

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



**“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO
GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN EN EL ACCESO AL PORTÓN 27
DE LA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ”**

Realizado Por:

CAMINO VALDIVIEZO, EDIMAR DEL VALLE

Trabajo Especial De Grado Presentado Ante
La Universidad de Oriente Como Requisito Parcial Para Optar Al Título de:
INGENIERO CIVIL

PUERTO LA CRUZ, ABRIL de 2009.

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



**“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO
GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN EN EL ACCESO AL PORTÓN 27
DE LA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ”**

Realizado Por:

CAMINO VALDIVIEZO, EDIMAR DEL VALLE

Asesor:

PROF: FERNANDO BAEZA

PUERTO LA CRUZ, ABRIL de 2009.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NUCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



**“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL DISEÑO
GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN EN EL ACCESO AL PORTÓN 27
DE LA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ”**

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

Jurado Calificador:

PROF.: FERNANDO BAEZA
ASESOR ACADÉMICO

PROF.: ANDREINA NARVÁEZ
JURADO PRINCIPAL

PROF.: EDMUNDO RUIZ
JURADO PRINCIPAL

PUERTO LA CRUZ, ABRIL de 2009.

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajo de grado:

“Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario”.



AGRADECIMIENTO

Primero a DIOS TODOPODEROSO por haberme brindado la oportunidad de vivir y de llegar a la edad que tengo sana, a ti mi dios por guiar mis pasos y siempre mostrarme el camino del bien hacia el triunfo espiritual y personal, a ti señor por poner en mi camino a personas muy especiales que siempre están conmigo en cada uno de los avances que doy apoyándome y aconsejándome, a ti por siempre estar presente en mi vida y por ser ese muro que me detiene cuando deseo derrumbarme... Gracias señor.

A ti **EDITH VALDIVIEZO**, por traerme al mundo, por ser tu esa mujer valiente y luchadora digna de admiración que siempre y en todo momento estuviste conmigo luchando, educándome, aconsejándome, enseñándome todos los valores que tu abuela te brindó en vida y los que tu por experiencias has tomado de la vida y has acatado, por ser ese muro de concreto que nunca decaíste ante las adversidades por mostrarle a tus dos hijas lo mejor del mundo, por protegerlas en todo momento. Gracias por ser tú simplemente la mejor madre que dios ha creado, esa mujer que amo y adoro.

A ti **ALONDRITA**, por ser mi niña esa que creció tan rápido y se convirtió en una mujer, por ser mi hermana, por ser la personita con la que he compartido mi vida, por ser mi apoyo en lo que necesite y por ser tú uno de los motivos de mi superación.

A mis **COMPAÑEROS**, muchachos gracias por estar conmigo, por ser ustedes el pedestal que apoya la estructura más grande que jamás haya visto la humanidad, muy especialmente.



A **RAFAEL PALMA**, te mereces este pequeño espacio porque fuiste alguien importante en la realización de este proyecto, por la ayuda que me brindaste en los momentos que más necesite, por ser tú parte de la lista de personas que me apoyaron y me ayudaron en este proyecto.

A **JESÚS GARCIA**, por ser un pilar importante en la realización de este proyecto, por estar conmigo cuando lo necesite, por ser mi compañero incondicional, por que representas mi felicidad que DIOS te bendiga y nunca olvides que voy a estar siempre a tu lado para brindarte el bienestar que te mereces TE AMO.

A **FERNANDO BAEZA**, por ser ese profesor, asesor y amigo que todos los estudiantes desean tener, por ser la persona que me guió y ayudo en este largo camino. Por brindarme la oportunidad de compartir la realización de este proyecto en su compañía, por acudir a todos mis llamados de auxilio, gracias a ti.

A **ANDREINA NARVAEZ**, gracias por apoyarme y brindarme sus conocimientos, su tiempo, su comprensión; hacer de este peldaño en la escalera de mis metas a largo plazo una realidad auténtica

No por ser los últimos son los menos importantes. Quiero agradecer a la Universidad de Oriente por permitirme el acceso a sus aulas y por ser esa casa de estudio la que me hizo crecer como personas, como profesional y espiritualmente. Muy especialmente a todos los profesores que forman parte de la Escuela de Ingeniería Civil porque gracias a su empeño y dedicación forman a unos buenos profesionales.



DEDICATORIA

Este trabajo significa la culminación de cinco (5) hermosos años de estudio, esfuerzo y dedicación, en los que viví experiencias inolvidables lo que trajo mi crecimiento personal, espiritual y profesional, pero aquellas personas a las que dedicaré todos mis logros como recompensa al apoyo, amor y comprensión que han depositado en mí, son los siguientes:

A **mi mamita**, a ti primero que nada dedico este trabajo y todo lo que he logrado con esfuerzo, debido a que eres tú la persona que más ha confiado en mi talento y en mis ganas ser una profesional con todas las de la ley, por el hecho de haber dedicado tu vida a mi hermana y a mí y por todo lo demás que has hecho por nosotras, cosas que si me pongo a nombrar me llevaría toda la tesis en ti. *ESTE LOGRO ES TUYO MAMÁ.*

A **mi hermana**, por ser incondicional conmigo, por quererme todo el tiempo, porque siempre lo has hecho y yo siempre te tengo en los primeros puestos de mi corazón. Tú eres mi mejor amiga, te quiero muchísimo nunca lo dudes. Siempre estuve, estoy y estaré orgullosa de ti. Espero que estés orgullosa tú también de mí porque con ésto te demuestro podemos ésto y mucho más.

A **mis compañeros**, por todos los buenos momentos vividos y compartidos en nuestra querida universidad, donde comenzamos a abrírnos paso en un mundo tan complicado, a ustedes, que me enseñaron a valorar y a entender lo que significa salir estudiar fuera de su hogar y a una ciudad desconocida y sin amigos. Muchas gracias, *SIEMPRE LOS RECORDARÉ.*



RESUMEN

El propósito fundamental de realizar este Trabajo de Grado es proponer y evaluar alternativas que contemplen un diseño geométrico de intersecciones que mejoren de manera eficaz el acceso que actualmente existe en el portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz. Dicha entrada se encuentra ubicada en la Arterial 9, carretera que conecta las localidades de Guanta y Puerto La Cruz, que a su vez es la única vía de acceso al Oriente del país.

Para lograr este propósito se realizaron estudios analíticos de flujo vehicular que incluyen las variaciones en los volúmenes, distribución y separación de los movimientos, la obtención de horas pico, así como también análisis de velocidades, usando como herramientas el análisis estadístico. Todo esto, aunado a un estudio topográfico donde se obtuvo la información acerca de los obstáculos que se encuentran en la zona tales como redes de tuberías, así como la presencia de un drenaje (Dren C) el cual hay que tomar seriamente en cuenta en los diseños que se puedan proponer en el futuro.

El resultado son tres alternativas de diseño cada una con características diferentes pero con el mismo fin. Se puede vislumbrar en ellas mejoras en cuanto a conflictos de tráfico, disminución en los tiempos de viaje, mejoras en las vías de retorno y proveer un acceso seguro al portón 27 sin afectar el flujo vehicular normal que diariamente fluye por estas vías.

Cabe señalar que la alternativa de diseño que mejor se adapta a las necesidades planteadas es la alternativa N° 2, la cual consiste en la implantación de un sistema de



control de tránsito con semáforos que contará con un dispositivo que detectará a los vehículos presentes en los canales y permitirá que el tránsito fluya normalmente minimizando colas y demoras.

Adicionalmente se consideró que es un diseño pertinente y seguro para los conductores y que logra una mejor distribución y separación de todos los movimientos, disminución en los tiempos de viajes y curvas de giro más amplias de acuerdo a las normas. Esta alternativa es la más costosa en construcción y mantenimiento, pero representa la más ordenada en cuanto a movimientos, geometría y trayectoria de vehículos.



CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
CAPITULO I.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1. REFINERÍA PUERTO LA CRUZ	2
1.1. UBICACIÓN	2
1.2. ROL DE REFINERÍA.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
CAPITULO II.....	12
MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 ANTECEDENTES.....	12
2.2 LAS CIUDADES.....	12
2.2.1. Concepto y Características	12
2.2.2. Origen y Evolución de las Primeras Ciudades	13
2.2.3 Impacto de las Ciudades en el Hombre	14



2.3. PUERTO LA CRUZ COMO CIUDAD	15
2.3.1 Antecedentes de la Ciudad de Puerto La Cruz	15
2.3.2 Origen e Historia de Puerto La Cruz	16
2.4 TIPOS DE VEHÍCULOS.....	17
2.5.- VEHÍCULO TIPO.....	19
2.5.1.-Clasificación.....	20
2.5.1.1.- Vehículo Liviano.....	20
2.5.1.2.- Camiones.....	21
2.5.1.3.- Semi-remolques.....	23
2.5.1.4.- Bus.....	26
2.6.RADIO DE GIRO MÍNIMO.....	27
2.7.- ANÁLISIS DEL TRÁFICO PRESENTE	28
2.8.- FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD Y LOS VOLÚMENES DE SERVICIO.....	29
2.9.- VARIACIÓN DE VOLÚMENES DE TRÁNSITO.....	30
2.10.- ELEMENTOS DE LAS INTERSECCIONES.....	31
2.10.1.- Isletas.....	31
2.10.2.- Carriles pares cambio de velocidad.....	34
2.11.- INTERSECCIONES.....	36
2.11.1.- Controladas por prioridad de paso	36
2.11.1.1.- De tres tramos.....	36
2.12.- CRITERIOS BÁSICOS EN EL DISEÑO DE INTERSECCIONES..	41



2.13.- OBJETIVO PRINCIPAL DE LA LOCALIZACIÓN Y EL DISEÑO DE INTERSECCIONES.....	42
2.14.- INTERSECCIONES CONVENCIONALES A NIVE	43
2.14.1.- Ventajas	43
2.14.2.- Desventajas.....	43
2.15.- PROCEDIMIENTO PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN.....	43
2.16.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	44
2.17.- OPERACIONES LA VIAS.....	46
2.17.1.- Maniobra de Entrada	46
2.17.2.- Maniobra de Salida.....	50
2.18.- ANCHOS DE CANALES Y RADIOS.....	53
2.19.-LARGO DE GARGANTA.....	58
2.20.- DISEÑO PARA MOVIMIENTOS DE GIRO A LA DERECHA RESTRINGIDOS.....	59
CAPITULO III	67
MARCO METODOLÓGICO	67
3.1.- ETAPAS DEL PROYECTO.....	67
3.2.- COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE LA MEDIA;Error! Marcador no definido.	
3.3.- ANÁLISIS DE LAS VELOCIDADES.....	67
3.3.1.- Intervalos de Clases.....;Error! Marcador no definido.	



	Contenido
3.3.2.- Histograma y Polígono de Frecuencia	67
3.3.3.- Valores Representativos.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.1 Velocidad Media d ^{xii}	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.2.- Desviación Estándar.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.3.- Error Estándar de la Media.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.4.- Tamaño Apropriado de la Muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.3.5.- Uso de los Percentiles	¡Error! Marcador no definido.
3.4.- ANÁLISIS DEL VOLUMEN VEHICULAR.....	68
3.5.- MUESTRA DE CÁLCULO.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.1.-Tamaño de la Muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.2.- Comparación Estadística de la Media.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.3.- Análisis de velocidad.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.4.- Valores representativos.....	¡Error! Marcador no definido.



