilómetros (veh/km).

$$K = \frac{N}{d}$$

Donde:

K: Densidad.

N: Número de Vehículos.

D: Tramo de Longitud.

Puede definirse también como:

$$D = (m \text{ Km}) \text{ Espaciamiento}, (S) (m \text{ Ve iculo}).$$

Tipos de Densidades.**Densidad a Capacidad**

Es la densidad a la que se alcanza la capacidad de una vía.

Densidad crítica.

Es la densidad cuando el volumen es máximo en condiciones específicas no importantes.

Densidad de Transito

Número de vehículos que están en un tramo de la calzada en un instante determinado, dividido entre la longitud del tramo.

Densidad Estática

Es la densidad de una corriente vehicular, cuando cesa su movimiento y se convierte en una sola.

Variables Fundamentales de la Densidad.**Espaciamientos (S)**

Es la distancia en metros entre frentes de dos vehículos sucesivos.

Intervalo (H)

Tiempo que transcurre en segundos entre el paso de los vehículos sucesivos por un punto de la vía.

2.2.9 Composición del Tránsito.

Para el estudio de los volúmenes, es necesario saber la composición y variación de los distintos tipos de vehículos. Esta se mide en porcentaje sobre el volumen total y normalmente está formada por tres tipos de vehículos que se diferencian por su peso, dimensión, características de operación, etc. Estos tipos de vehículos son:

Vehículos Livianos

Son aquellos vehículos de dos ejes y cuatro ruedas, destinado al traslado de pocas personas.

Vehículos pesados

Son todos aquellos camiones con numero de seis rueda (dos ejes, tres ejes, entre otros.), destinados normalmente al transporte de mercancía.

Vehículos Públicos:

Son aquellos destinados a ofrecer el servicio de transporte por puesto, autobuses, camionetas, entre otros.

2.2.10 Capacidad de una Vía.

La capacidad viene definida por la cantidad de unidades (vehículos particulares, transporte público, entre otros). El área de la infraestructura (números de canales de circulación, ancho de los canales de circulación, ancho de las aceras peatonales, entre otros) y el periodo de tiempo que se quiere estudiar.

La capacidad de la vía se ve afectada por ciertas condiciones que se conocen como prevalentes. Estas son condiciones de la geometría de la vía y de las características del tránsito.

Finalmente para la determinación de la vía se utiliza la siguiente ecuación matemática.

$$Capacidad = \frac{VHMD}{Numero\ de\ Canales \quad E.U}$$

Donde:

VHMD: Volumen Horario de Máxima Demanda

E.U: Entorno Urbano o Suburbano según la Velocidad de Flujo Libre,

Capacidad por Carril de las Carreteras de Múltiples Carriles en Función de la Velocidad de Flujo	
Velocidad de Flujo Libre (Km/hrs)	Entorno Urbano o Suburbano
100	2200
90	2100
80	2000
70	1900
60	1800
50	1700
40	1600

Tabla 1: Capacidad por carril de las carreteras de múltiples carriles en función a la velocidad de flujo

Fuente: Highway Capacity Manual (HCM)

Condiciones Viales

- Número y ancho de canales.
- Obstrucciones laterales.
- Velocidad de diseño.
- Pendiente.
- Configuración de canales.

Condiciones del tránsito

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

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

Condiciones Ideales

- Canales de 3.65 m. de ancho.
- Distancia mínima de 2 m. a obstrucciones laterales.
- Vehículos particulares.
- Usuarios particulares

- pendientes nulas (0%).

2.2.11 Diseño geométrico

Es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado, el dimensionamiento, el alineamiento, la sección transversal, el perfil longitudinal, entre otros de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.

El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volume ²⁴ desplazado y el firme necesario.

2.2.11.1 Nociones sobre un Diseño Geométrico

En sus escritos Agudelo Ospina J.J. (2002, p.89) plantea los siguientes pasos sobre las nociones de un diseño geométrico:

Reconocimiento:

Inicialmente se debe recopilar toda la información disponible necesaria para poder llevar a cabo el estudio de las posibles rutas. Esta información puede constar de:

- Fotografías aéreas.
- Restituciones aerofoto gramáticas a escala reducida.
- Mapas y planos topográficos existentes de la región.
- Estudios de tránsito de vías aledañas.
- Datos meteorológicos.

Esta información, dependiendo su naturaleza, puede ser obtenida en diferentes instituciones, y las diferentes oficinas de planeación departamental o municipal. Luego basado en esta información se procede a hacer un reconocimiento general sobre el área con el fin de tener una idea sobre aspectos tan importantes como la topografía predominante, la geología general, hidrografía y usos del suelo. Este reconocimiento puede llevarse a cabo por medio de sobrevuelos, recorridos a pie o en el medio de transporte disponible, dependiendo de la magnitud e importancia del proyecto y del tipo de topografía.

Luego de analizar toda la información obtenida se lleva a cabo el planteamiento de las diferentes rutas posibles que satisfagan la mayoría de las condiciones básicas. Se entiende por ruta la faja de terreno, de ancho variable, que se extiende entre los puntos extremos o terminales, pasando por los puntos de control primario, y dentro de la cual podrá estar ubicada la vía a trazar. Los puntos de control primario normalmente son poblaciones intermedias que se verán favorecidas con la construcción de la nueva vía.

Como se puede presentar un gran número de rutas posibles, el estudio de las mismas tiene por objeto seleccionar aquella que reúna las condiciones óptimas o más favorables para el desarrollo tanto del trazado como de la construcción.

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.

Evaluación de las Rutas:

En algunas ocasiones puede suceder que la ruta apropiada sea muy obvia y no haya necesidad de evaluar otras, tal es el caso cuando la topografía es relativamente plana o la longitud de la vía sea muy corta, pero, si se han determinado varias rutas se debe llevar a cabo una serie de análisis que se detallan a continuación:

- Determinar puntos de control secundario: posibles humedales (cruces favorables de corrientes de agua), depresiones de las cordilleras, vías existentes, pequeñas poblaciones, bosques, puntos de fallas o pantanos que deben ser evitados.
- Hallar pendientes longitudinales y transversales predominantes.
- Determinar características geológicas.
- Ubicar fuentes de materiales (canteras).
- Determinar posibles sitios para la disposición de desechos sólidos (“botaderos”).
- Establecer cantidad, clase y dirección de los diferentes cursos de agua.
- Establecer condiciones climáticas o meteorológicas.
- Observar desde el punto de vista del alineamiento horizontal cual puede arrojar un trazado más suave.

Basados en los resultados de los análisis realizados se determina entonces cual puede ser la ruta o rutas más favorables, con el fin de desarrollar un estudio más detallado sobre estas, hasta llegar a la solución óptima en términos económicos, técnicos, estéticos, ambientales y sociales.

Las alternativas propuestas como posibles rutas necesariamente no tienen que ser completamente independientes. Puede suceder que parte de una ruta sea compartida con otra. Lo anterior se deba a que habrá zonas que dadas sus características físicas son casi de paso obligado.

La selección de una ruta está ampliamente influenciada por la topografía. Montañas, valles, colinas, pendientes escarpadas, ríos y lagos imponen limitaciones en la localización y son, por consiguiente, determinantes durante el estudio de rutas.

Trazado ante preliminar:

Sobre cada una de las diferentes líneas de ceros obtenidas se debe proceder al trazado de la línea ante preliminar que consiste en obtener una poligonal compuesta de líneas rectas y unidas por sus extremos de modo que se ajuste lo mejor posible a la línea de ceros y a lo largo de la cual se puedan obtener, de una manera más ágil, ciertos datos y elementos que permitan comparar las diferentes alternativas entre sí.

Al igual que la línea de ceros, la línea ante preliminar no se requiere determinarla en terrenos planos. Para terrenos ondulados, inclusive en terrenos montañosos pero poco irregulares, la línea ante preliminar podría ser el eje definitivo del proyecto ya que los ángulos de deflexión son pequeños y las distancias lo suficientemente largas como para obtener un apropiado alineamiento horizontal.

En la Figura 1 se tiene una línea ante preliminar y su correspondiente línea de ceros.

Luego de definir la línea ante preliminar para cada una de las alternativas estudiadas se procede obtener la información que permita decidir cuál es la mejor de ellas y efectuar el estudio y diseño definitivo sobre esta.

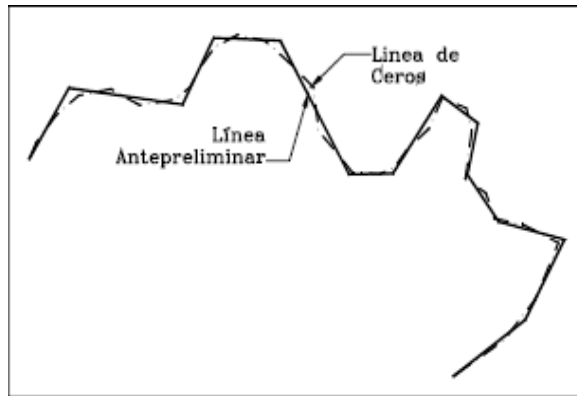


Figura 1 - Línea Ante preliminar

Fuente: Agudelo Ospina J.J. Diseño Geométrico de Vías (p.126)

La información que se debe obtener es la siguiente:

- **Longitud:** Se debe determinar la longitud de la poligonal de cada una de las ante preliminares definidas. Una corta longitud puede significar una pendiente muy alta o excesivo movimiento de tierra.
- **Drenaje:** Es necesario cuantificar el número de obras de drenaje requeridas y clasificarlas, de forma preliminar, de acuerdo a su tipo y características.
- **Movimiento de tierra:** Este aspecto se evalúa a partir del perfil longitudinal y las secciones transversales. Tanto en el perfil como en las secciones, obtenidas de la topografía, se puede observar, además de las pendientes, la magnitud de rellenos y cortes.
- **Características geológicas y geotécnicas:** Es indispensable realizar los estudios correspondientes, de manera preliminar, para determinar si la ruta o corredor seleccionado no presenta problemas de inestabilidad o fallas geológicas que puedan complicar los diseños y aumentar tanto los costos de construcción como de mantenimiento.
- **Aspectos ambientales:** Es importante evaluar sobre cuál de los corredores en estudio se presenta un menor impacto negativo sobre el medio ambiente o en cuál de ellos las medidas de mitigación pueden ser más manejables y económicas.

Trazado preliminar:

Luego de decidir cuál de las alternativas en estudio presenta las mejores condiciones se procede a definir sobre esta la línea preliminar. La poligonal del proyecto definitivo corresponde prácticamente a la línea preliminar.

La línea preliminar se obtiene a partir de la línea ante preliminar siguiendo algunas pautas y criterios que se mencionan a continuación:

- Se debe seguir la misma dirección de la ante preliminar pero obteniendo lados tan largos como sea posible.
- Evitar dos curvas continuas del mismo sentido, izquierda – izquierda o derecha - derecha. Esta consideración se hace desde el punto de vista estético, geométrico y de la seguridad.
- Se debe tener en cuenta que a mayor ángulo de deflexión se requiere una mayor tangente y por lo tanto una mayor distancia entre vértices de la preliminar.
- Cruzar los ríos y diferentes corrientes de agua de forma perpendicular a estas y si es posible en los sitios más estrechos, de modo que se obtengan longitudes cortas para las estructuras.

En general el objetivo principal es obtener un trazado equilibrado entre alineamiento horizontal, pendientes y movimiento de tierra.

En la Figura 2 se ha obtenido una línea preliminar a partir de la línea ante preliminar de la Figura 1.

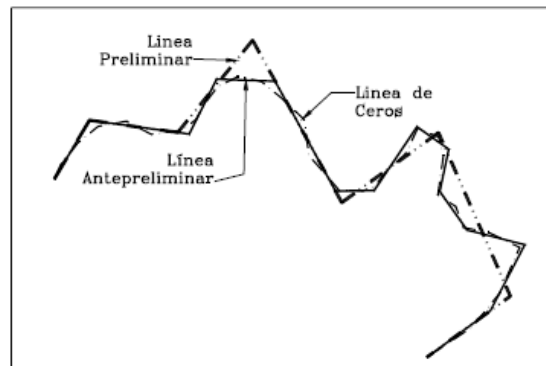


Figura 2 - Línea Preliminar

Fuente: Agudelo Ospina J.J. Diseño Geométrico de Vías (p.131)

Si el plano topográfico sobre el cual se ha definido la línea preliminar está actualizado, garantiza una muy buena precisión y sus curvas de nivel están distanciadas no más de 2 metros es posible desarrollar el diseño geométrico, al menos el alineamiento horizontal, sobre este y luego materializarlo en el campo.

El perfil y las secciones transversales, elementos necesarios para definir el diseño vertical y cuantificar el movimiento de tierra, podrían obtenerse también del plano topográfico sobre el cual se trabaja. Este último procedimiento es aconsejable cuando el terreno es bastante regular y siempre y cuando sea aprobado por la interventoría. Caso contrario se debe realizar la correspondiente nivelación y levantamiento de secciones transversales a partir del eje materializado. Otro procedimiento a seguir, y que se debe realizar cuando se tiene una restitución topográfica de poca precisión o que no esté actualizada, es el de localizar la línea preliminar en el terreno con el fin de abscisarla, nivelarla y levantar secciones transversales, todo esto con el objeto de obtener una franja de topografía lo suficientemente ancha, alrededor de 100 metros, y luego de ser digitalizada realizar los ajustes necesarios a dicha preliminar para obtener el diseño definitivo del eje del proyecto. En la Figura 3 se observa el trazado de una línea preliminar a la cual se le han levantado secciones transversales cuyo espaciamiento varía de acuerdo al tipo de terreno pero lo normal es que este entre 20 y 50 metros. Acá el perfil y secciones transversales del eje definitivo podrán ser entonces obtenidos de la respectiva topografía con una aceptable precisión. Un último procedimiento a considerar es ubicar la línea preliminar y directamente en el campo realizar los ajustes correspondientes, calcular y localizar las curvas horizontales y finalmente nivelar y seccionar el eje definitivo del proyecto con el fin de adelantar el diseño de rasante y cuantificar el movimiento de tierra.

Luego de tener la poligonal definitiva del proyecto se inicia lo que se denomina propiamente diseño geométrico. Esta nueva etapa del proyecto que en parte se puede realizar directamente en el campo, tal como se indicó anteriormente.

2.2.12 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

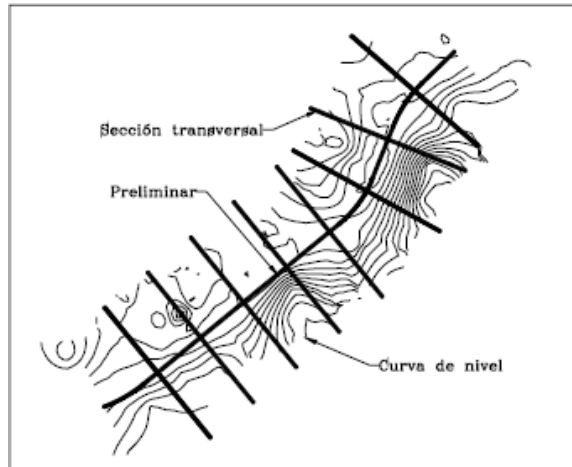


Figura 3 - Franja Topográfica de Línea Preliminar

Fuente: Agudelo Ospina J.J. Diseño Geométrico de Vías (p.133)

- **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 subrasante 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 señaliza la vía y de esta forma queda lista para prestar el servicio para el que fue proyectada.

2.2.12.1 Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permitan una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente. Al cambiar la dirección de un alineamiento horizontal se hace necesario, colocar curvas, con lo cual se modifica el rumbo de la vía y se acerca o se aleja este del rumbo general que se requiere para unir el punto inicial con el final.

2.2.12.2 Curva Circular Simple:

Se denomina curva circular simple a la curva de un solo radio, o sea un arco del círculo que une dos tramos rectos (tangentes), conformando la proyección horizontal de las curvas reales. Para Andueza Pedro (1989 p.306) las curvas circulares simples:

Son arcos de círculos de un solo radio. Enlazan entre si dos rectas o tangentes del alineamiento horizontal.

2.2.12.3 Elementos de la Curva Circular Simple:

En la siguiente figura (Fig. 6) se indican los elementos más importantes, así como la nomenclatura correspondiente a las curvas circulares simples.

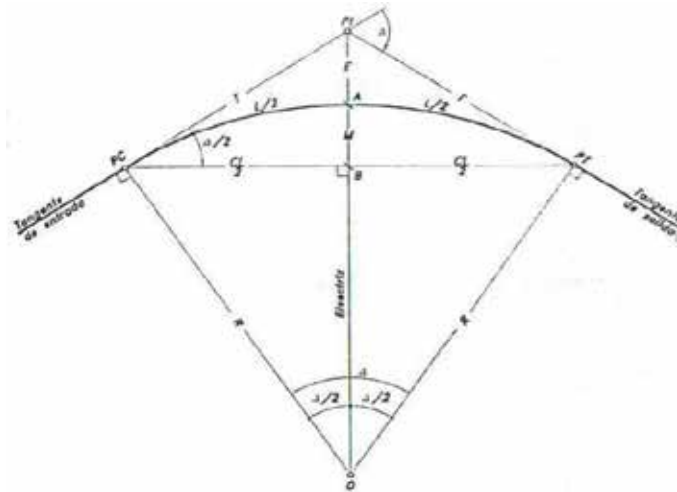


Figura 4 - Elementos Geométricos de una Curva Circular Simple

Fuente: Cárdenas J. Diseño Geométrico de Carreteras (p.35)

PI: Punto de intersección de las tangentes o vértices de la curva.

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

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

O: Centro de la curva circular.

igual al ángulo central subtendido

por el arco PC, PT.

R: Radio de la curva circular simple.

T: Tangente o subtangente: Distancia desde el PI al PC o desde el PI al PT.

L: Longitud de curva circular: distancia desde el PC al PT a lo largo del arco circular, o de un polígono de cuerdas.

CC: Centro de la curva.

CL: Cuerda Larga: distancia en línea recta desde el punto donde termina PC hasta el punto donde termina PT.

E: Distancia desde el PI hasta el punto medio de la curva A.

De acuerdo con la Norma para el Proyecto de Carretera del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (1997) establece que para el cálculo de los elementos de las curvas circulares simples es la siguiente:

$$\text{Tangente (PC y PT)} = R \operatorname{tg} \frac{\Delta}{2}$$

$$\text{Longitud de arco (L)} = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$\text{Externa (E)} = R \sec \left(\frac{\Delta}{2} \right) - R$$

$$\text{Cuerda (C)} = 2 R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

2.2.12.4 Curva Circular Compuesta:

Las curvas compuestas son las que están formadas por dos o más radios, es decir por dos o más curvas circulares simples. Aunque no son muy comunes y además son indeseables, muchas veces se hacen necesarias para adaptarse de una mejor forma a las condiciones topográficas o cuando se presenta un control en los diseños como por ejemplo el acceso a un puente. El uso de estas curvas se presenta principalmente en vías urbanas, más concretamente en intercambios viales por ejemplo cuando se debe reducir de forma gradual la velocidad al abandonar una vía rápida y tomar otra más lenta.