3.5.4.1.- Velocidad Media de Puntos (\bar{v}_t); **Error! Marcador no definido.**

3.5.4.2.- Desviación Estándar (S); **Error! Marcador no definido.**

3.5.4.3.- Error Estándar de la Media.....; **Error! Marcador no definido.**

3.5.4.4.- Tamaño Apropiado de la Muestra; **Error! Marcador no definido.**

3.5.4.5.- Percentiles.....; **Error! Marcador no definido.**

3.5.5.- Análisis del Volumen Vehicular ; **Error! Marcador no definido.**

3.5.5.1.- Rata Horaria de Flujo.....; **Error! Marcador no definido.**

3.5.5.2.- Factor Hora Pico.....; **Error! Marcador no definido.**

3.6.- ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO..... Contenido

3.6.1.- Alternativa de Diseño N° 1 72

3.6.1.1.- Ventajas..... 74

3.6.1.2.- Desventajas..... xiii 75

3.6.2.- Alternativa de Diseño N° 2 75

3.6.2.1.- Ventajas..... 76

3.6.2.2.- Desventajas..... 78

3.6.3.- Alternativa de Diseño N° 3 78



3.6.3.1.- Ventajas.....	78
3.6.3.2.- Desventajas.....	80
3.7.- METODOLOGÍA para el CÁLCULO de la capacidad y nivel de servicio de la INTERSECCIÓN seleccionada.....	81
3.7.1.- Capacidad.....	81
3.7.1.2.- Vehículos Equivalentes.....	85
3.7.1.3.- Tasa de flujo (q).....	86
3.7.1.4.- Máxima Relación de Flujo Actual (q) a Flujo de Saturación (s).....	87
3.7.1.5.- Longitud del Ciclo.....	88
3.7.1.6.- Tiempo de Verde Efectivo Total (g_t) y Tiempo de Verde Efectivo por Fases (g_i).....	89
3.7.1.7.- Calculo del Intervalo de Cambio de Fase.....	90
CAPITULO IV.....	153
CONCLUSIONES	153
RECOMENDACIONES	Contenido
BIBLIOGRAFÍA	106
ANEXO A.....	162
ANEXO B.....	xiv 187
ANEXO C.....	204
ANEXO D.....	213



CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN



CAPITULO I INTRODUCCIÓN

1. REFINERÍA PUERTO LA CRUZ

1.1. UBICACIÓN

La Refinería área Puerto La Cruz está ubicada en la Costa Nor-Oriental del país, al Este de la ciudad de Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui (Figura 1.1.1). Ella posee una ubicación que le permite facilidades para la distribución de sus productos a todo el país y al extranjero, mediante el cabotaje interno y externo a través del Mar Caribe. Además, se encuentra conectada por medio de oleoductos a los principales campos de producción de crudo del Sur-Oriente del país. Todo esto hace que la Refinería Puerto La Cruz sea considerada como uno de los puntos neurálgicos para el desarrollo de la industria petrolera de nuestro país [1].



Figura 1.1.1. Ubicación Relativa de la Refinería Puerto La Cruz. Fuente: Google Earth.



1.2. ROL DE LA REFINERÍA

Por su ubicación estratégica, la Refinería Puerto La Cruz cumple tres (3) roles principales:

- Suplir la demanda del mercado interno de la región Sur-Oriental del país.
- Colocación de los productos excedentes en el mercado de Exportación.
- Manejo y distribución de los crudos del oriente del país (año 1998: 1.3 MBD) hacia los mercados de exportación a las otras filiales (cabotaje) [2].

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Primeras ciudades comenzaron a surgir en el Neolítico, cuando los grupos de cazadores y recolectores nómadas adoptaron una vida sedentaria y agrícola; sus habitantes se protegían construyendo la vivienda dentro de zonas amuralladas o en espacio con defensas naturales; de estas concentraciones se generaron tres grandes niveles de organización humana. El menos complejo de los tres es la “Sociedad Primitiva” que está típicamente formado por un número pequeño de personas, reunidas en grupos homogéneos y autosuficientes, cuyas son energías total o casi totalmente absorbidas por la búsqueda de alimentos. Aunque aún en nuestros días existen algunas sociedades primitivas, hace ya miles de años que un grupo de



humanos semejante iniciaron un lento proceso de evolución que iba a llevarles a convertirse en sociedades más complejas. Con éste llegó la sociedad civilizada preindustrial o “Sociedad Feudal”.

En ésta existía el cultivo selectivo de cereales y a menudo la cría de animales; la mayor parte de las sociedades preindustriales conocían de la metalurgia, rueda, arado y otros elementos como la escritura no ya sólo de simples operaciones de contabilidad, sino también anotaciones referentes a conocimientos históricos, leyes, literatura y creencias religiosas [3].

Las primeras ciudades del planeta se desarrollaron precisamente en el contexto de este segundo tipo de sociedad. Aun cuando las ciudades preindustriales sobreviven en nuestros días, la ciudad industrial moderna se asocia a un tercer nivel de complejidad en la organización humana, nivel que se caracteriza por un tremendo progreso tecnológico que ha permitido utilizar nuevas fuentes de energía, fuentes que produjeron la revolución industrial y que todavía hoy constituyen su motor.

Este proceso de industrialización hizo que en el año 1950 comenzaran las operaciones en la Refinería Puerto La Cruz, Ubicada en Puerto La Cruz ciudad portuaria del Estado Anzoátegui, Capital del Municipio Sotillo, punto de convergencia de oleoductos y gaseoductos provenientes de campos petroleros de Anzoátegui y Monagas.

La apertura de la Refinería Puerto La Cruz atrajo a un número considerado de personas por nuevas plazas de empleos, generando un crecimiento de la población, ocasionando el asentamiento de nuevos poblados como lo son Pozuelos, Lecherías y Guanta, teniendo la necesidad de comunicarse con la urbe, lo que ameritaba la



construcción de nuevos caminos, autopistas, intersecciones, elevados, entre otros; que aseguran el enlace entre los sectores productores y residenciales del Estado.

En estas últimas décadas ha habido un crecimiento del mercado petrolero, por lo cual esta planta tuvo que aumentar su capacidad de producción y almacenamiento, ésto conlleva a la creación de nuevos accesos, entre ellos el portón 27 que sirve de entrada a la Refinería Puerto la Cruz tramo Guaraguao – Guanta, ver figura 1.3.1.



Figura 1.3.1. Ubicación de la Intersección Fuente: Google Earth.



La Refinería Puerto la Cruz está en proceso de ampliar sus operaciones por lo que se tenía previsto que a partir del 2008 se construiría dentro de sus terrenos el complejo llamado de Conversión Profunda.

Para la construcción de este complejo se utilizará el mencionado portón 27 para suministrar todos los equipos, maquinarias y personas que intervendrán en la construcción.

En la actualidad la intersección ubicada en la adyacencia de este portón, posee un problema de espacio reducido en sus canales, provocando dificultad de maniobrabilidad en los vehículos de transporte y maquinaria de carga pesada, pues sus radios de giro son considerablemente mayores al radio de la curva de dicha intersección, además el acceso no es directo, es a través de un dispositivo de retorno que dificulta el paso, provocando una situación de peligro.

La situación antes descrita representa el problema central y motivo del surgimiento de este proyecto, que consiste en la evaluación de alternativas de diseño geométrico de una intersección para acceso al portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz.



1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluación de alternativas para diseño geométrico de una intersección en el acceso al portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz.

1.4.2 Objetivos específicos

- Hallar el volumen vehicular de la vía Guanta – Puerto la Cruz y viceversa.
- Obtener velocidades de acceso al área de la futura intersección.
- Proponer alternativas de diseño de acceso al portón 27.
- Seleccionar la alternativa más acorde a las necesidades planteadas.



CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La empresa PDVSA en conocimiento de la problemática que originará el nuevo desarrollo ha venido estudiando los volúmenes vehiculares que acceden a la refinería desde el año 2005 [4].

En Agosto – Septiembre del 2005 PDVSA contrató un estudio de volúmenes de tránsito y el impacto peatonal de acceso a las instalaciones (Fundado año 2005 – Proyecto: Ingeniería de detalle para la remodelación del acceso y vigilancia de la entrada principal de la refinería Puerto la Cruz, portón 27 y la refinería El Chaure - PDVSA). Este proyecto se realizó con la finalidad de adecuar la entrada y salida de acuerdo a las labores que ahí se realizan de manera de ampliar sus canales, así como también cumplir con las medidas de seguridad necesarias en el medio ambiente de trabajo de acuerdo a las normativas legales que rigen esa materia, disponer de las facilidades para la integración con los proyectos de automatización de protección y SICESMAS (Sistema de Control de Entrada y Salida de Materiales, Equipos y Componentes), entre otros.

En el portón 27 en esa época se efectuaron conteos en la entrada y salida a la institución petrolera pero no se hizo sobre la avenida.



Para la realización y un mejor análisis de este proyecto se elaboraron nuevos conteos tanto en la entrada, salida y sobre todos los movimientos vehiculares existentes en la intersección. Estos valores fueron comparados con los arrojados en el año 2005 alcanzando un crecimiento en la entrada de 83,95% y en la salida 37,94% valores que nos conllevan a analizar la situación y ver mejor la problemática que supondría un crecimiento exagerado, ocasionando un colapso en dicho portón, se ha pensado que el problema descrito se podría resolver con una intersección en T.

Estudios sobre este tipo de intersección en la zona son por ejemplo el de Borges N. y González E. (1986), “desde el punto de vista de su geometría vial, la intersección Boyacá muestra un diseño en T con ocho movimientos de circulación controlados por semáforos” [5]. En el área de la intersección, la Avenida ahora Jorge Rodríguez sufre un ensanchamiento considerable para dar cabida a los dispositivos de retorno, los cuales se forman por una ampliación en la sección típica de la isla central de la avenida. La influencia del diseño descrito radica fundamentalmente en los grandes volúmenes vehiculares que se mueven en los sentidos directos originando largas colas que sobrepasan la longitud de los carriles de desaceleración y espera e impide el acceso a los mismos por parte de los vehículos que deben girar a la izquierda, aun cuando éstos tengan derecho de paso. Este trabajo permite establecer un marco de referencia en cuanto a la normativa a ser utilizada y a las condiciones de diseño que deben ser consideradas para así asegurar un análisis lo más cercano posible a la realidad de funcionamiento de la vía, aun cuando en los proyectos existe diferencia en la utilización de la vía y sus accesos.



Cada vez resulta más evidente que la causa principal de la congestión del tráfico reside en la forma del trazado de los empalmes y cruces de las carreteras, y es de todo antieconómico la realización de calles amplias y bien trazadas si sus cruces y enlaces no han sido bien estudiados para absorber el tráfico sin producir estrangulamientos. Pero además, las intersecciones de carreteras o calles son siempre un peligro en potencia, tanto para el vehículo como el peatón.

2.2 LAS CIUDADES

2.2.1. Concepto y Características

La ciudad se define como la concentración urbana formada por una densidad alta de personas que se encuentran próximas para satisfacer propósitos residenciales y productivos. Los habitantes de la ciudad son tan numerosos que no dependen exclusivamente de lo que ellos mismos produzcan para su manutención, sino que tienen que obtener al menos parte de sus alimentos mediante intercambios con personas exteriores a la ciudad. La ocupación predominante de los habitantes de la ciudad, está destinada a desarrollar actividades comerciales, administrativas, industriales, educacionales y servicios en general; todos usan el suelo meramente como localización. El hecho de que las ciudades representen concentraciones de personas en el espacio, significa también que el espacio mismo es un bien urbano valioso. La competencia entre los habitantes de la ciudad por conseguir espacio para



distintos usos da lugar a una estructura espacial, expresión geográfica de la estructura social, cultural y económica de la CIUDAD [3].

2.2.2. Origen y Evolución de las Primeras Ciudades

Las investigaciones arqueológicas han demostrado que los primeros asentamientos sedentarios y relativamente densos de la población humana (Mesopotamia, hacia el 3500 A.J.C., Egipto, 3000 A.J.C., China e India, 3000-2500 A.J.C), se sitúan al final del periodo neolítico, allí donde el estado de la técnica y las condiciones sociales y naturales del trabajo permitieron a los agricultores producir más de los que ellos necesitaban para subsistir. A partir de este momento, se desarrolla un sistema de repartición y distribución del producto, expresión y muestra de una determinada capacidad técnica y de un determinado nivel de organización social.

Así las primeras ciudades imperiales de los primeros tiempos históricos, y en particular Roma, acumulan las características descritas con las funciones comerciales y administrativas, derivadas de la concentración en una misma aglomeración de un poder ejercido mediante la conquista en un vasto territorio. Del mismo modo la penetración romana en otras civilizaciones adopta la forma de una colonización urbana (asentamiento de funciones a la vez administrativas y de explotación mercantil). La ciudad no es la primacía social del aparato político-administrativo.

Posteriormente, la ciudad medieval renace a partir de una nueva dinámica social incluida todavía en la estructura social que la precedía. Es decir, concretamente, la



ciudad medieval nace de la unión de una fortaleza preexistente en torno a la cual se había organizado un núcleo de habitación y de servicios, y de un mercado, sobre todo a partir de las nuevas rutas comerciales abiertas por las cruzadas. Sobre estas bases se organizan instituciones políticas-administrativas propias de la ciudad y que le dan una consistencia interna y una mayor autonomía con relación al exterior.

A partir de este momento, pudo disponerse de una tecnología más avanzadas, así como también, la mayor productividad por unidad de superficie de tierra de labor hizo posible mayores asentamientos, que a su vez estimularon un más alto grado de especialización y de intercambio; lo que trajo consigo un ciclo de creación urbana que continua en la actualidad.