2.2.12.5 Elementos de la Curva Circular Compuesta de dos radios:

En la siguiente figura (Ver Fig. 7) se definen los diferentes elementos geométricos de una curva circular simple compuesta por dos radios:

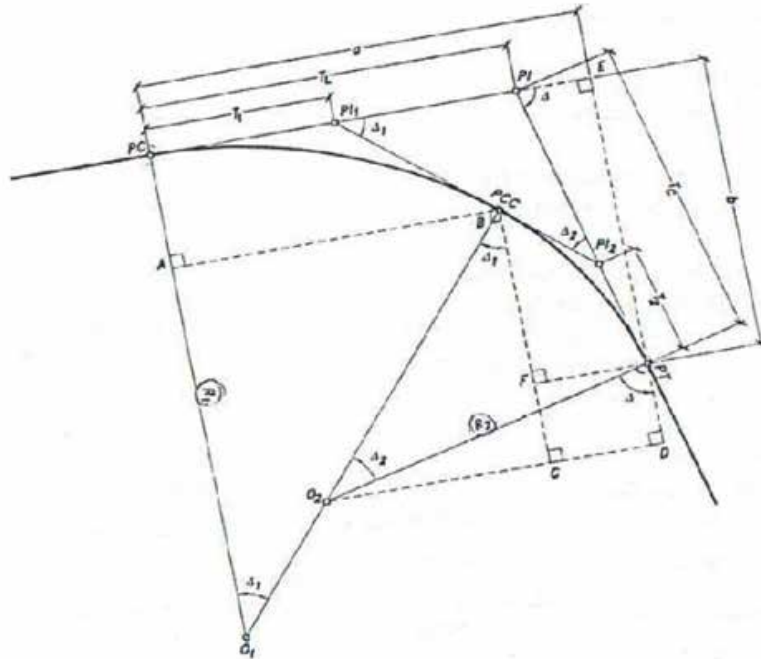


Figura 5 - Elementos Geométricos de una Curva Circular de Dos Radios

Fuente: Cárdenas J. Diseño Geométrico de Carreteras (p.123)

PI: Punto de intersección de la tangentes.

PC: Principio de la curva compuesta.

PT: Fin de la curva compuesta o principio de tangente.

PCC: Punto donde termina la primera curva circular simple y empieza la segunda.

R : Radio de la curva de menor curvatura o mayor radio.

R : Radio de curva de mayor curvatura o menor radio.

O : Centro de la curva de menor radio.

O : Centro de la curva de menor radio.

: Ángulo de deflexión principal de la curva de mayor radio.

: Ángulo de deflexión principal de la curva de menor radio.

T : Tangente de la curva de mayor radio.

T : Tangente de la curva de menor radio.

T_L : Tangente larga de la curva circular compuesta.

T_C : Tangente corta de la curva circular compuesta.

Formulas adicionales para el diseño de curvas circulares compuestas de dos radios:

$$\frac{a}{\text{sen } C2} = \frac{b}{\text{sen } C1} = \frac{T1 + T2}{\text{sen } (180^\circ - t)}$$

$$TE = T1 + a$$

$$TS = T2 + b$$

2.2.12.6 Alineamiento Vertical

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante.

2.2.12.7 Elementos que integran los alineamientos verticales:

El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas.

Tangentes: Las Tangentes se caracterizan por su longitud y su endiente y están limitadas por dos curvas sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente, se representa como TV. La pendiente de la tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma.

Al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina PIV, y a la diferencia algebraica de pendiente en ese punto se le representa por la letra A.

Pendiente Gobernadora: Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea subrasante para dominar un desnivel determinando, en función de las características del tránsito y la configuración del terreno; la mejor pendiente gobernadora para cada caso, sería 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.

Pendiente Mínima: La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula; en los cortes se recomienda 0,5% mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas; en ocasiones la longitud de los

cortes y la precipitación pluvial en la zona podrá llevar a aumentar esa pendiente mínima.

Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical:

Es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentales el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determina la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos.

Curvas Verticales:

La curva vertical es la que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectuara el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de esta, se representa como PCV y como PTV el punto común de la tangente y la curva al final de esta.

Para el cálculo de curvas verticales se tienen unas condiciones:

1) L_{cv}

2) $L_{cv} = 0,6 V_p$

3) $L_{cv} = K A$

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.

V_p : Velocidad de proyecto.

Donde la curva vertical es una parábola.

$$Y=Y_0 + P_1 x + Ax^2$$

Dónde:

Y_0 = Cota Tangente curva vertical.

P_1 = Pendiente de entrada de la curva vertical.

P_2 = Pendiente de salida de la curva vertical.

L = Longitud de la curva.

X = diferencia de progresivas del punto a buscar respecto a T_{cv} o C_{tv} . $a = (P_2 - P_1)/(2 L_{cv})$.

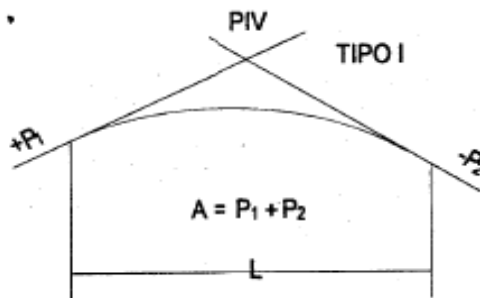


Figura 6 - Curva Vertical Simétrica Convexa.

2.2.12.8 Sección Transversal:

La sección transversal de una carretera corresponde a un corte vertical normal al eje del alineamiento horizontal, definiendo la ubicación y dimensiones de cada uno de los elementos que conforman dicha carretera en un punto cualquiera y su relación con el terreno natural.

Los elementos que conforman la sección transversal de una vía y sus correspondientes dimensiones deben tener en cuenta aspectos como la importancia de la vía, volúmenes de tránsito y composición, la velocidad de diseño, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento y la disponibilidad de recursos económicos. La sección transversal típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad y comodidad de los usuarios.

Quiere decir, que la sección transversal de una carretera puede cambiar por tramos a lo largo del proyecto, dependiendo de cómo sea el comportamiento de los factores que la definen.

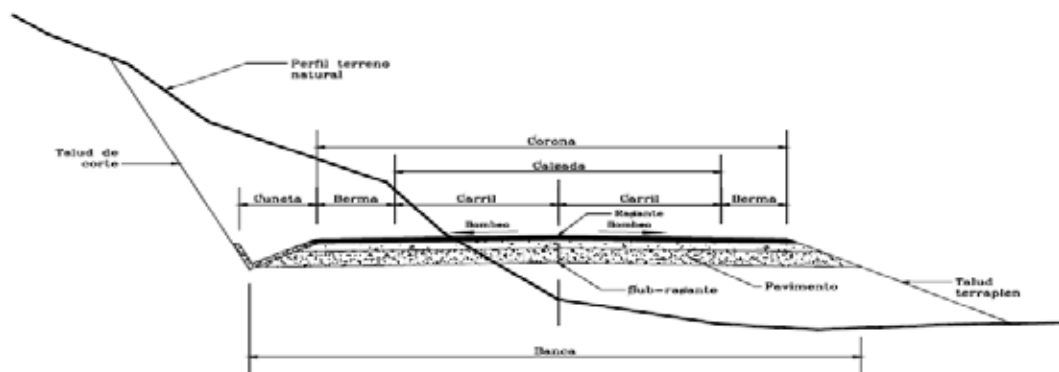


Figura 7 - Sección Transversal

Fuente: Agudelo Ospina J.J. Diseño Geométrico de Vías (p.260)

2.2.12.9 Elementos que conforman una Sección Transversal:

Derecho de vía: Corresponde a la franja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones de la vía, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico.

Banca: Es la distancia horizontal, perpendicular al eje, entre los bordes internos de los taludes. Su ancho depende de otros elementos que se definen más adelante.

Corona: Se trata de la superficie de la carretera comprendida entre los bordes externos de las bermas, o sea las aristas superiores de los taludes del terraplén y/o las interiores de las cunetas. En la sección transversal está representada por una línea. Los elementos que definen la corona son: rasante, pendiente transversal, calzada y bermas.

Rasante: En la sección transversal está representada por un punto que indica la altura de la superficie de acabado final de la vía en el eje.

Pendiente Transversal. Es la pendiente que se da tanto a la corona como a la banca normal a su eje. Según su ubicación con respecto a los elementos del alineamiento horizontal se pueden presentar tres tipos de pendiente transversal:

Bombeo: Es la pendiente transversal de la corona en los tramos rectos del alineamiento horizontal hacia uno u otro lado del eje para evacuar las aguas lluvias de la vía y evitar el fenómeno de hidropelano. El bombeo apropiado debe permitir un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no

tenga sensaciones de incomodidad e inseguridad. Su valor depende del tipo de superficie de rodamiento y sus valores recomendados se dan en la Tabla 1.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA		BOMBEO (%)
Muy buena	Superficie de concreto hidráulico o asfáltico, colocada con extendedoras mecánicas.	2
Buena	Superficie de mezcla asfáltica colocada con terminadora. Carpeta de riegos.	2 - 3
Regular a mala	Superficie de tierra o grava	2 - 4

Tabla 2 - Bombeo de la calzada

Fuente: Agudelo Ospina J.J. Diseño Geométrico de Vías (p.261)

Peralte: Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la vía o 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 (en caso de las carreteras), exigiendo una inclinación mínima del 0,5%. Una curva que no presenta peralte provoca el deslizamiento hacia fuera de la vía y resulta inadecuado porque limita la velocidad en las curvas. Por otra parte, ha quedado comprobado que cuando mayor sea el peralte asignado a una curva que cruza a la izquierda, mayor es la dificultad de maniobrar en la zona de transición

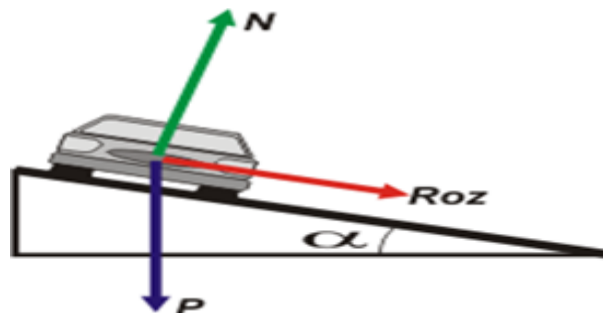


Figura 8 - Dibujo de Peralte

Fuente Agudelo Ospina J.J. (p.36).

Calzada: La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por dos o más carriles y uno o dos sentidos de circulación.

Se entiende por carril a la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

El ancho de calzada definido en un proyecto se refiere al ancho en tramo recto del alineamiento horizontal. Cuando se trata de tramos curvos el ancho puede aumentar y el exceso requerido se denomina sobre ancho. Los valores mínimos recomendados están en función del tipo de carretera, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño.

Bermas: Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera.

Las bermas pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada. Este tipo de construcción brinda una mayor seguridad al conductor y genera una mejor apariencia. El hecho de que estén a un nivel más bajo favorece la seguridad de los peatones ya que esta diferencia de nivel condiciona a los conductores a no invadir la berma principalmente en las curvas derechas.