2.2.3 Impacto de las Ciudades en el Hombre

La ciudad, lugar geográfico donde se instala la superestructura político-administrativa de una sociedad que ha llegado a tal grado de desarrollo técnico y social (natural y cultural) que ha hecho posible la diferenciación del producto entre reproducción simple y ampliada de la fuerza de trabajo, y por lo tanto, ha originado un sistema de repartición que supone la existencia de:

1. Un sistema de clase social.
2. Un sistema político que asegure a la vez el funcionamiento del conjunto social y la dominación de una clase.
3. Un sistema institucional de inversión, en particular lo referente a la cultura y al a técnica.



4. Un sistema de intercambio de inversión.
5. Un conjunto de valores, ideales y normas que rijan la vida en sociedad.

2.3. PUERTO LA CRUZ COMO CIUDAD

2.3.1 Antecedentes de la Ciudad de Puerto La Cruz

La fundación de Puerto La Cruz siempre se asocia a la de Nuestra Señora del Amparo de los Pozuelos, hoy simplemente Pozuelos, hecha por el Padre Fray Francisco Álvarez el año 1687. Sin embargo, en términos de su localización actual, se ha insistido en que la hermosa bahía, rica en producto del mar, fue escogida por los pescadores, particularmente margariteños, para instalar las rancherías en sus playas, protegidas por un extraordinario rosario de islas.

El lento crecimiento del poblado cobró impulsos especiales al iniciarse en la zona la explotación del petróleo. Surge en 1938, el puerto comercial y petrolero, la refinería, con nuevos y novedosos contingentes humanos, que en constante flujo y reflujo, van llevando la riqueza paisajística de Puerto La Cruz a todos los horizontes; ocurriendo que, sobre ese prestigio, casi sin preverlo, y mucho menos organizarlo, comenzó a levantarse, primero tímidamente, lo que hoy se prevé que será una sólida ciudad de índole turístico, comercial y económico. El poblado creció sin control, sin planificación. Gentes de todo el país y especialmente del resto de Oriente, vinieron en busca de negocios, de su puerto comercial, de trabajo y recreación, creando una comunidad sin cohesión social ni organización política; pero con un índice



democrático y económico, que le permitió lograr su e Distrito al año 1944, con el nombre Distrito Sotillo, capital Puerto La Cruz.

2.3.2 Origen e Historia de Puerto La Cruz

En 1901, aproximadamente, cuando Puerto La Cruz era una pequeña aldea de pescadores y conuqueros, empezaron a llegar los pescadores de islas cercanas con sus trenes de pesca de alto calaje y sus respectivas embarcaciones y con su personal muy especializado en trabajos pesqueros. A su vez, de otros puertos de la República, venían embarcaciones en busca de pescado salado. A partir de ese tiempo se estableció un servicio de transporte marítimo entre Puerto La Cruz, Cumana, Margarita, La Guaira, Puerto Cabello y Tucaras.

La historia e inicio de Puerto La Cruz se asocia en creencias de tipo religioso en el Municipio de Pozuelos del Distrito Sotillo de esta Entidad, cuya población para 1875 era de 526 habitantes. Esta ciudad tuvo su origen en el lugar donde aún existe hoy un pozo artesiano de agua salobre, donde había un asentamiento indígena, los cuales llamaban este lugar "ANAOPRA" que quería decir "Agua de lluvia". Estos indígenas denominaban al sitio "ANAOPRA" por sus pozos naturales de agua salobre, y porque en dicho lugar se gozaba de un agradable clima; a su vez servía de descanso a los viajeros hacia Cumana cuando iban con sus recuas de ganado o con cargamento de frutos menores, los indígenas se dedicaban a la agricultura y tala menor.



El 6 de Enero de 1950, Puerto La Cruz había cumplido 6 años como capital del Distrito Sotillo. Ya era una ciudad importante, con un explosivo crecimiento demográfico y con un poderoso movimiento comercial, que cada día se intensificaba más, en virtud de la explotación petrolera al sur del Estado y en el Estado Monagas, cuyas empresas operadoras tenían sus terminales de embarque tanto en Puerto La Cruz como en la jurisdicción del Municipio Guanta.

2.4 TIPOS DE VEHÍCULOS

Para que la circulación sea segura, económica y cómoda para conductores y pasajeros, al proyectar las carreteras es necesario tener en cuenta las características de los vehículos. Estas características pueden ser muy diferentes de un vehículo a otro; ya que actualmente circulan tipos muy variados. Para simplificar su estudio es conveniente agruparlos en varias categorías constituidas por vehículos de características parecidas. Los criterios de clasificación pueden variar según la finalidad perseguida. Así, es posible diferenciarlos según el sistema de propulsión, la finalidad de transporte realizado, su tamaño, peso y movilidad, etc. [6]. Así como se ve plasmado en la figura 2.4.1.

La inmensa mayoría de los vehículos son de tracción mecánica, ya que los de tracción animal han desaparecido, mientras que las bicicletas sin motor se utilizan ocasionalmente en zonas urbanas o suburbanas.

Los vehículos más numerosos son aquellos destinados al transporte de viajeros (normalmente con capacidad para cuatros o cinco pasajeros). Suelen ser los que



definen el trazado de las vías por su mayor velocidad. Los siguen en importancia los vehículos destinados al transporte de mercancías, entre los que hay tipos muy diferentes: desde la pequeña furgoneta semejante a los vehículos, con los que se realizan transporte a corta distancia en zonas urbanas u suburbanas, hasta los grandes camiones que se emplean en los transportes de larga distancia. Entre éstos se pueden distinguir los camiones rígidos con 2, 3 o 4 ejes; los vehículos articulados formados por tractores y un semiremolque (que precisa apoyarse sobre el tractor al carecer de eje delantero), y los trenes de carreteras formados por un camión rígido que arrastra uno o dos remolques. Los autobuses destinados al transporte de viajeros tienen dimensiones similares a las de los grandes camiones, pero su peso total suele ser menor y pueden viajar a mayores velocidades.










Tipo	Clases	Componentes	Definición	
I Motos	Carrs	A 	Vehículos de tracción animal	
	Ciclos	B 	(1) Bicicletas (2) Ciclomotores de 2, 3 o 4 ruedas (cilindrada inferior a 50 cm ³ y velocidad máxima inferior a 45 km/h)	
	Motos	1 	Motocicletas con o sin transportín, scooters, motonetas, motocarros y otros triciclos a motor	
	II Vehículos ligeros	Coches	2 	Automóviles de turismo y microbuses destinados al transporte de personas (hasta 9 plazas)
		Camionetas (4 ruedas)	3 	Vehículos destinados al transporte de mercancías, dotados sólo de cuatro ruedas, es decir, furgonetas y camionetas (C: más de 1 t), camionetas ligeras (1 t < C: más de 2 t) y tractores industriales sin remolque
		Tractores agrícolas	4 	Tractores agrícolas de ruedas, con o sin remolque
	III Vehículos pesados	Camiones sin remolque	5 	Camiones rígidos (carga máxima > 2 t) dedicados al transporte de mercancías, de más de 4 ruedas y sin remolque
Camiones con remolque y trenes de carretera		6 	Camiones rígidos con uno o varios remolques, camiones articulados y trenes de carretera	
Autobuses	7 	Vehículos dedicados al transporte de personas con más de 9 plazas		

Figura 2.4.1. Clasificación de los Vehículos por Clase. Fuente: Ingeniería de Carreteras.



2.5.- VEHÍCULOS DE DISEÑO SEGÚN LAS NORMAS VENEZOLANAS.

Dada la gran diversidad de características de los vehículos, para el proyecto de una vía o de sus elementos auxiliares es necesario elegir unos vehículos tipo, a los que se consideran representativos del conjunto de usuarios de la vía. Se eligen estos vehículos de modo que si los elementos de la vía son adecuados para ellos, lo sean también para la inmensa mayoría de los de su clase. Sus dimensiones, radios de giro, etc., son superadas únicamente por una pequeña proporción de vehículos de su grupo. Habitualmente, suelen elegirse como vehículo tipo un coche de tamaño grande, un camión rígido o un autobús y un vehículo articulado.

Normalmente los vehículos más grandes exigen mayor espacio y encarecen la construcción de las carreteras. En las zonas residenciales será suficiente utilizar el coche tipo, ya que el número de camiones que utilicen las calles será muy reducido. En camiones será necesario considerar los camiones. En carreteras locales será suficiente con tener en cuenta el vehículo comercial rígido, ya que los grandes vehículos articulados utilizan poco estos caminos, Por el contrario, en los itinerarios principales y autopistas será preciso tener en cuenta los vehículos articulados de mayores dimensiones. En algunas situaciones, tener en cuenta únicamente los vehículos tipo puede representar un dimensionamiento excesivo que luego no se aprovecha completamente.



2.5.1.-Clasificación

Los tipos de vehículos considerados y sus características principales son los siguientes [7]:

2.5.1.1.- Vehículo Liviano

Símbolo = P

Características Principal

Bastidor rígido, 4 ruedas y 2 ejes

Uso más frecuente

Pasajero, carga liviana

Tipos más frecuentes

Sedán, camionetas, furgonetas

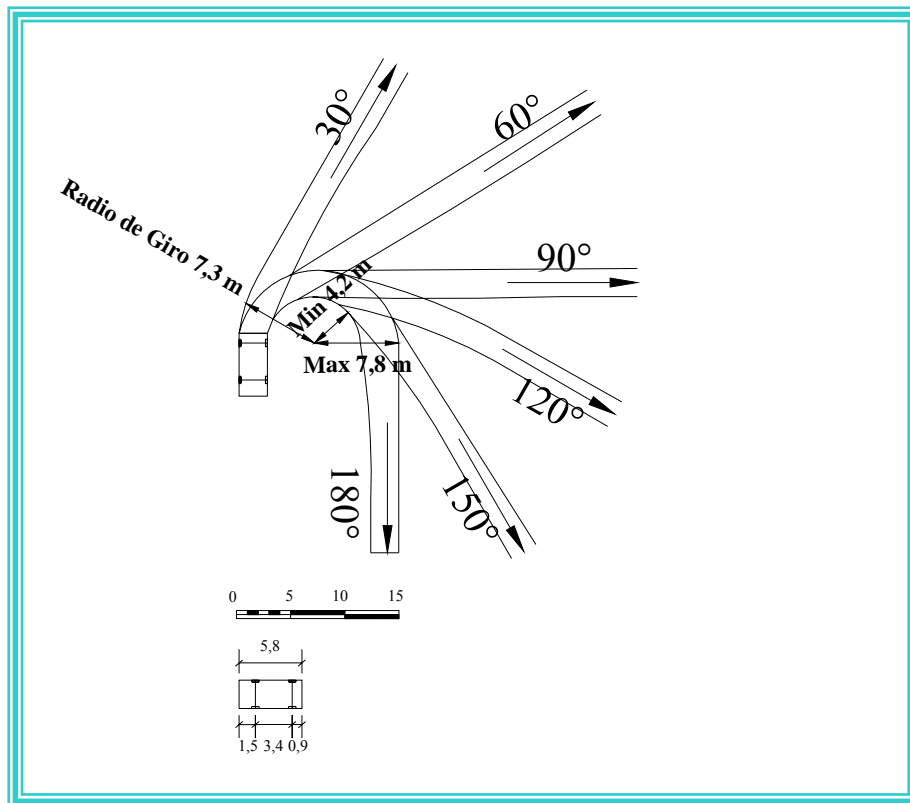


Figura 2.5.1.1 Trayectoria mínima para el vehículo tipo P. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.