Cunetas: Son zanjas abiertas y longitudinales, construidas en concreto o en tierra, que tienen la función de recoger y canalizar las aguas superficiales y de infiltración y conducir las hasta un punto de fácil evacuación.

Las dimensiones de una cuneta se deducen de cálculos hidrológicos e hidráulicos que tienen en cuenta la intensidad de lluvia prevista, naturaleza del terreno, pendiente de la cuneta, área drenada, material y forma de la cuneta, etc.

Taludes: Los taludes son los planos laterales que delimitan la explanación de la carretera. La inclinación de un talud se mide por la tangente del ángulo que forman tales planos con la vertical, en cada sección de la vía, y se designa en tanto por uno, donde la unidad es en el sentido vertical;

2.2.13 Asfalto

Es un material viscoso, pegajoso y de color plomo (gris oscuro). Se utiliza mezclado con arena o gravilla para pavimentar caminos y como revestimiento impermeabilizante de muros y tejados. En la mezcla asfáltica es usado como aglomerante

para la construcción de carreteras, autovías o autopistas. Está presente en el petróleo crudo y compuesto casi por completo. El asfalto es una sustancia que constituye la fracción más pesada del petróleo crudo. Se encuentra a veces en grandes depósitos naturales.

Para pavimentar se emplean asfaltos de destilación, hechos con los hidrocarburos no volátiles que permanecen después de refinar el petróleo para obtener gasolina y otros productos.

2.2.13.1 Usos del Asfalto

Como el asfalto es un material muy impermeable, adherente y cohesivo, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes, presenta las propiedades ideales para la construcción de pavimentos cumpliendo las siguientes funciones:

- Impermeabilizar la estructura del pavimento, haciéndolo poco sensible a la humedad y eficaz contra la penetración del agua proveniente de la precipitación.
- Proporciona una íntima unión y cohesión entre agregados, capaz de resistir la acción mecánica de disgregación producida por las cargas de los vehículos. Igualmente mejora la capacidad portante de la estructura, permitiendo disminuir su capacidad.
- También se puede utilizar para hacer techos.

2.3 Conceptos Básicos:

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

Cota: Altura medida respecto al nivel de mar.

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.

Global Mapper: Es una potente y asequible aplicación que combina una gama completa de herramientas de tratamiento de datos espaciales con acceso a una variedad sin precedentes de formatos de datos.

Google Earth: Es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

Hombrillo: Son canales contiguos o adyacentes a la calzada destinado al estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Intersección Vial: Son aquellos elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos. El cruce de caminos se puede dar con una intersección a nivel o con una intersección a desnivel.

Línea de Ceros: Es una línea de pendiente con una inclinación previamente definida sin exceder el valor máximo permitido que general depende de la categoría o importancia de la vía.

Paso de Peatones: Una serie de líneas de gran anchura, dispuestas sobre el pavimento de la calzada en bandas paralelas al eje de ésta y que forman un conjunto transversal a la calzada, indica un paso para peatones, donde los conductores de vehículos deben dejarles paso. No podrán utilizarse líneas de otros colores que alternen con las blancas.

Pendiente: Tasa constante de ascenso o descenso de una línea. Se expresa usualmente en porcentaje; por ejemplo una pendiente del 4% es aquella que sube o baja 4 metros en una distancia horizontal de 100 metros.

Pendiente longitudinal del terreno: Es la inclinación natural del terreno, medida en el sentido del eje de la vía.

Pendiente transversal del terreno: Es la inclinación natural del terreno, medida normalmente al eje de la vía.

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

Semáforos: Son dispositivos de señales que se sitúan en intersecciones viales y otros lugares para regular el tráfico, y por ende, el tránsito peatonal, también conocidos técnicamente como señales de control de tráfico.

Señal de Prevención: Es la señal que tiene por objeto advertir al usuario de la vía la existencia de un peligro y la naturaleza del mismo

Señal de Información: Es la señal que tiene por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar.

Tránsito: Es la acción de pasar de un lado a otro mediante vías o calles.

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

Vehículo: Todo aparato montado sobre ruedas que permite el transporte de personas o mercancías de un punto a otro.

Velocidad: Representa la relación distancia-tiempo y es un factor que afecta en las decisiones del conductor. Se expresa en Km/h.

Velocidad de Diseño: Se define de factores como clase de terreno, características del tránsito, tipo de vía y disponibilidad de recursos económicos, principalmente, definiendo a su vez elementos como el radio de curvatura mínimo, el peralte máximo, la pendiente máxima, distancias de visibilidad y la sección transversal, entre otros.

Vía: Es una infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Puede estar constituida por una o varias calzadas, uno o varios sentidos de circulación, o uno o varios carriles en cada sentido, de acuerdo con las exigencias de la demanda de tránsito y la clasificación de la misma.

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

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

Según la doctrina metodológica, el marco metodológico se relaciona con los medios y herramientas que el investigador emplea para aportar información relativo a la forma en que se va cumplirán los objetivos de la investigación en cada una de las fases previstas, así lo indica Ramírez (2010) cuando indica que en este capítulo deben tratarse los elementos relacionados con el tipo de la investigación, nivel de la investigación, población y muestra, tamaño de la muestra, tipos de muestreo, variables y los instrumentos usados para recolectar la información a ser usada en los resultados y análisis finales.

3.1 Tipo de investigación

Para autores como Balestrini (2002, p. 9), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas entre otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer. Es por ello que se observa que este tipo o modalidad se encuadra perfectamente en la presente investigación, considerando la realidad que se ha identificado relativa al congestionamiento que se suscita en la rampa del Distribuidor San Blas que conecta las ramas Oeste-Este y Sur de la arteria vial indicada.

Asimismo, el Manual de Trabajos de Grado de la Universidad Experimental Libertador (UPEL) asegura que este tipo de estudios, genera “una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (p.21)

3.2 Nivel de Investigación

Según Hernández Sampieri (2002) los estudios descriptivos únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan las variables medidas. Por ello en esta clase de estudios el investigador debe ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos, etc.) Finalmente, esta investigación adquiere un nivel descriptivo pues

busca especificar las propiedades, características y rasgos más importantes del tramo del Distribuidor San Blas que está siendo sometido a estudio.

3.3 Diseño de la investigación

Según Arias (2004) el diseño de la investigación como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado” (p.30), por su parte la Universidad Pedagógica Libertador (2.003) expresa que sobre el diseño de campo, que comprende “el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos” (p.94); por otra parte, nuevamente citando a Arias (2004), la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variables alguna”. (p. 94)

En virtud de lo anterior, esta investigación se califica como de campo, considerando que la información es recolectada directamente de la rampa del Distribuidor San Blas que conecta los tramos Este-Este y Sur del referido distribuidor, que es el lugar de los acontecimientos y donde se verifica la ocurrencia de hechos reales.

3.4 Población y muestra

Para el logro de los objetivos propuestos, igualmente se requiere la determinación de una población, siendo esta la que está expuesta al problema planteado y sobre quienes se aplicaran los instrumentos identificados por el investigador con la finalidad de recolectar la información necesaria en el estudio de campo. En este contexto, la población para Balestrini (2006) es un “conjunto finito o infinito de personas, casos o elementos, que presentan características comunes” (p. 137)

Bajo el precepto anteriormente expuesto, se considera a la población como el conjunto de vehículos, tanto destinados al transporte de pasajeros, como carga en sus diversas capacidades, livianos, medianos y pesados, que circulan por la rampa que conecta los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas. Por su parte, la muestra es un factor esencial una vez definida la población, en este sentido Barrera (2008), asegura que la muestra debe determinarse cuando “la población es tan grande o inaccesible que no se puede estudiar toda, entonces el investigador tendrá la posibilidad seleccionar una muestra.

Técnicas e instrumentos de recolección de los datos

Con la finalidad de recolectar la información, el investigador debe valerse de herramientas y técnicas que le permitan acceder a los datos emanados del fenómeno en estudio, en este caso, de la situación de congestión vehicular que ocurre en la rampa del Distribuidor San Blas que conecta las ramas Oeste-Este y Sur de la arteria vial indicada.

En este sentido, se introducen una técnica que será desarrollada en las fases metodológicas, esta es la observación directa, la cual para Hernández Sampieri (op.cit) es un instrumento de recolección de información muy importante que consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta que puede utilizarse como instrumento de medición en muy diversas circunstancias.

En cuanto a las herramientas, con el fin de lograr la efectiva aplicación de la técnica de observación directa, se requiere de un medio efectivo, como es la lista de cotejo, la cual es para Arias (2004) un listado de características, aspectos, cualidades, etc. sobre las que interesa determinar su presencia o ausencia y que se centra en registrar la aparición o no de una conducta durante el período de observación; tiene como desventaja que ofrece solo la posibilidad de ítem dicotómico pero su formato es muy simple

3.5 Fases metodológicas

Fase I: Diagnosticar la situación actual que presenta el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

Para el logro de esta fase metodológica, se utilizaran medios y técnicas que permitan observar cuales son los aspectos actuales que se muestran en las vías que conforman el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

Fase II: Determinar las causas del congestionamiento vehicular presentes en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo oeste – este y sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo. Como complemento a la observación directa de la fase anterior, el uso de la herramienta ya definida anteriormente, permitiran observar los siguientes aspectos de la operación actual de la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia del Estado Carabobo, los cuales se consideraron variables del presente estudio:

El flujo de tránsito, considerando el flujo, la densidad y la velocidad

La capacidad del tramo en estudio

Los vehículos según su tipología que usan la referida vía

Fase III: Proponer un rediseño geométrico que permita el mejoramiento de la circulación vehicular en la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia del Estado Carabobo. Una vez completados y tabulados los resultados de la situación actual de la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas, se aplicaran las técnicas y métodos de cálculo identificados en las bases teóricas con la finalidad de establecer, considerando los resultados anteriores, los valores de diseño adecuados para lograr mejorar los valores actuales de circulación en la rampa objeto de estudio. A tal efecto, será necesario que se realicen los cálculos geométricos y de trazado en planta. En relación con el diseño de perfil, se considera también los aspectos propios de la topografía del terreno por el cual circulan los vehículos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Para sustentar la factibilidad de la propuesta presentada en la investigación, se expone el análisis detallado de los resultados de la siguiente manera:

4.1 Diagnostico de la situación actual que presenta el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo Oeste – Este y Sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

A continuación se presentan las características operacionales del Distribuidor San Blas y sus alrededores. (Ver figura 9)

El Distribuidor San Blas es de tipo trébol, consta de tres enlaces directos los cuales son: La desincorporación de la Autopista Regional del Centro (ARC) (1) hacia la Autopista del Sur (4), la desincorporación de la Avenida Lara (3) hacia la Autopista del Este (2) y la desincorporación de la Avenida Lara (3) hacia la vía de servicio Sur (5) sentido Caracas. Vía de servicio Norte (6).