2.5.1.2.- Camiones

Símbolo = SU

Características Principal

Uso más frecuente

Bastidor rígido, 6 ruedas y 2 ejes

Carga mediana a pesada, colectivos



Tipos más frecuentes pequeños
Estacas, volteos, busetas

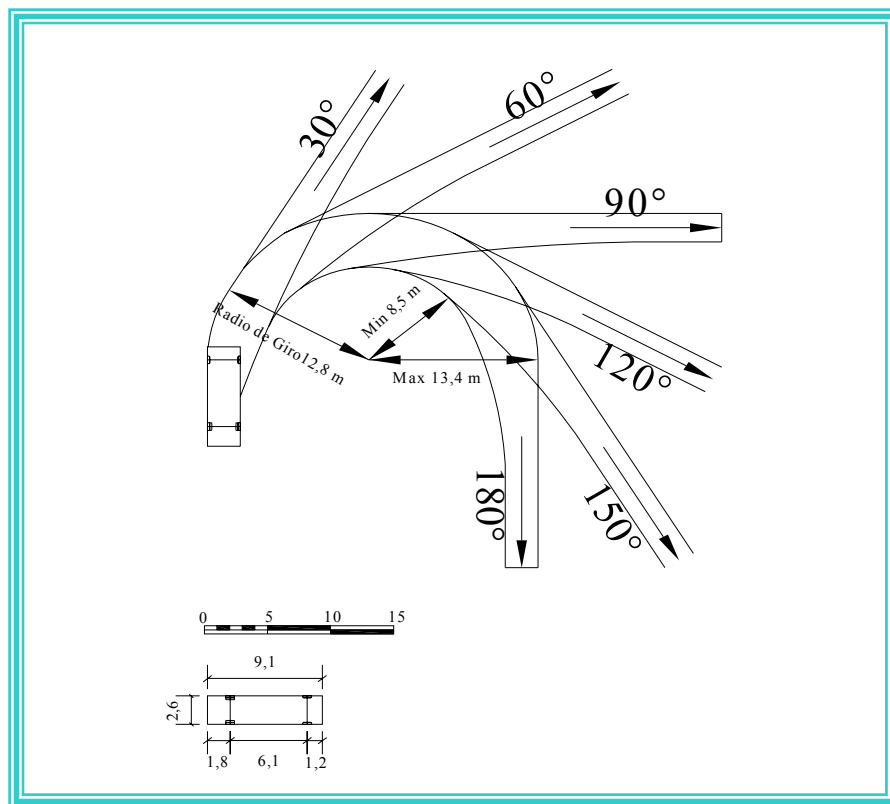


Figura 2.5.1.2. Trayectoria mínima para el vehículo tipo SU. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.



2.5.1.3.- Semi-remolques

Símbolo = WB-12

Características Principal

Bastidor articulado

Uso más frecuente

Carga pesada y extrapesada

Tipos más frecuentes

Gandola

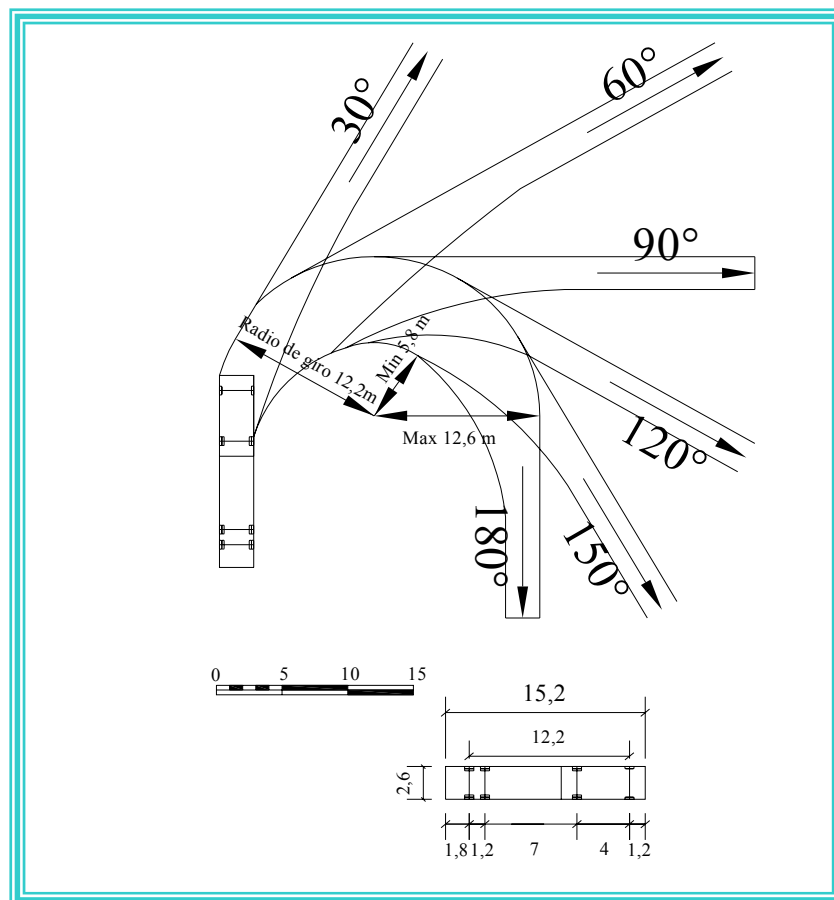


Figura: 2.5.1.3. Trayectoria mínima para el vehículo tipo WB-12. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.



Símbolo = WB-15

Características Principal

Igual al WB-12, pero más largo

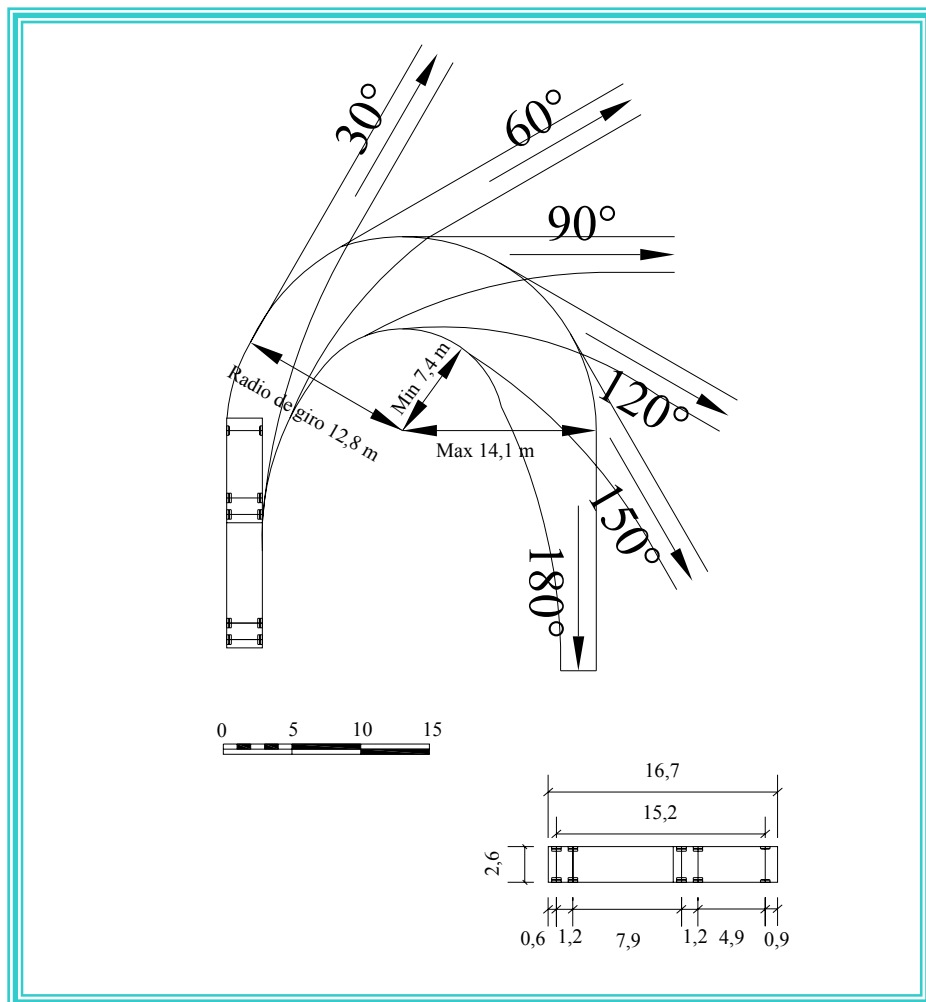


Figura 2.5.1.3.1. Trayectoria mínima para el vehículo tipo WB-15. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.



Símbolo = WB-18

Características Principal

Bastidor articulado más un remolque

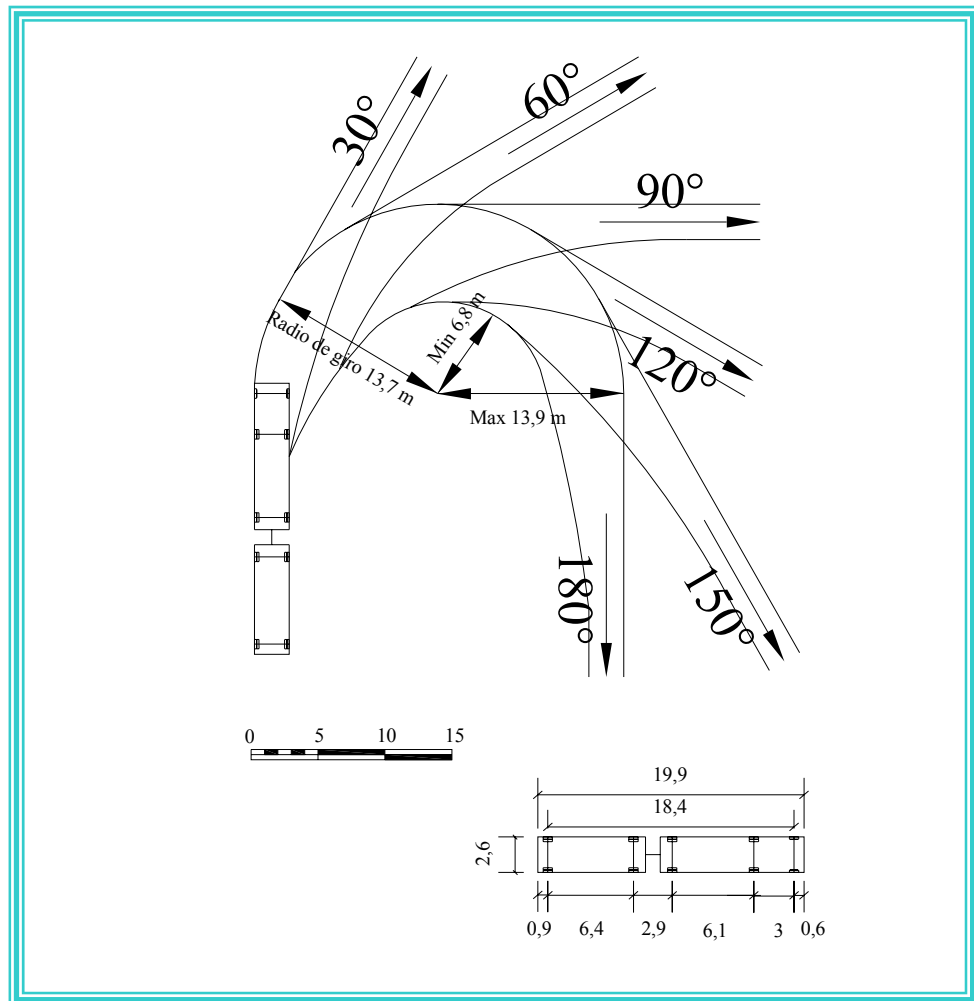


Figura 2.5.1.3.2. Trayectoria mínima para el vehículo tipo WB-18. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.



2.5.1.4.- Bus

Símbolo = BUS

Características Principal

Bastidor rígido. Semejante al SU, pero

Uso más frecuente

Pasajeros

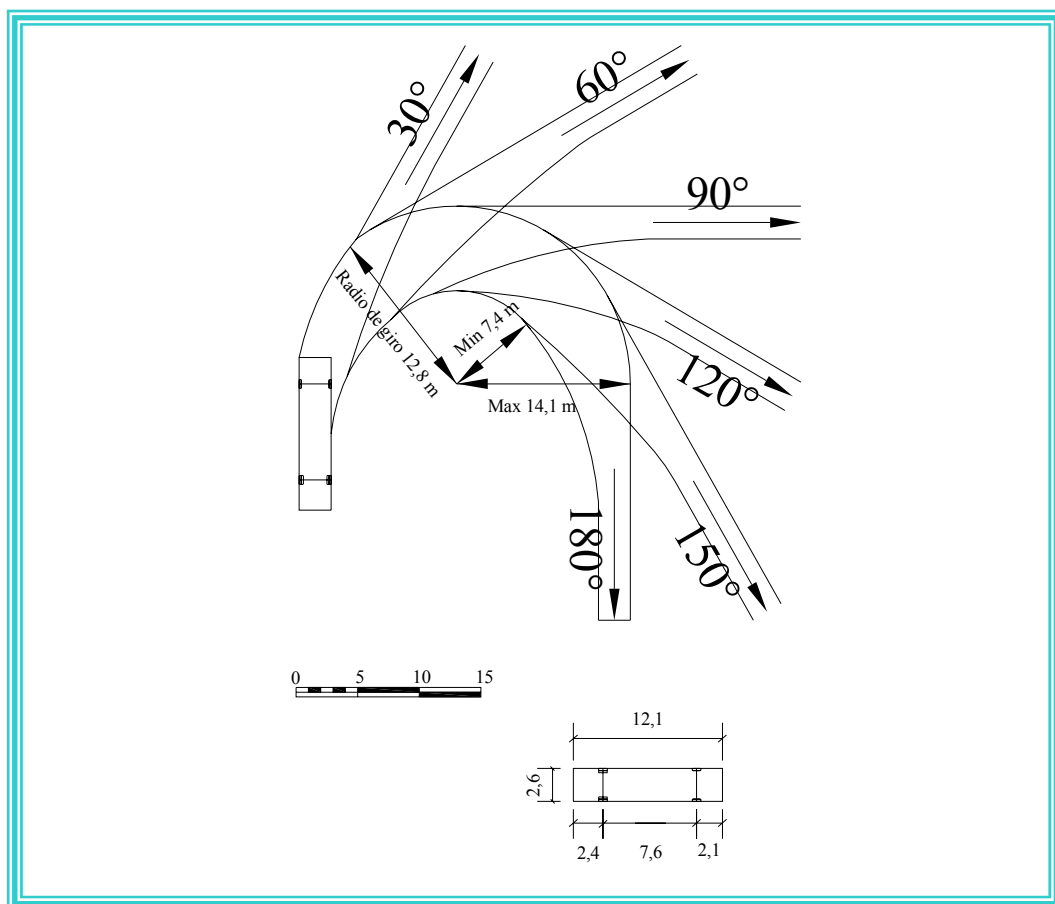


Figura 2.5.1.4. Trayectoria mínima para el vehículo tipo BUS. Fuente:
Normas para el Proyecto de Carretera.



En la tabla 2.5.1 se puede visualizar los vehículos tipos con sus respectivas dimensiones.

Tabla 2.5.1 Vehículos Tipos y sus Dimensiones. Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.

Vehículo tipo	Símbolo	Distancia entre ejes	Salientes ejes		Largo	Ancho	Alto
			D	A			
Liviano	P	3.4	0.9	1.5	5.8	2.1	1.3
Camión	SU	0.1	1.22	1.8	9.4	2.6	4.1
Semi-remolque	WB-12	4.0 + 8.2	1.2	1.8	15.2	2.6	4.1
Semi-remolque	WB-15	6.1 + 9.1	0.9	0.6	16.7	2.6	4.1
Semi-remolque	WB-18	3.0 + 6.1	0.6	0.9	19.9	2.6	4.1
Remolque		2.8 + 6.4					
Autobús	BUS	7.6	2.1	2.4	12.1	2.6	4.1

2.6. RADIO DE GIRO MÍNIMO

La anchura, la separación entre ejes y la longitud total de un vehículo determinan su mínimo radio de giro. A estos efectos el radio de giro mínimo es el radio de la circunferencia que describe la rueda delantera del lado contrario a aquel hacia el que gira. Estos radios de giros mínimos se encuentran tabulados en la tabla 2.6.1 según el tipo de vehículo.



Tabla 2.6.1 Radio de giros mínimos de acuerdo al tipo de vehículo (velocidad mínima no mayor a 15 kph). Fuente: Normas para el Proyecto de Carretera.

Símbolo	P	SU	WB-12	WB-15	WB-18	BUS
Radio mínimo	7.3	12.8	12.2	13.7	13.7	12.8
Radio mínimo interno	4.2	8.5	5.7	5.8	6.8	7.4

2.7.- ANÁLISIS DEL TRÁFICO PRESENTE

Para el diseño de cualquier dispositivo vial, el estudio del tránsito presente de la zona es de suma importancia puesto que se pretende conocer el tráfico existente en las vías que se interceptan para prever el futuro, ya que solo así se podrá implementar la solución técnica más adecuada.

El estudio del tráfico se hace mediante conteos de diferentes tipos, que permiten conocer el número de vehículos que pasan por determinada sección con suficiente aproximación.

Para conocer el tránsito actual de la intersección se empleó el método de conteo manual, por considerarse el más aproximado para determinar, con mayor exactitud, el volumen de tráfico en esta vía.

Los conteos se realizaron en un periodo de dos semanas, en un día representativo como lo es el miércoles iniciando a la 6:15 AM y culminado a las 6:15 PM, así como también en hora picos.



La tabla de conteo se elaboró separando vehículos particulares (taxis y por puestos) de las pickup, camiones, buses y otros tipos; el modelo de la tabla puede verse en el apéndice A así como también un croquis de los movimientos de la intersección y el resultado de los conteos de tránsito realizados.

2.8.- FACTORES QUE AFECTAN LA CAPACIDAD Y LOS VOLÚMENES DE SERVICIO

Los factores que afectan la capacidad y volumen de servicio pueden subdividirse en factores de la vía y factores del tráfico. Los factores de la vía reflejan los elementos físicos restrictivos del diseño geométrico que tiene un efecto adverso sobre la capacidad y el volumen de servicio. Incluyendo los efectos de: ancho de canal, distancia lateral a obstáculos, hombrillos, canales auxiliares, condiciones de la superficie de rodamiento, alineamiento y pendiente.

Los factores del tránsito se deben a la diversidad de la composición del tráfico, de las formas de funcionamiento y la regulación del tránsito. Incluyendo los efectos de: camiones, autobuses, distribución por canales, variación en el flujo interrupción del tráfico.

De todos estos factores, únicamente el ancho de canales, la distancia a los obstáculos laterales, el porcentaje de camiones y autobuses y la pendiente de la vía, tienen valores específicos tabulados.

Los demás factores se suponen incluidos en algunos de los mencionados, o su influencia como elementos modificante queda a juicio del ingeniero.



2.9.- VARIACIONES DE LOS VOLÚMENES DE TRANSITO

El tránsito que circula por una infraestructura vial no es uniforme a través del tiempo ni con respecto al espacio, ya que hay variaciones horarias, variaciones en intervalos de tiempo menor a la hora y variaciones en la distribución del tráfico en los carriles. Estas variaciones son el reflejo de las actividades sociales y económicas en la zona de estudio.

Es de suma importancia considerar estas fluctuaciones en la demanda del tráfico si se desea que las infraestructuras viales sean capaces de dar cabida a las demandas vehiculares máximas.

1. Variaciones en el tiempo.
 - Estacionales y mensuales.
 - Diarias.
 - Horarias.
 - Intervalos menores a la hora.
2. Variaciones en espacio.
 - Distribución por sentido.
 - Distribución por carriles.
3. Variaciones en composición.
 - Vehículos recreativos.
 - Automóviles y pick-up.
 - Camiones.
 - Autobuses.



2.10.- ELEMENTOS DE LAS INTERSECCIONES

2.10.1.- Isletas

Las isletas sirven para encauzar adecuadamente determinadas trayectorias que cambian su dirección. Es una zona que no debe ser pisada por los vehículos, por lo que conviene que su interior contraste con el resto de la plataforma (mediante un cebrado o un desnivel). En conjunción con otros elementos de los nudos, se utilizan para alguna de las funciones siguientes:

- Separar las corrientes del tráfico en trayectorias de paso, de giro a la derecha y de giro a la izquierda.
- Reducir las zonas no aprovechables para circular, donde los radios de giro sean grandes o la intersección resulte desviada
 - Separar los puntos de conflictos.
 - Determinar los ángulos de cruces o de convergencia de dos trayectorias.
 - Influir en la velocidad de los vehículos.
 - Impedir o dificultar los movimientos indeseados, inseguros o a contramano.
 - Crear unas zonas protegidas de espera para los vehículos que vayan a girar a la izquierda, permitiendo a sus conductores decelerar y aparearse de la trayectoria de los vehículos.

Además de las anteriores, si están provistas de bordillos las isletas se utilizan para las funciones siguientes:



- En las carreteras convencionales, proporcionar a los peatones un refugio entre las diferentes corrientes del tráfico, sobre todo donde la anchura que se tenga que cruzar de una sola vez se exceda de 25 m.
- Alojarse y proteger las ayudas a la circulación, como las señales, los semáforos o el alumbrado.

Las isletas se pueden delimitar:

- Mediante unas marcas y unos cebrados pintados en el pavimento. Tiene la ventaja de que se pueden modificar fácilmente; pero presentan el inconveniente de que, de noche y con lluvia, su perceptibilidad a la luz de los faros pueden ser escasas, a no ser que las marcas lleven unos resaltes o se dispongan unos captafaros. Se emplean más en las zonas urbanas y periurbanas, que suelen estar iluminadas y donde las velocidades son más reducidas y hay menos espacio disponible; fuera de poblado, se suelen disponer antes de una isleta provista de bordillos, si la brusca aparición de este puede representar un peligro para los vehículos.

- Mediante unos bordillos, si la isleta es suficientemente grande ($> 6 \text{ m}^2$) para que los conductores puedan percibirlos con facilidad, incluso por la noche. Fuera de poblado donde no es frecuente la presencia de bordillos, estos deben ser montables y aplicarse solo en isletas de tamaño pequeño o mediano: conviene asimismo como las isletas de unos bordillos no montables protegen a los peatones en sus cruces de la calzada, proporcionándoles un refugio.



El número de las isletas se debería reducir al mínimo imprescindible para llevar a cabo las funciones que se les asignen. Sus diseños deben ser sencillos, pues son más fáciles de construir, se adaptan mejor a los cambios cuando cambian las circunstancias del tráfico, y son mejor comprendidos por conductores.

Se pueden distinguir varios tipos de isletas:

1.- Las **isletas separadoras** dividen unas trayectorias con sentidos opuestos de circulación; se dispone en las vías de calzada única, introduciendo una mediana en la zona del nudo. Su longitud mínima es de unos 30 m fuera de poblado, y pueden bajar hasta unos 4 m en una zona urbana; si su longitud es escasa, las isletas separadoras deben ir precedidas de marcas viales, cebrados, reasaltos o captafaros, y balizas cilíndricas.

2.- Las **lágrimas** (así denominadas por su forma) son un tipo especial de isleta separadora que se coloca en la vía no prioritaria de una intersección, separando los dos giros a la izquierda que se relacionan con ella.

3.- Las **isletas encauzadoras** separan trayectorias con igual sentido de circulación, señalando claramente al conductor la que debe seguir, y evitando que aparezca una gran área pavimentada en la que pueda sentirse desorientado. Tienen formas diversas, siendo frecuentes las triangulares de lados rectos o ligeramente curvilíneos.

4.- La **isleta central** de una glorieta materializa la calzada anular característica de este tipo de nudos. Conviene que sea circular para evitar que cambios en la curvatura introduzcan cambios en la velocidad. Su diámetro no debería superar los 20 metros, y en ningún caso los 40 m. En las denominadas miniglorietas, la isleta central



tiene entre 2 y 4 m de diámetro, y se materializa con pintura para permitir que lo vehículos más largos pisen la isleta.

2.10.2.- Carriles pares cambio de velocidad

Para facilitar los movimientos de entrada y de salida de los vehículos desde y hacia las vías de giro y los ramales, y hacer que las divergencias y las convergencias asociadas a ellos se realicen con una mayor seguridad apartándolas de los carriles de paso, conviene disponer unos carriles adicionales para cambiar de velocidad en las conexiones con:

- Las vías son calzadas separadas.
- Las carreteras convencionales cuya velocidad de proyecto no sea inferior a 80 km/h.
- Las carreteras convencionales cuya velocidad de proyecto no sea inferior a 60 km/h y que tengan una intensidad vehicular >1500 veh.

En un retorno urbano puede ser menos aconsejable el empleo de carriles de deceleración, pues suelen causar problemas a los peatones que pretendan cruzar en las proximidades de una intersección, al aumentar la anchura que tienen que franquear. Por otro lado, no se suele tener sitio suficiente para disponer de carriles de aceleración.

Se Distingue dos configuraciones en los carriles de **deceleración**, cuyo funcionamiento difiere sensiblemente.



- La **paralela**, es la que se adosa un a la calzada, precedido de una cuña lineal para la transición de la anchura. Los conductores necesitan realizar tres cambios de dirección para alcanzar el ramal o la vía de giro.

- La **directa**, que sale de la calzada principal con un ángulo muy pequeño. Donde el carril de deceleración sea muy corto (menos de 175 m), la mayoría de los conductores no realizaran tantos cambios de dirección como en el caso anterior, sino que entraran más directamente en la vía de giro o ramal.

Los carriles de **aceleración** deben ser del tipo paralelo.

A los efectos de su funcionamiento, el principio de un carril de deceleración y el final de uno de aceleración se define, respectivamente, por la sección donde la anchura de la cuña de transición es de 1,5 m (la anchura de un coche pequeño). A esa altura, todo vehículo que pretenda salir del tronco libera un hueco en el carril del que se desprende (es la primera sección en la que puede tener lugar la salida si dar lugar a unas maniobras anormales); en una entrada, todo vehículo que pretenda entrara en el tronco necesita haber encontrado un hueco en el carril en el que se inserta (es la última sección en la que puede tener lugar la entrada sin dar lugar a unas maniobras anormales).