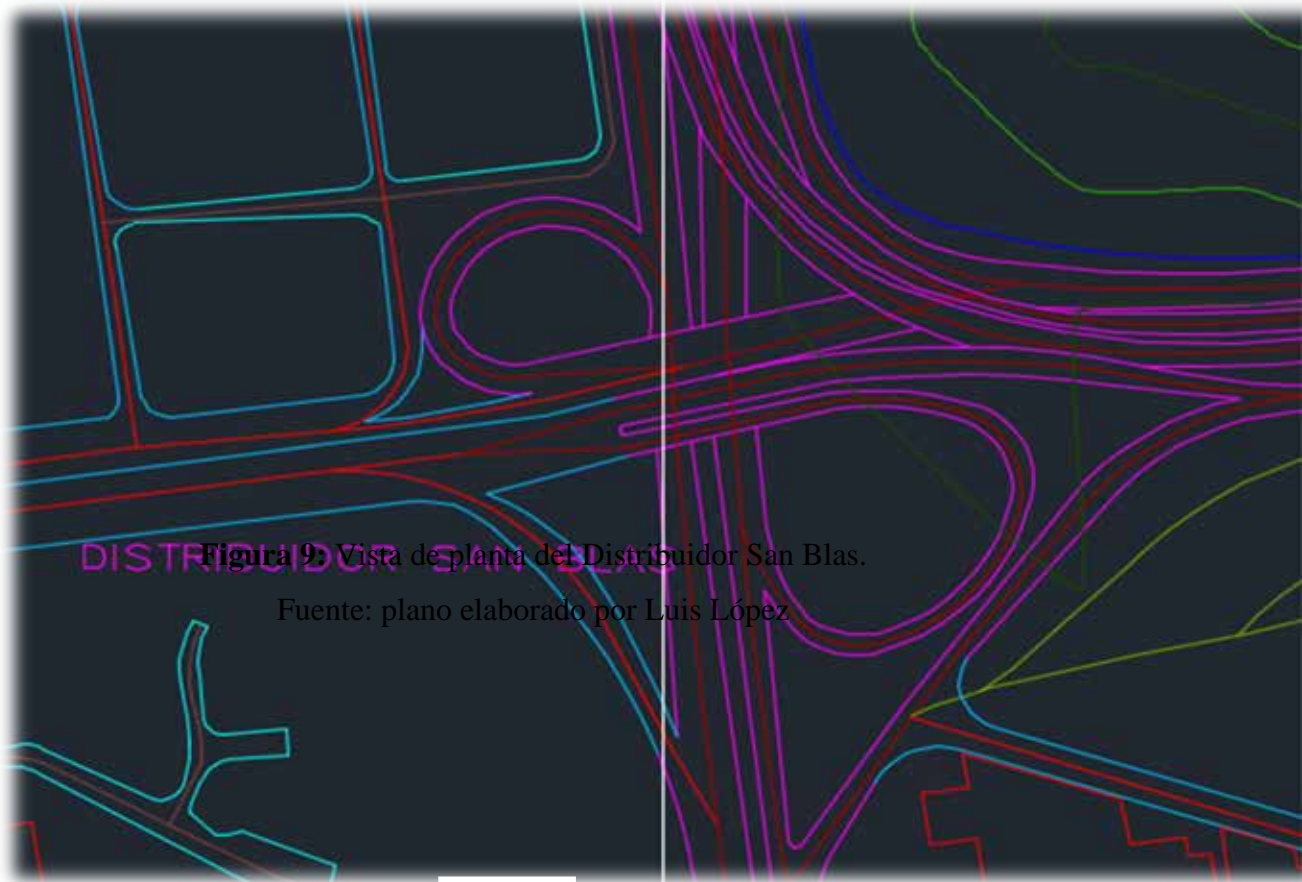


Figura 9: Vista de planta del Distribuidor San Blas.

Fuente: plano elaborado por Luis López

4.2 Determinación las causas del congestionamiento vehicular presentes en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo Oeste – Este y Sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

La causa fundamental del congestionamiento es la fricción o interferencia entre los vehículos en el flujo de tránsito. Hasta una cierta intensidad de ese flujo, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones, y otras condicionantes. Sin embargo, a volúmenes mayores, cada vehículo adicional incide en el desplazamiento de los demás, es decir, comienza el fenómeno del congestionamiento.

Es por esto que un distribuidor vial es un proyecto de construcción el cual ayuda a solucionar el problema de tráfico. Este emplazamiento vial permite el desplazamiento del tránsito vehicular por múltiples vías de circulación y hacia diversos destinos. Sin embargo una mala distribución o problemas en la infraestructura pueden causar que el distribuidor pase de ser una solución de tráfico vehicular a generar más congestionamiento.

En el caso del distribuidor San Blas ocurre lo antes planteando donde la congestión de tráfico viene dada por una cadena de problemas de infraestructura presentados en la vialidades cercanas a este distribuidor, puesto que quizá el período de diseño para los mismos expiró y la tasa de flujo ha crecido notablemente desde el momento de su construcción hace aproximadamente sesenta años.

La causa principal del Distribuidor San Blas es la gran cantidad de vehículos concentrados específicamente en la rampas de transición entre la desembocadura de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Sur la cual es la principal vía expresa de la zona Sur de la ciudad, y su extensión se prolonga incluso hasta otros estados, como lo son Cojedes y Yaracuy. Siendo entonces una importante vía de tránsito, especialmente para tránsito pesado proveniente del interior del país, así como la concurrencia hacia ellos desde la ciudad. También cabe destacar que es una importante vía de comunicación de la ciudad que conecta la zona sur de la ciudad, con el resto de la misma, especialmente a habitantes y usuarios con vehículos particulares y transporte público.

4.2.1 Registro del conteo de vehículos en el Distribuidor San Blas con la finalidad de calcular el factor de hora pico, capacidad y demanda.

El análisis de volúmenes de tráfico, con duración y ubicación es un requisito básico para la planificación y operación de vías de una zona específica. Por lo que estas medidas se realizaron con el propósito de conocer cómo funciona el flujo vehicular en la zona en estudio, específicamente en el Distribuidor San Blas en la rampa que une su tramo Oeste – Este y Sur en el Municipio Valencia Estado Carabobo.

Los conteos se llevaron a cabo en un lapso de 4 semanas; los días, lunes, miércoles y viernes, utilizando el método manual, empleando planillas en las cuales se indican los parámetros como la planificación vehicular y dirección de movimiento (Ver anexo I). La forma de recolección de datos se realizó mediante el conteo de periodos pico, los cuales comprenden mayor demanda del tránsito.

Al analizar el conteo vehicular se tomó los días lunes, miércoles y viernes en 4 periodos de 15 minutos cada uno, se analizaron las vías cercanas al Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia, Estado Carabobo evidenciando una serie de conflictos, los cuales se describen a continuación:

Partiendo de la Autopista Regional del Centro se pudo observar que se genera un conflicto por la intersección de los vehículos que desean ir hacia la Autopista del Este y los que desean seguir hacia el Distribuidor San Blas o la Avenida Lara, ocasionando mayor congestión en la Autopista Regional del Centro. (Ve figura 10)



Figura 10: Vista de planta del Distribuidor San Blas. Conflicto 1

Fuente: plano elaborado por Luis López

Existe una interrupción de los vehículos que quieren descender por la Rampa de bajada del distribuidor San Blas desde la ARC hacia la Autopista del Sur, con los vehículos que se dirigen a la Avenida Lara. Esto ocurre debido a que la rampa es muy angosta y ocasiona retraso en los vehículos que descienden por la misma. (Ver figura 11)

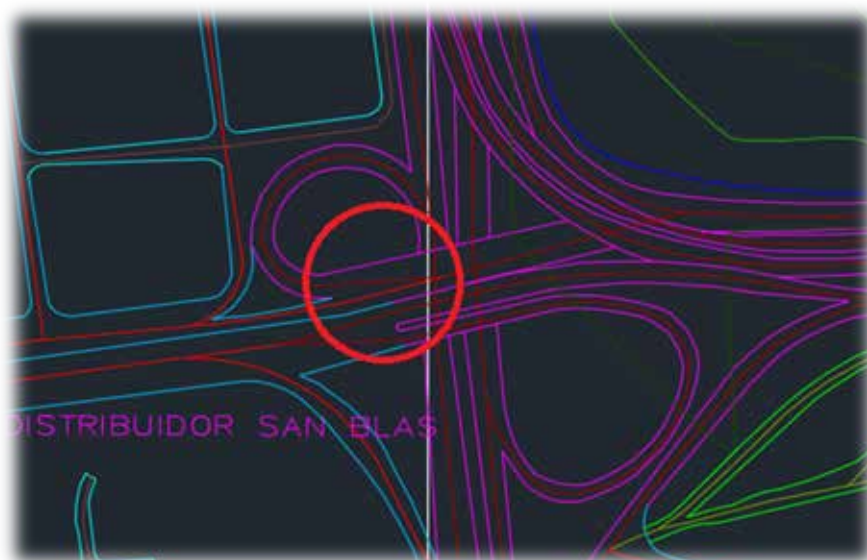


Figura 11: Vista de planta del Distribuidor San Blas. Conflicto 2

Fuente: plano elaborado por Luis López

Una vez observados los conflictos y analizado el conteo vehicular se observo que la mayor cantidad de los vehículos que desean ir hacia la Autopista del Este se encuentran comprendidos en horas de la tarde entre las 4:30p.m. y 5:30p.m, los días viernes, igual pasa con los que se descienden por la Rampa de bajada del distribuidor San Blas hacia la Autopista del Sur, teniendo en cuenta que a través de la observación directa se pudo notar que la mayoría de vehículos que circulan por la misma son de carga pesada. En el caso de los vehículos que se dirigen hacia la Avenida Lara, la mayor cantidad se registro en horas de la mañana, teniendo en cuenta que la mayoría de vehículos son vehículos particulares y de transporte público. (Ver Tabla 3)