La longitud de un carril para cambiar de velocidad se mide entre sus secciones características extremas, y no debería de ser inferior a la mayor que resulte de aplicar los criterios siguientes:

- Que sea suficiente para que el cambio de velocidad se realice con unas aceleraciones o deceleraciones cómodas.



- Que la salida o entrada a la que corresponda pueda funcionar en un nivel de servicio no peor que el **C** en el año se su puesta en servicio, y en un nivel de servicio no peor que el **D** en el año horizonte.
- En el caso de un carril de aceleración, que haya sitio para los conductores de los vehículos implicados en la maniobra (tanto los que pretende entrar como los que circulan por el tronco) puedan ajustar sus velocidades, de manera que los primeros puedan insertar su vehículo en un hueco entre los segundos antes de llegar al final del carril de aceleración.
- Que no sea inferior a 100 m para un carril de deceleración, ni a 200 m para uno de aceleración.

2.11.- INTERSECCIONES

2.11.1.- Controladas por prioridad de paso

2.11.1.1.- De tres tramos

Si dos de los tres tramos que concurren en la intersección son más importantes que el otro, se trata de una intersección en T, en la que los dos primeros tramos forman la carretera prioritaria y el tercero la no prioritaria. Los giros a la derecha se resuelven de una forma directa. Por la forma en la que se resuelve el cruce con los tráficos de paso, los giros a la izquierda caracterizan al nudo.

El caso más sencillo es la T sin canalizar, en la que ambos giros a la izquierda se realizan de una forma directa (Fig. 2.11.1.1.1) solo es compatibles con las



intensidades muy bajas, tanto en ellos como en la carretera prioritaria; el vehículo que pretende girar a la izquierda desde esta, que debe esperar (en el carril de paso) a que haya un hueco en el corriente opuesta antes de poder cruzarla, no debe inferir apreciablemente con los vehículos de paso [8]:

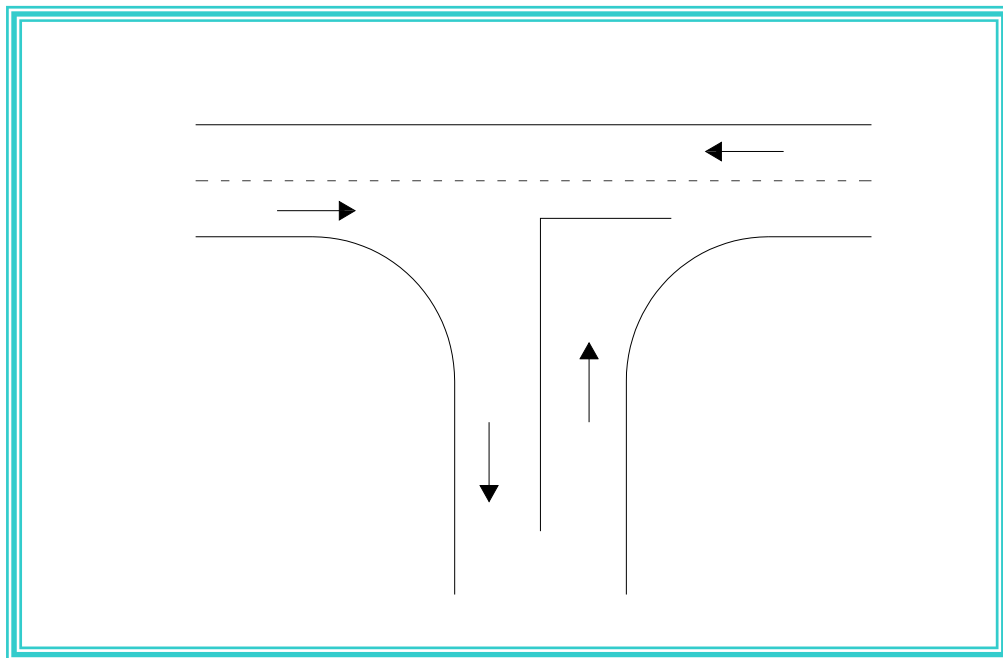


Figura 2.11.1.1.1. Intersección T sin canalizar. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Una mejora en la intersección T sin canalizar consiste en separar los giros a la izquierda mediante una isleta lágrima en la carretera no prioritaria (Fig. 2.11.1.1.2).



- Favorece la percepción de la intersección y de la pérdida de la prioridad.
- Reduce algo la velocidad, al introducir una tensión visual y una importante inflexión en la trayectoria.
- Permite una mejor localización de la línea de detención.

Si la intensidad de los vehículos que giran a la izquierda desde de la carretera prioritaria es grande, su espera puede estorbar el tráfico de paso, y conviene disponerla fuera de los carriles de paso. Una solución consiste en resolver ese giro mediante una vía de giro semidirecta, también denominada cayado (Fig. 2.11.1.1.3). De esta forma, la intersección de tres tramos se transforma virtualmente en una de cuatro.

Como tiene que ceder el paso a los dos tráfico de paso prioritario, el cayado pierde su eficiencia si dichos tráfico son intensos (> 3000 veh.), al ser difícil que coincidan los huecos en ambas corrientes (a no ser que se disponga un semáforo, lo cual puede resultar peligroso fuera de poblado). Una solución mejor para espera para girar a la izquierda desde la vía principal es un carril adicional central, precedido de un carril de deceleración (Fig. 2.11.1.1.4). De esta forma, el giro solo cruza una de las corrientes prioritarias de tráfico, en lugar de dos como cayado. Aprovechando la separación obtenida entre los sentidos de circulación en la vía prioritaria, se puede dotar de un carril de espera (rara vez de aceleración) al giro la izquierda desde la vía no prioritaria. De esa manera este giro se puede efectuar en dos fases

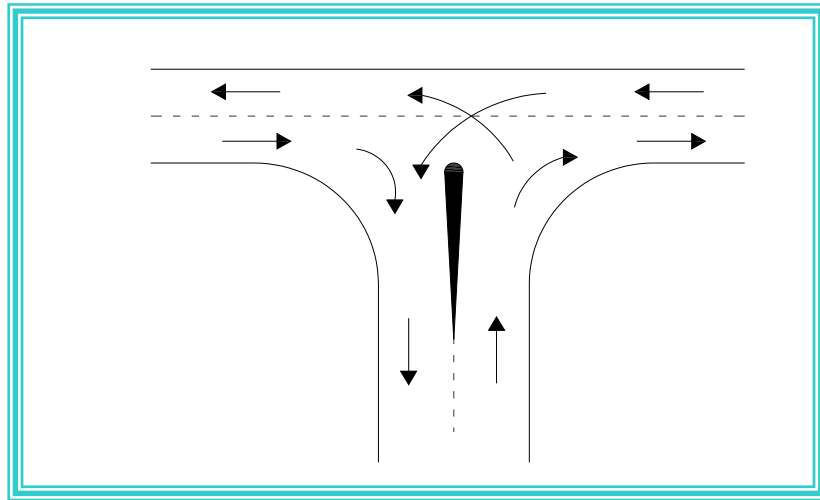


Figura 2.11.1.1.2. Intersección en T canalizada. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

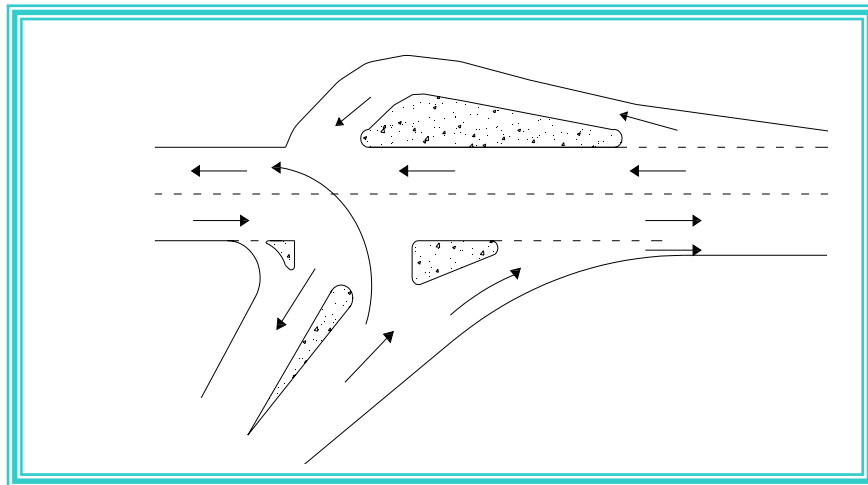


Figura 2.11.1.1.3. Intersección canalizada. Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

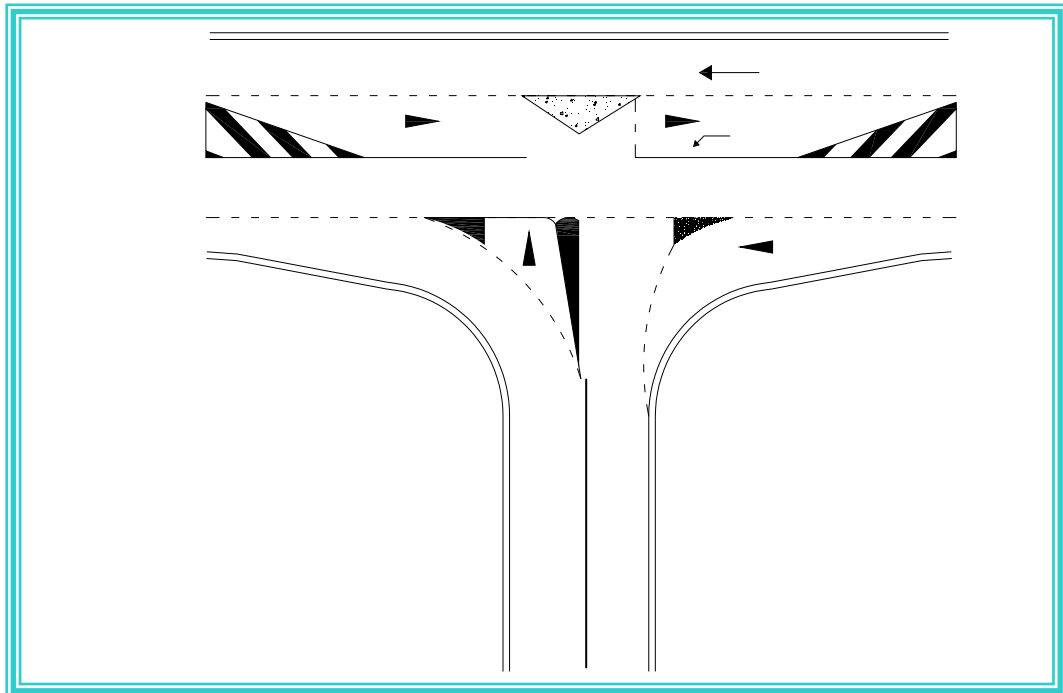


Figura 2.11.1.14. Intersección en T con un carril adicional central de espera.

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.

Si uno de los tres tramos que acceden a la intersección es mucho más importante que los otros dos, se trata de una intersección en Y. Se trata más bien de la bifurcación de una carretera convencional de calzada única. Por su falta de seguridad se debe evitar este tipo de intersección, especialmente fuera de poblado; se puede sustituir con ventaja por una redoma o una intersección en T.



2.12.- CRITERIOS BÁSICOS EN EL DISEÑO DE INTERSECCIONES

A parte de los principios relativos a cada tipo de intersección, existen algunos criterios básicos que son de aplicación general y los cuales deberán cumplirse en todo proyecto.

1. Todo diseño debe cumplir la meta básica de ofrecer la mayor seguridad posible.

2. No deben enfrentarse al conductor con más de una decisión al mismo tiempo. Intersecciones complejas en la cuales se presenta una multiplicidad de decisiones son inconvenientes.

3. En intersecciones controladas por semáforos se busca la concentración de los puntos de conflictos y la reducción a un mínimo de área cuya asignación del derecho de paso es controlado por medio del semáforo. Este criterio generalmente imposibilita la transformación de una intersección sin control, en otra regulada por medio de un semáforo, sin las modificaciones geométricas correspondientes.

4. Todo diseño, especialmente los que incluyen canalización, debe ser simple, para que sea fácilmente comprendido por los usuarios. Diseño complejo, con muchas indicaciones, restricciones o islas, causan confusión.



2.13.- OBJETIVO PRINCIPAL DE LA LOCALIZACIÓN Y EL DISEÑO DE INTERSECCIONES

1. La mejora de la circulación del tráfico motorizado, contribuyendo a la definición de los niveles jerárquicos del viario.
2. La reducción de la severidad de los conflictos potenciales entre automóviles, autobuses, camiones, peatones y ciclistas, facilitando simultáneamente la comodidad y confort de su travesía por usuarios.
3. El control de las condiciones de circulación (intensidad, velocidad) y, en particular, el templado del tráfico automóvil.

No obstante, aunque la óptica de esta instrucción en lo referente a intersecciones, se dirigía fundamentalmente a la regulación de la circulación y a la reducción de conflictos, se quiere subrayar que la única forma de garantizar plena y permanentemente estos objetivos es mediante una buena interacción entre los niveles de la vía pública, la intersección y el entorno edificado, considerando el conjunto de condicionantes y exigencias mutuas y resolviéndolos. Por ello, se recomienda, como criterio previo para el diseño de intersecciones, la consideración integrada del conjunto de los elementos urbanos, edificados y no edificados, la circundan.



2.14.- INTERSECCIONES CONVENCIONALES A NIVEL

2.14.1.- Ventajas

- Sencillez de diseño, que puede complicarse en el caso de las canalizadas.
- Baja ocupación del suelo.
- Bajo costo de construcción y mantenimiento.

2.14.2.- Desventajas

- Peligrosidad, que puede reducirse mediante canalización y señalización.

2.15.- PROCEDIMIENTO PARA LA ELECCIÓN DEL TIPO DE INTERSECCIÓN

A.- Formulación o estimación de los grandes condicionamientos de la elección del tipo:

- N° y tipo de vías.
- Estimación umbrales de tráfico peatonal y rodado.
- Análisis del sitio (espacio disponible y topografía).
- Definición de la función de la intersección en el itinerario y en el entorno.



- Orden de magnitud del presupuesto disponible.
- B.- Selección de tipos potencialmente aptos.
- C.- Prediseño de la solución en los diversos tipos potenciales, hasta una precisión tal que permita estimar para cada uno:
- La capacidad y, en general, sus prestaciones funcionales.
 - Los costos de construcción y funcionamiento.
 - Su nivel de integración en el entorno.
 - La situación de las funciones previstas.
- D.- Evaluación de la soluciones prediseñadas, mediante métodos del tipo multicriterio o análisis costo-beneficio.
- E.- Selección del tipo más adecuado.

2.16.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Con independencia de las recomendaciones específicas de cada tipo, el proyectista deberá considerar los siguientes criterios en el proyecto de intersecciones:

1. Con objeto de mejorar su seguridad, el diseño de las intersecciones debe favorecer su fácil comprensión por conductores y peatones, utilizando formas sencillas y dotando de coherencia al conjunto de sus elementos. Una cierta homogeneización de las intersecciones en un itinerario fácil para de comprensión. Automovilista, ciclista y peatones deben poder comprender



rápidamente los itinerarios que deben seguir para realizar los movimientos deseados y el sistema se prioridades que rige la intersección.

2. Se tarar de reducir la complejidad de las intersecciones descomponiendo las operaciones, separando especialmente los conflictos, identificando claramente los puntos en que estos puedan producirse e, incluso, imposibilitando los movimientos indeseables.

3. En todas las intersecciones urbanas, se debe estudiar la ubicación de paso de peatones, señalización y acondicionamiento para minusválidos.

4. Se tratara de sustituir, en lo posible, cruces en trayectorias por incorporaciones con ángulos reducidos. No obstante, cuando las trayectorias de los vehículos deban obligatoriamente cruzarse, el ángulo será preferiblemente recto o lo más próximo a este, con objeto de reducir la longitud de cruce.

5. La disposición de la intersección, así como su acondicionamiento, debe garantizar la visibilidad de parada en todos los ramales de acceso.

6. Se prestara especial atención al diseño de la intersecciones que marquen el cambio entre regímenes de circulación o entre entorno diferentes (urbano-rural, baja-alta intensidad, etc.). En su diseño se procurara poner de manifiesto su condición de “Puerta” y la condiciones de circulación que regirán a partir de su travesía (velocidad, relación vehículos-peatones, etc.).

7. La velocidad de circulación en intersecciones vendrá determinada por su propia geometría y se acompañara de una señalización adecuada. Asimismo, se ajustará las medidas de las calzadas de circulación a la anchura realmente utilizada pos los vehículos, evitando espacios muertos, que encarecen la obra,



alargan los recorridos peatonales y pueden ser utilizados como áreas de estacionamiento.

8. La mayor complejidad que implica su previsión puede hacer conveniente prohibir los giros a la izquierda en algunas intersecciones de un itinerario y concentrarlo en otras, especialmente diseñadas para ello.

9. Los ramales que pierdan la prioridad en cualquier tipo de intersección deberán disponer de una plataforma lo mas horizontal posible, contigua la línea de entrada en la intersección, como área de espera para atravesarla. La longitud de esta plataforma de espera será función de las colas previsibles según el adecuado estudio previo.

10. En intersecciones urbanas y suburbanas del viario principal, se presentara especial atención a la señalización informativa sobre destinos, por lo que una buena preseñalización resulta imprescindible.

11. Todas las intersecciones contarán con el drenaje adecuado tanto en superficie, como subterráneo, para evitar la formación de charcos y bolsa de aguas.

2.17.- OPERACIONES DE MANIOBRAS EN LAS VIAS

2.17.1.- Maniobra de Entrada

En la figura 2.17.1.1 muestra el patrón de trayectoria de la rueda derecha de un vehículo de pasajero que gira a la derecha en una vía que tiene 3,1 m de radio de



curva de retorno y 9,1 m de ancho de canal. La línea gruesa designada “Punto Medio” es la colocación correcta de la rueda delantera derecha durante la maniobra. La línea punteada designada como “+ 1” es la desviación estándar del “Punto Medio”. Aproximadamente el 50% de los pasos de los vehículos fueron a la izquierda del punto medio. Por consiguiente el otro 50% de los vehículos usaron la anchura completa de la garganta en la maniobra de ingreso [9].

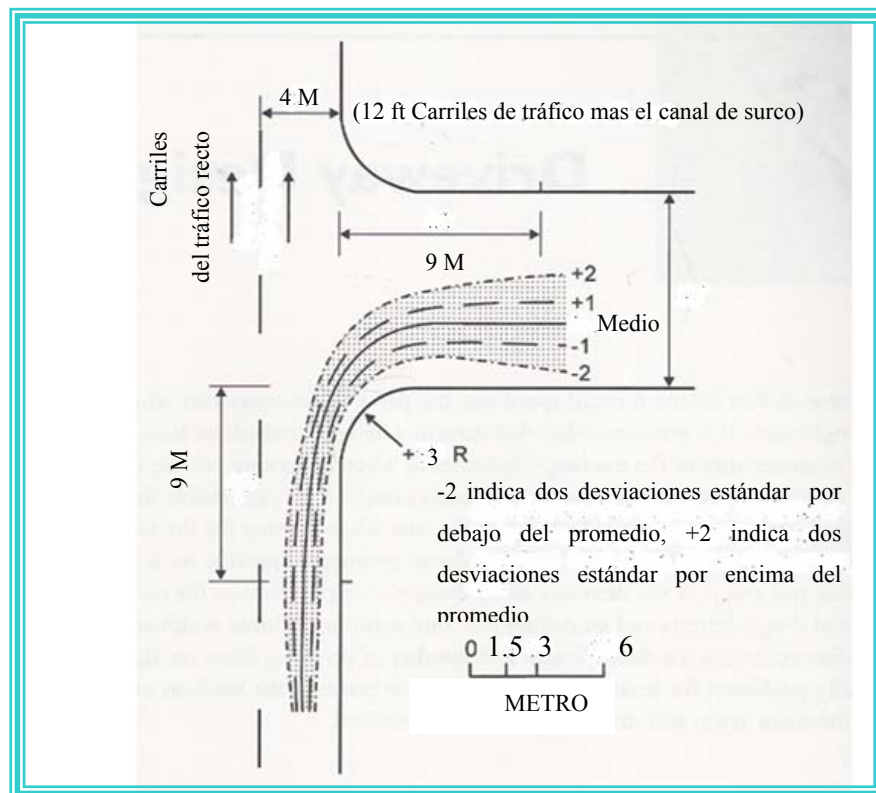


Figura 2.17.1.1 Pasos Observados de la Rueda Frontal Derecha de los Vehículos de Pasajeros en la Maniobra de Giro de Entrada a la Derecha. Fuente: Transportation and Land Development.



En la figura 2.17.1.2 se muestra los patrones de trayectoria cuando ningún vehículo saliente está presente en la garganta del camino. Los sondeos de las trayectorias observadas por las diversas combinaciones de la curva de retorno y el ancho de la garganta arrojan lo siguiente:

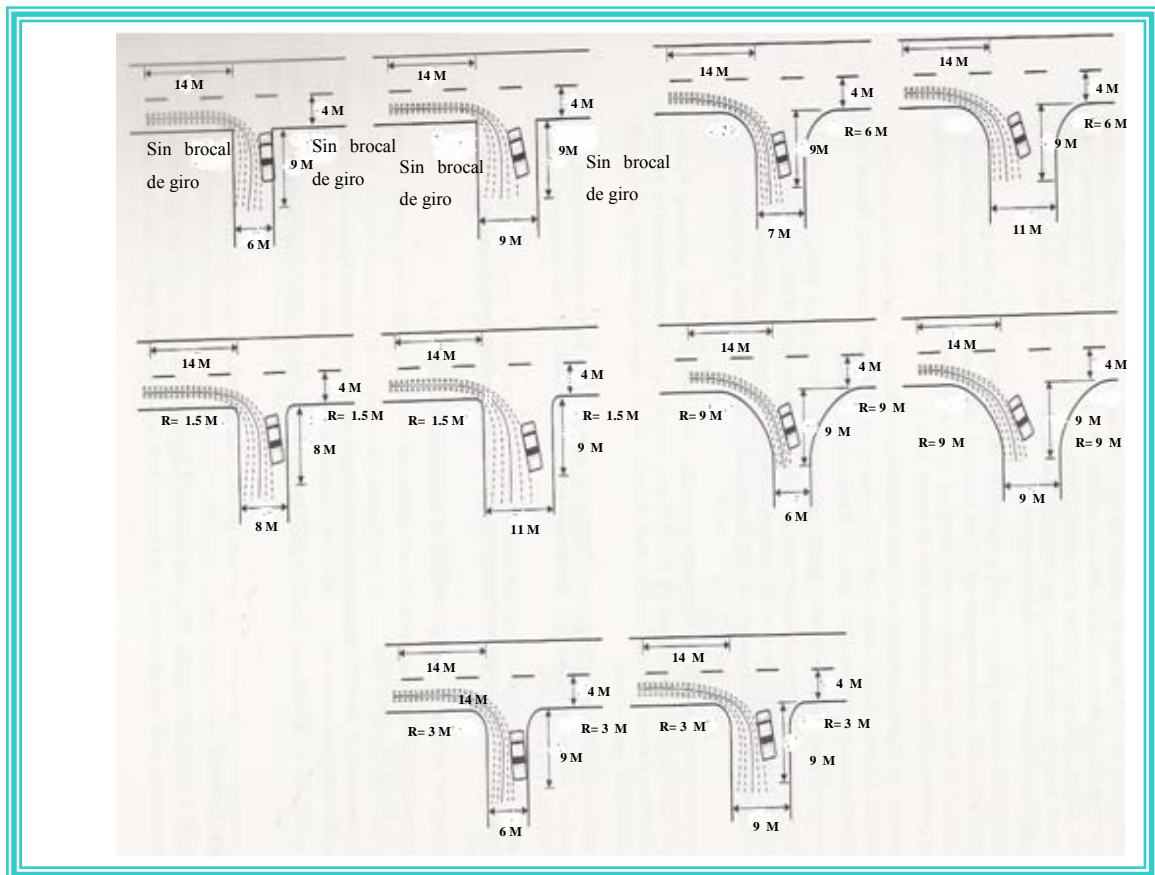


Figura 2.17.1.2 Pasos Observados de la Rueda Delantera derecha de Los Vehículos de Pasajeros Durante la Maniobra de Giro de Entrada a la Derecha Cuando no Hay Vehículos salientes. Fuente: Transportation and Land Development.