CONTEO VEHICULAR			
Autopista Regional Del Centro (ARC)			
Periodo de conteo	Autopista del Este	Avenida Lara	Autopista del Sur
7:30 am 8:30 am	1905	1685	2364
12:30 am 1:30 am	940	990	2080
4:30 am 5:30 am	1967	1704	2436

Tabla 3: Conteo vehicular

Fuente: Elaborado por Luis López

CONTEO VEHICULAR						
Autopista Regional Del Centro (ARC)						
	Vehiculos livianos			Vehiculos Pesados		
Periodo de conteo	Autopista del Este	Avenida Lara	Autopista del Sur	Autopista del Este	Avenida Lara	Autopista del Sur
7:30 am 8:30 am	1785	1031	1056	120	654	1308
12:30 am 1:30 am	864	626	878	76	364	1202
4:30 am 5:30 am	1878	1157	794	89	547	1642

Tabla 4: Conteo vehicular vehículos livianos y vehículos pesados

Fuente: Elaborado por Luis López

Una vez obtenidos todos los conteos del volumen de vehículos en los tramos de estudio y analizados los efectos más desfavorables en cuanto al congestionamiento vehicular, resultó que La Autopista Regional del Centro tiene una gran afluencia de vehículos hacia cada una de las vías en estudio, esto se evidencio con el volumen correspondiente al periodo de 15 minutos, el día viernes, específicamente en el horario

comprendido entre las 5:00 p.m. y 5:15 p.m. el cual presenta un volumen horario de máxima demanda, así mismo en este horario se tiene el conteo vehicular más alto con un total de 1852 vehículos.

Haciendo la comparación entre la tasa de flujo y el volumen de máxima demanda (Ver tabla 5), podemos observar que la frecuencia con que pasaron los vehículos en el tercer cuarto de hora fue mayor que la frecuencia con que pasaron en toda la hora efectiva.

Esto muestra la concentración de vehículos en cortos intervalos de tiempo que tratándose de periodos de máxima demanda genera problemas en el congestionamiento.

CONTEO VEHICULAR					
Horas	Desde la Autopista Regional Del Centro hacia:				
	Autopista del Este	Avenida Lara	Autopista del Sur	Total Vehículos	Tasa de Flujo (q) (veh/h)
4:30p.m. a 4:45.p.m.	510	452	520	1482	5928
4:45p.m. a 5:00p.m.	430	320	590	1340	5360
5:00p.m. a 5:15p.m.	564	492	796	1852	7408
5:15p.m. a 5:30p.m.	463	440	530	1433	5732
Volumen de Máxima Demanda				6107	

Tabla 5: Cuadro comparativo de Volumen de máxima demanda y Tasa de Flujo

Fuente: Elaborado por Luis López

Factor de Hora Pico (F.H.P)

$$F.H.P = \frac{6107}{7408} = 0.82 = 82\%$$

Capacidad

$$Capacidad = \frac{6107}{3 \cdot 2000} = 1.017 = 101.7\%$$

Los resultados obtenidos por medio del conteo y el factor de hora pico nos indica que el tramo en estudio está sometido a su máxima capacidad los días viernes en horas de la tarde, mas no deja de ser así en horas de la mañana ya que si bien a esta hora el factor hora pico es más bajo, no difiere mucho en su valor con respecto al factor hora pico de la tarde

lo que quiere decir que se está generando una gran retención de vehículos en La Autopista Regional del Centro debido a los conflictos señalados anteriormente.

4.3 Propuesta del rediseño geométrico para el mejoramiento de la circulación vehicular en la rampa que une los tramos Oeste-Este y Sur del Distribuidor San Blas en el Municipio Valencia del Estado Carabobo.

Basados en los conflictos observados y en el registro del conteo de vehículos en la zona en estudio se procede con el diseño geométrico, el cual consiste en ampliar el canal para redirigir y canalizar el tráfico de vehículos que desean ir hacia la Autopista del Este y ampliar rampa del Distribuidor San Blas de desincorporación de la Autopista Regional del Centro (ARC) hacia la Autopista del Sur.

A continuación se presentan los cálculos correspondientes al diseño geométrico.

4.3.1 Rampa del Distribuidor San Blas de desincorporación de la Autopista Regional del Centro

Curvas horizontales

Se diseñó el alineamiento horizontal a través del uso de curvas simples y dos radios para garantizar seguridad y comodidad del conductor.

Cálculo de longitud de curva:

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

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

Curva simple:

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

Curva tipo curvon (2 radios- simple) del retorno sur

Curva 2 radios

- R1= 22.253m, R2= 22.997m
- c1= 93.3784 (d)
- c2= 67.3377 (d)
- t= 160.716(d)

- Prg. entrada= 0+120.52m
- Prg. salida= 0+156.79m

Tangente 1

$$T1 = 22.253m \tan\left(\frac{93.3784(d)}{2}\right) = 54.05m$$

Tangente 2

$$T2 = 22.997m \tan\left(\frac{67.3377(d)}{2}\right) = 15.319m$$

Valor a

$$a = \frac{(23.605m+15.319m) \sin(67.3377(d))}{\sin(180^\circ-160.716(d))} = 108.72m$$

Valor b

$$b = \frac{(23.605m+15.319m) \sin(93.3784(d))}{\sin(180^\circ-160.716(d))} = 132.98m$$

Tangente de Entrada

$$TE = 23.605m + 108.72m = 136.36m$$

Tangente de Salida

$$TS = 15.319m + 132.98m = 148.30m$$

Calculo de la deflexión total

Delta Total

$$t = 93.3784(d) + 67.3377(d) = 160.716(d)$$

Parte simple del curvan

Curva simple

- R= 33.723m
- c= 118.6847 (d)
- Prg. entrada= 0+183.81m
- Prg. salida= 0+253.67m

Calculando su longitud de curva

$$Lc = \frac{\pi R c}{180} = \frac{\pi \cdot 33.72 \cdot 118.684}{180} = 69.81m$$

Tangente de entrada y tangente de sal 55

- $TE = TS = 33.723m \tan\left(\frac{118.6847 (d)}{2}\right) \quad TE=TS=56.891m$
- **TE=TS= 56.891m**

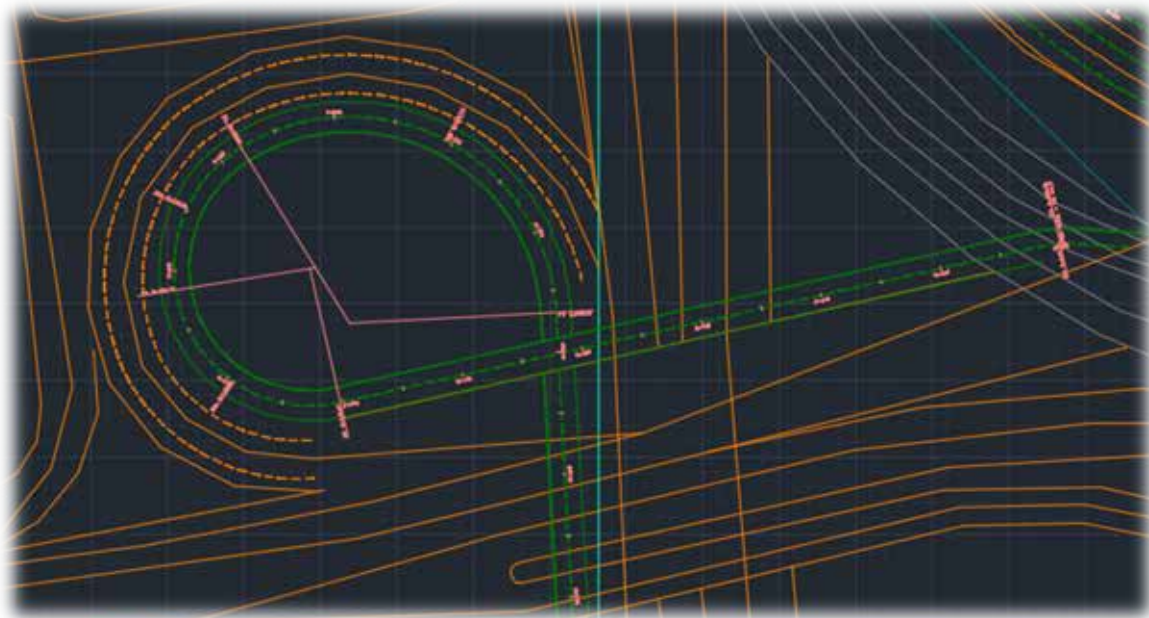


Figura 12: Vista de planta del Distribuidor San Blas. Curva tipo curvon (2 radios-simple) del retorno sur.

Fuente: plano elaborado por Luis López

3.3.2 Ampliación de Ampliación del canal de desincorporación Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este

Curva simple 1

R= 400.00m, c= 23.7696 (d)

Prg. entrada= 0+228.22m

Prg. salida= 0+394.17m

Longitud de curva

$$Lc = \frac{\pi R c}{180} \quad Lc = \frac{\pi 400 23.769}{180} = 165.85 \text{ m}$$

Tangente de entrada y tangente de salida

$$TE = TS = 400.00 \text{ m} \quad \tan\left(\frac{23.7696 (d)}{2}\right) \quad TE=TS= 84.18 \text{ m}$$

TE=TS= 84.18 m



Figura 13: Vista de planta. Ampliación del canal de desincorporación Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este. Curva simple
Fuente: plano elaborado por Luis López

Curva simple 2

- R= 100.00m
- c= 79.9627(d)
- Prg.entrada= 0+463.12m
- Prg.salida= 0+602.68m

Tangente de entrada y tangente de salida

$$Lc = \frac{\pi R c}{180} \quad Lc = \frac{\pi 100 79.962^\circ}{180} = 139.5 \text{ m}$$

Tangente de entrada y tangente de salida

$$TE = TS = 100.00m \tan\left(\frac{79.9627 (d)}{2}\right) \quad TE=TS=83.85 \text{ m}$$

TE=TS= 83.85 m

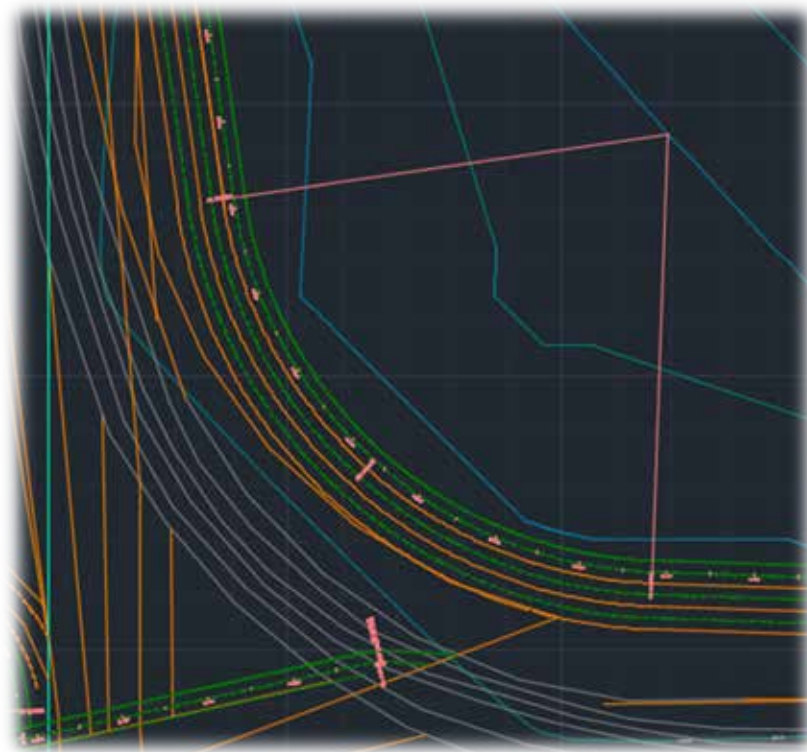


Figura 14: Vista de planta. Ampliación del canal de desincorporación Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este. Curva simple 2

Fuente: plano elaborado por Luis López

3.3.3 Canal de incorporación y desincorporación

4.3.3.1 Ampliación del Distribuidor San Blas en la rampa de desincorporación de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Sur

Canal de incorporación:

Para el canal de incorporación de la ampliación norte asumió a una velocidad de entrada de 60 km/h en el canal lento de la vía los cálculos se muestran a continuación:

$$V_0 = 40 \frac{km}{h} \quad V = 60 \frac{km}{h} \quad a = 0,7 \frac{m}{s^2}$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a}$$

$$S = \frac{\left(\frac{60 \cdot 1000}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40 \cdot 1000}{3600}\right)^2}{2 \cdot 0,7}$$

$$S = 110,23 \text{ m}$$

Canal de desincorporación:

Sumiendo una velocidad de 60 km/h en el canal lento de la vía a la cual se pretende llegar al canal de desincorporación con una velocidad de 40 km/h los cálculos se muestran a continuación:

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} \quad V = 40 \frac{km}{h} \quad a_{emergencia} = 6 \frac{m}{s^2} \quad a_{frenado} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2a_{emergencia}}$$

$$S_e = \frac{\left(\frac{60 \cdot 1000}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40 \cdot 1000}{3600}\right)^2}{2 \cdot 6}$$

$$S = 12,80 \text{ m}$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2 a_{frenado}}$$

$$S_{ff} = \frac{\left(\frac{60}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40}{3600}\right)^2}{2 \cdot 0,9}$$

$$S = 25,72m$$

$$S_{total} = S_e + S_{ff}$$

$$S_{total} = (12,80m + 25,72m)$$

$$S_{total} = 38,52m$$

4.3.3.2 Ampliación del canal de desincorporación Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este

Canal de incorporación:

Para el canal de incorporación de la ampliación asumió una velocidad de entrada de 60 km/h en el canal lento de la vía los cálculos se muestran a continuación:

$$V_0 = 40 \frac{km}{h} \quad V = 60 \frac{km}{h} \quad a = 0,9 \frac{m}{s^2}$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2 a}$$

$$S = \frac{\left(\frac{60}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40}{3600}\right)^2}{2 \cdot 0,9}$$

$$S = 85,73 m$$

Canal de desincorporación:

Se asumió una velocidad de 60 km/h en el canal lento de la vía a la cual se pretende llegar al canal de desincorporación con una velocidad de 40 km/h los cálculos se muestran a continuación:

$$V_0 = 60 \frac{km}{h} \quad V = 40 \frac{km}{h} \quad a_{emergencia} = 6 \frac{m}{s^2} \quad a_{frenado} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2 a_{emergencia}}$$

$$S_e = \frac{\left(\frac{60 \cdot 1000}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40 \cdot 1000}{3600}\right)^2}{2 \cdot 6}$$

$$S = 12,80m$$

$$S = \frac{V^2 - V_0^2}{2 a_{frenado}}$$

$$S_{ff} = \frac{\left(\frac{60 \cdot 1000}{3600}\right)^2 - \left(\frac{40 \cdot 1000}{3600}\right)^2}{2 \cdot 3}$$

$$S = 25,72m$$

$$S_{total} = S_e + S_{ff}$$

$$S_{total} = (12,80m + 25,72m)$$

$$S_{total} = 38,52m$$

Curva vertical retorno sur

Curva vertical ubicada entre las progresiva 0+059.85 hasta 0+095.85:

$$P1 = 0.03\% \quad P2 = 2.75\% \quad K = 12.957$$

$$Lcv = 30m$$

$$Lcv = 0,6 \cdot Vp \quad Lcv = 0,6 \cdot 60 \quad Lcv = 36m$$

$$Lcv = K \cdot A$$

$$A = |P2 - P1| \quad A = |(2,75) - (0,03)| \quad A = 2,72\%$$

$$Lcv = 12,957 \cdot 2,72 \quad Lcv = 35,24m$$

Curva vertical a ubicada entre las progresiva 0+255.24 hasta 0+291.24:

$$P1 = 2.75\% \quad P2 = 0.11\% \quad K = 13.616$$

$$Lcv = 30m$$

$$Lcv = 0,6 \quad Vp \quad Lcv = 0,6 \quad 60 \quad Lcv = 36m$$

$$Lcv = K \quad A$$

$$A = |P2 - P1| \quad A = |(0.11\%) - (2.75\%)| \quad A = 2,64\%$$

$$Lcv = 13.616 \quad 2,64 \quad Lcv = 35,94m$$

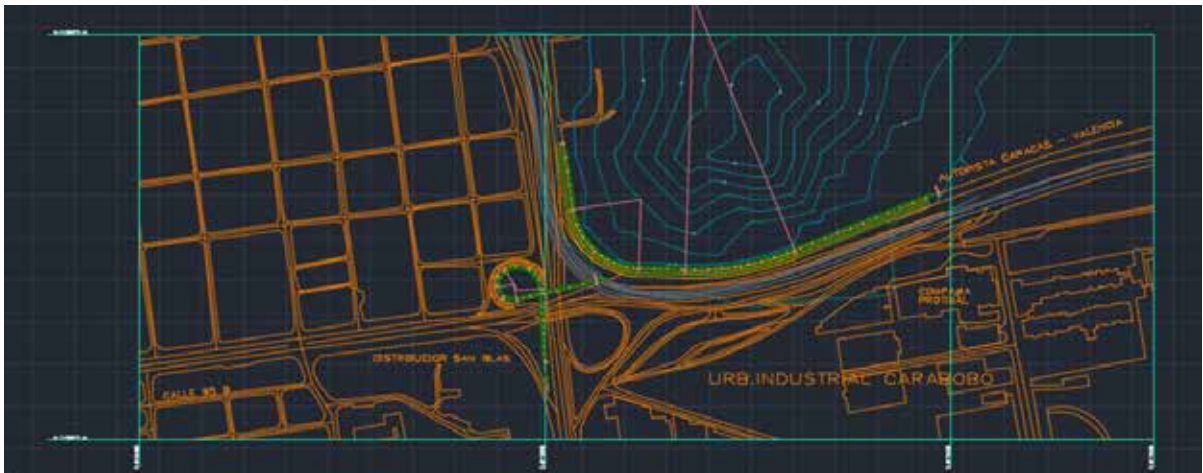


Figura 15: Vista de planta. Plano con detallado de la vía
Fuente: plano elaborado por Luis López

3.3.4 Perfil longitudinal

Una vez obtenido el diseño geométrico de las curvas horizontales se procede a diseñar las curvas verticales el cual consiste en dividir la vía en progresivas cada 20 metros según norma, indicando entrada y salida de la poligonal, una vez hecho esto se procede a conocer la cota de terreno.

Obtenido el perfil longitudinal de la zona en estudio, se traza la rasante que consiste en una línea con pendiente el cual nos permite observar si se debe rellenar o cortar el terreno.

Es importante disminuir los cambios de altura, para esto existen diferentes tipos de curva como la parábola, la curva simple y la parábola simétrica usualmente se utiliza la parábola simétrica siendo esta la que genera mejor cambio de pendiente causando mayor comodidad en los conductores.

La parábola simétrica tiene tres condiciones para el diseño

1. $L_{cv} > 30$ Velocidad.
2. $L_{cv} > 0.6 * \text{velocidad}$.
3. $L_{cv} = K * a$ donde K es un factor que viene en función de la relación de pendiente y de la visibilidad.

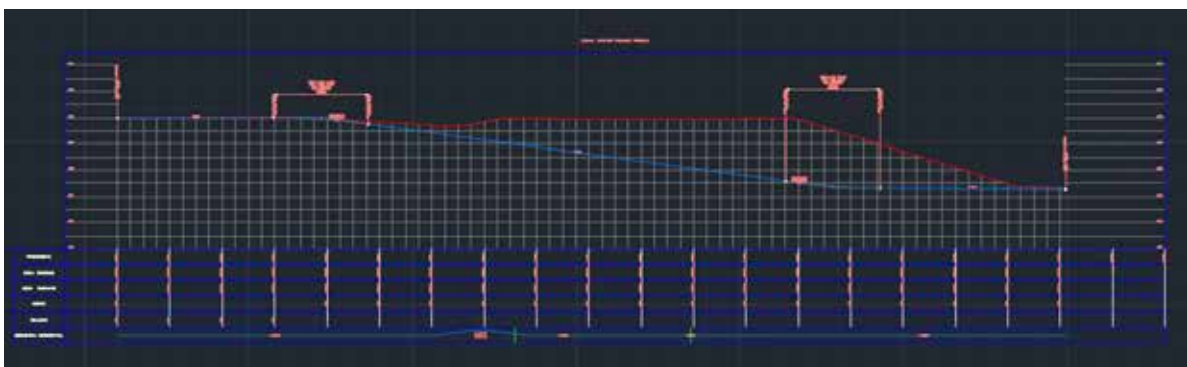


Figura 16: Perfil longitudinal del Distribuidor San Blas.
Fuente: plano elaborado por Luis López.

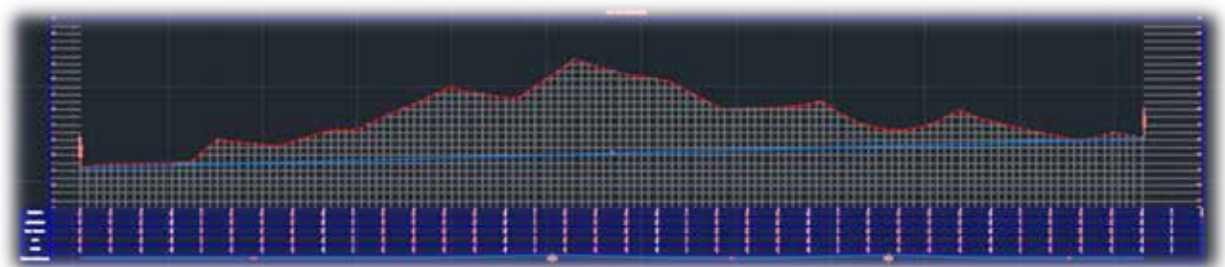


Figura 17: Perfil longitudinal ampliación Norte
Fuente: plano elaborado por Luis López.

4.3.5 Sección Transversal

El diseño de la sección transversal se basa en el análisis de demanda, transporte y tránsito; sin embargo, este tipo de cálculos está fuera del alcance de este estudio.

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

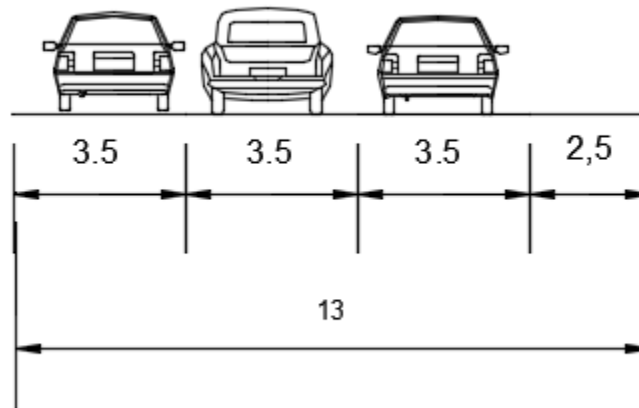


Figura 18: Diseño de la nueva sección transversal de la Autopista del Este

Fuente: plano elaborado por Luis López.

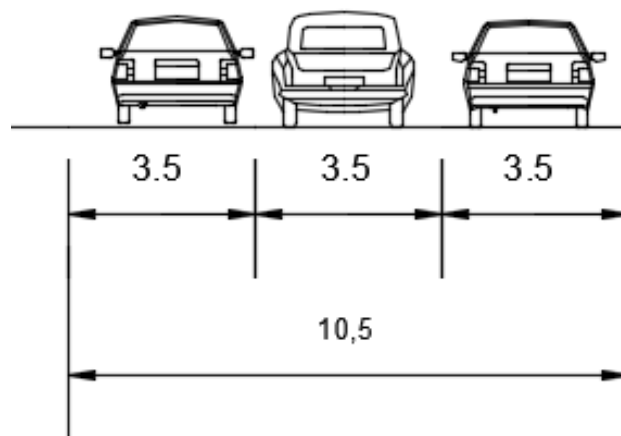


Figura 19: Diseño de la nueva sección transversal de la rampa de desincorporación de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Sur

Fuente: plano elaborado por Luis López.

CONCLUSIÓN

El incremento de la ocupación urbana poco planificada y controlada ha sido un error clave en la problemática del tránsito vehicular, ya que como no se dispone de espacio suficiente en los alrededores del Distribuidor no existen muchas alternativas para solucionar la problemática evidenciada. Sumándole a esto las maniobras inapropiadas por parte de algunos conductores, que desean ir de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Este, ya que toman decisiones para cambiar el destino en el momento menos indicado.

Es por esto que se realizaron dos soluciones, que en conjunto deberían resolver el problema de manera total con un rango de seguridad de por lo menos 40 años ya que el análisis del problema que existe según la capacidad vial de esta zona está excedida debido al gran número de vehículos que transitan por la Autopista Regional del Centro. Teniendo en cuenta que la misma es la principal autopista siendo la más transitada en el país, ella conecta tres grandes ciudades como lo son Caracas, Maracay y Valencia, el congestionamiento en esta arteria principal es de preocuparse ya que moviliza un estimado de 90mil vehículos diarios.

La primera solución fue realizar una ampliación del Distribuidor San Blas en la rampa de desincorporación de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Sur, definiendo la poligonal se tiene dos vértices donde se sabe que el giro que se debe hacer es de más 180 grados ya que la incorporación en la rampa tipo lazo, se adecuó a la sección de vía actual para el diseño geométrico.

La segunda solución es la ampliación del canal de la Autopista Regional del Centro hasta la Autopista del Este para canalizar y desahoga el flujo de la misma ya que se determinó que la capacidad está excedida en este tramo y está generando retención vehicular

Para el canal de incorporación se asumió una velocidad de entrada de 60 km/h y para el canal de desincorporación con una velocidad de 40 km/h

RECOMENDACIONES

- Para la ampliación del canal de la Autopista Regional del Centro hasta la Autopista del Este se debe desmontar con grúa el agarre de las vigas por punta en el inicio del puente sentido Av. Lara con el fin de mantener el sistema de simplemente apoyadas ya que todas las vigas son pretensadas y necesitan ser levantadas únicamente por sus puntas, previamente se debe hacer una demolición de toda la carpeta de rodamiento.
- Una vez hecha la demolición se empieza el proceso constructivo de la ubicación de la nueva pila que tendrán pilotes y cabezales, y sobre esto se construirá la columna o pila que va a sostener el nuevo sistema, reubicando las nuevas vigas construidas. Es recomendable seguir la investigación para hacer la ingeniería de detalle y cálculo de la propuesta planteada.
- Para las vigas es recomendable usar hormigos pretensado que son un sistema de vigas especiales en forma de T, con la parte de la T hacia arriba hacen de apoyo para la losa o carpeta de rodamiento y posteriormente se procede a colocar la carpeta que es una losa maciza que va apoyada entre cada una de esas vigas manteniendo los niveles y topografía.
- Para ampliación del Distribuidor San Blas en la rampa de desincorporación de la Autopista Regional del Centro hacia la Autopista del Sur se debe desmontar la carpeta de rodamiento, se debe demoler todo el sistema del puente, para construir nuevos pilotes que en ellos se harán unos cabezales para sostener el nuevo muro y de esta manera ensanchar la altura de la viga logrando así, el ancho de la autopista para aumentar el canal. Es recomendable seguir la investigación para hacer la ingeniería de detalle y cálculo de la propuesta planteada
- Se recomienda el vaciado de la losa en concreto no menor de 30 cm de espesor
- Para embaular la canal que permite cruzar las aguas por su interior se va a construir un ducto tipo cajón, a los laterales se deben hacer dos muros en forma de L o T y en la parte superior de esos muros se deja una viga de carga para una losa que se

unirán en la parte superior, la cual se calcula como simplemente apoyada, para que soporte el paso vehicular por encima de ella.

REFERENCIAS

- Balestrini, M. (2006). *Cómo se elabora el Proyecto de. Investigación*. Tercera Edición. Caracas. Venezuela:
- Campderá, E (1961) *Manual de Capacidad del Transito*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil.
- Fideicomiso para el Mejoramiento de las Vías de Comunicación del Distrito Federal. (2005) "Problemas de movilidad en la Ciudad de México". Ciudad de México, Distrito Federal
- Garber, N (2007) *Ingeniería de Transito de Carreteras*. Tercera Edición. Ediciones Cengage Learning. México DF
- Gonzalez Correa, R (2002) *Distribuidores viales: la solución al atorón*. Diario Metropoli. Ciudad de México. Publicado el lunes 29 de julio de 2002. Disponible en <http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/46033.html>
- Hernández, Fernández, Baptista (2006) *Metodología de la investigación*. Cuarta edición. Mc Graw-Hill. Caracas
- Ministerio del Desarrollo Urbano. Dirección General Sectorial de Desarrollo Urbanístico. (1981) *Manual de Vialidad Urbana*. Resolución Nro 82 del 11 de diciembre de 1981
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. (2013) *Manual de Carreteras "Diseño Geométrico"*.
- Ramírez, M (2014) "Con todo y distribuidores, sigue caos vehicular en la López Portillo" Publicado en Hoy Estado de México. Disponible en <http://www.hoyestado.com/2014/10/con-todo-y-distribuidores-sigue-caos-vial-en-la-lopez-portillo/>
- Smilovitz, E (2012) *Tráfico, un problema que molesta y cuesta*. Revista Alto Nivel. Publicado el 26 de agosto de 2012. Disponible en <http://www.altonivel.com.mx/23218-trafico-un-problema-que-molesta-y-cuesta/>