1. Los conductores deben usar más o todo el ancho de la vía cuando el radio de la curva de retorno es corto o la garganta de la carretera es estrecha.
2. Las geometrías de los caminos tienen poco efecto en la velocidad de entrada de los mismos. Las observaciones también mostraron que las terminaciones de las vías donde se producen cruces en filos no tuvieron poco o ningún efecto en la velocidad de giro del vehículo.
3. En las vías con un radio de curva de retorno de 3m o menos los conductores tienden a hacer un giro usando todo el ancho de la garganta disponible para compensar el radio de la curva del retorno relativamente pequeño. Una vez en estas vías los conductores inmediatamente pilotean atrás de la línea de la curva de entrada para reposicionar el vehículo en el lado correcto del camino. Esto añade complejidad a la tarea de manejar.
4. En los caminos con un radio de la curva de retorno de 6,1 m o más el paso de los vehículos girando a la derecha en la vía tendía a ser paralelo a la línea de la curva de entrada y los conductores tienden a quedarse en el lado de la entrada, independientemente de la anchura del camino, cuando ningún vehículo saliente estaba presente, esto minimiza la tarea de manejar.
5. Las trayectorias de los giros a la derecha de los vehículos que están entrando a una conexión de acceso son menos dispersos cuando el radio de la curva de retorno es más largo. Así las anchuras más estrechas de la garganta pueden ser usadas en conexiones de la vía de entrada que tienen radios mayores.



6. La dispersión de los pasos de las ruedas del vehículo incrementa cuando el radio disminuye. La mayor dispersión es sin una curva de retorno (un diseño “recogedor”). Esta exposición hace a la tarea de manejar más difícil y simultáneamente incrementa el área de exposición para los cruces peatonales de las vías. Por lo tanto, incrementa el potencial de choque entre el vehículo y los peatones.

2.17.2.- Maniobra de Salida

1. La combinación de la curva de radio de retorno y ancho de garganta debería dejar que los conductores entren y salgan de una conexión de acceso rápidamente y con la mínima interferencia con el tráfico.

2. El radio de salida debería dejar que un vehículo girando a la derecha salga de la vía sin invadir la línea adyacente de un camino de varias vías o el carril opuesto de una carretera de dos vías. Como se ilustra en la figura 2.17.2.1 un simple radio de curva de retorno de mínimo 7,6 m permitirá que el conductor de un carro liviano salga de la vía sin invadir el carril de al lado. En lugar de un simple radio de, digamos 9,1 m o una curva compuesta de 6,1 m de radio seguida por unos 10,7 m a 12,2 m de radio, acomodará el descarrilamiento de la rueda trasera derecha permitiendo que el conductor haga el giro sin invadir la línea de tráfico adyacente. Usar una curva compuesta de dos centros para el radio de salida facilitará la maniobra de salida conjunta de ambos vehículos livianos y camiones de unidad sencilla. Esto ayuda a alentar a los



conductores salientes a quedarse en el lado de la salida de una avenida de acceso y para completar la maniobra de salida paralelamente al borde exterior del pavimento. La velocidad de salida no es afectada.

3. Los conductores saliendo de un camino tiende a situarse ellos mismo a la izquierda del centro de la vía. Las líneas dobles pintadas de amarillo son efectivas guiando a los conductores salientes hacia la propia posición de salida para no invadir el lugar de entrada de la avenida.

La figura 2.17.2.1a muestra un radio de salida relativamente corto el cual fue incrementado para que los vehículos salientes entraran a la línea de la curva sin invadir el carril adyacente, como se ilustra esquemáticamente en la figura 2.17.2.1b

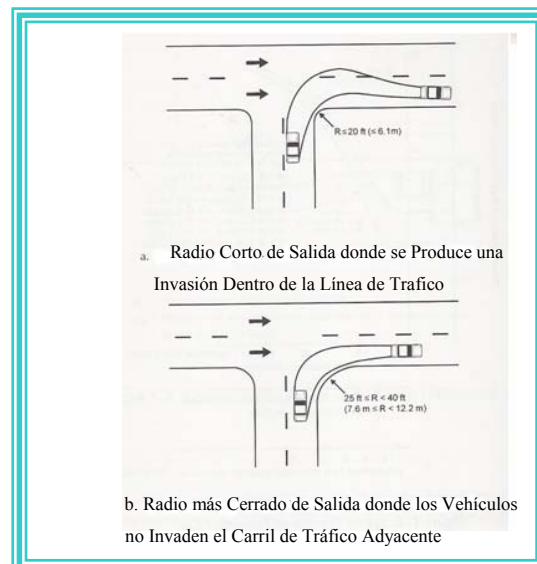


Figura 2.17.2.1 Ilustración Esquemática de la Trayectoria de los Vehículos en las Salidas de las Vías. Fuente: Transportation and Land Development.



La figura 2.17.2.2 muestra el diseño de la curva de retorno, la cual es usada comúnmente para conexiones de acceso principales. Esto es mayormente usado para vías privadas, especialmente aquellas que se encuentran en calles principales.

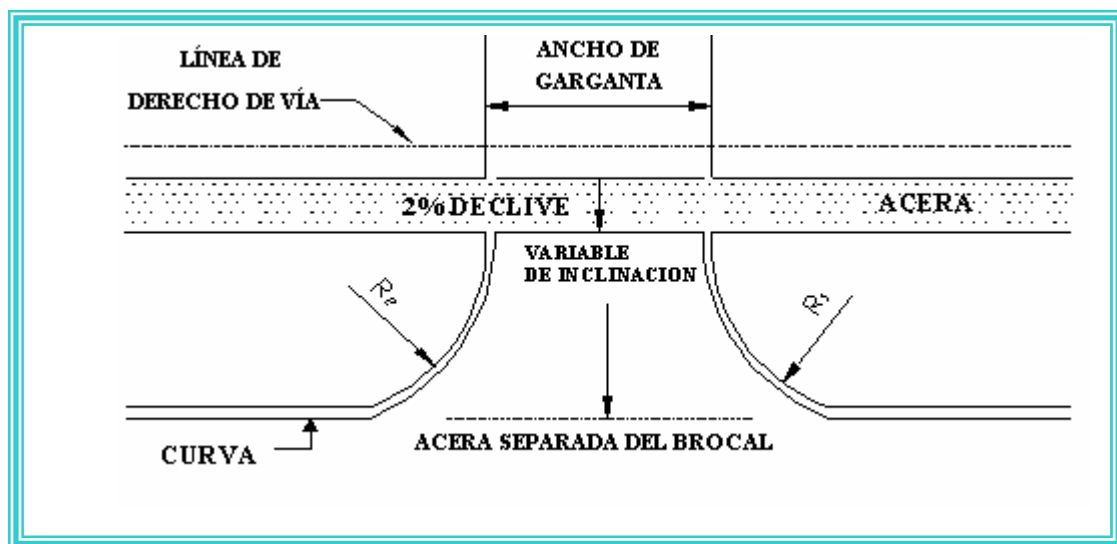


Figura 2.17.2.2. Diseño de la Curva de Retorno. Fuente: Transportation and Land Development.



2.18.- ANCHOS DE CANALES Y RADIOS

Los anchos de garganta y los radios de vuelta o ensanchamientos, están interrelacionados. Si uno se disminuye, la dimensión del otro se puede incrementar para resultar una operación comparable. Además, dentro de los límites reducidos, el ensanchamiento y el radio pueden proveer servicios equivalentes.

En teoría, hay un número extremadamente largo de combinaciones de ancho de garganta y radios de vuelta, o ensanchamientos. En la práctica, sin embargo el ingeniero debería identificar un criterio. La práctica común y corriente es tener una tabla de rangos de valores de ancho de garganta y una tabla separada de valores para el radio de vuelta. La deducción es que cualquier ancho pueda ser usado con cualquier radio tan largo siempre que se encuentre dentro del rango de valores indicados. Existen muchas limitaciones en lo que se refiere al ancho máximo de garganta lo que no permite un buen diseño.

Como el ancho de canal se incrementa, el radio de giro puede ser disminuido por un criterio de diseño dado. El ancho de garganta y el radio deben ser adecuados para acomodar la maniobra conveniente de acuerdo a las condiciones de diseño pero suficientemente restrictiva para evitar maniobras erráticas.

El ancho de entrada es una función de la dirección externa, el radio de vuelta y el espacio libre hacia el borde del lado de salida del ancho de garganta, como se ilustra en la figura 2.18.1 La presencia de una moto o un carril de estacionamiento adyacente a la curva incrementan el radio efectivo. Por ende, el ancho de garganta o



el radio de vuelta pueden ser reducidos un poco cuando una moto o una senda de estacionamiento existan.

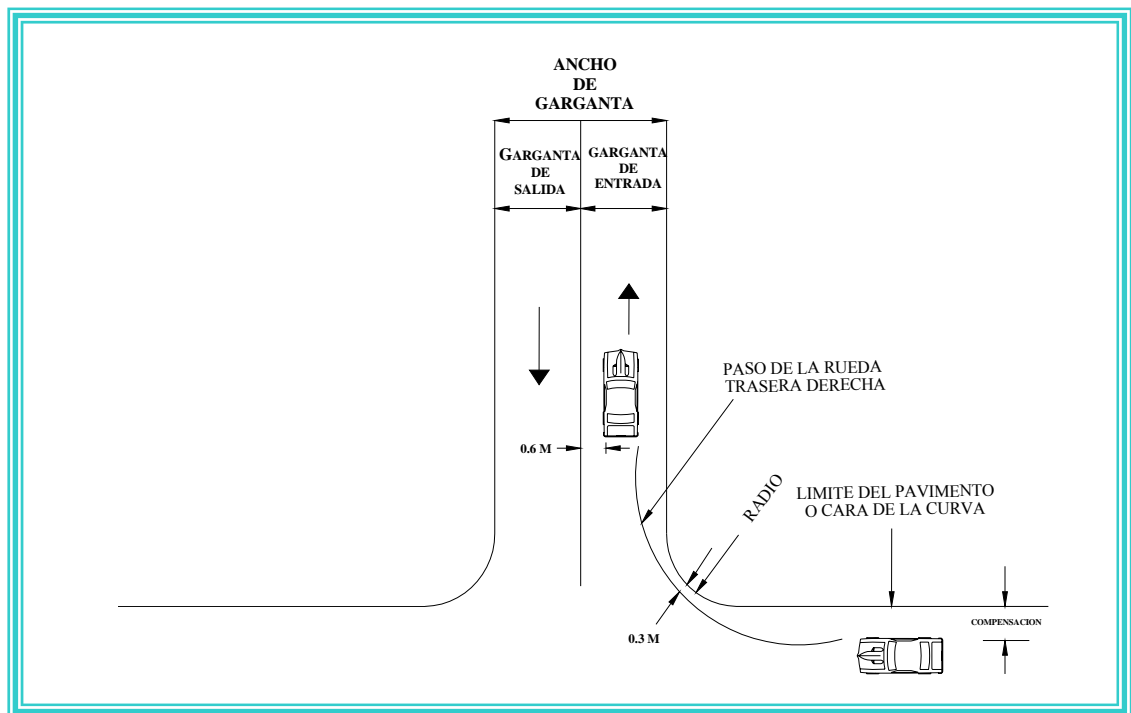


Figura 2.18.1. Ilustración de los Elementos de la Vía. Fuente: Transportation and Land Development.

La operación de dos vías simultáneas permite una entrada de giro a la derecha cuando un vehículo saliente está parado en el camino cuando el conductor está esperando para completar la maniobra de egreso. La operación simultánea de los



vehículos de una sola unidad asume a los conductores entrantes y salientes ambos haciendo un giro a la derecha. La tabla 2.18.1 incluye la geometría de camino recomendada para avenidas de accesos con semáforos y sin semáforos.

Una curva compuesta, de dos centros, o un radio corto seguido por un espiral en el lado de salida de una vía de acceso, se aproxima más a la trayectoria de la rueda trasera derecha que una curva simple con un radio constante. Esto permite que el conductor haga un giro a la derecha para hacer una entrada más natural al carril del tráfico. Cuando una curva compuesta de dos centros es usada, un modelo flexible debe ser usado en la proximidad de la unión de los dos radios para evitar una notable enroscadura en la curvatura. Una junta de 2.54 cm. de grueso con cortes de sierra cercanamente espaciados en el dorso (el lado que tiene que estar dentro del modelo) perpendicular a su dimensión larga es comúnmente usada y ajustada al ojo para eliminar la enroscadura.

Tabla 2.18.1. Líneas Guías Sugeridas para Ancho de Garganta de las Vías, Radio de Retorno y Largo de Garganta para Caminos Semaforizados y Divididos, Diseño para vehículos de Pasajeros. Fuente: Transportation and Land Development.

NÚMERO DE CARRILES		DIVISORIA	LARGO MINIMO DE GARGANTA (M)	ENTRADA		SALIDA	
ENTRADA	SALIDA			RADIO (M)	ANCHO (M)	RADIO (M)	ANCHO (M)
1	2	NO AJARDINADO ³	23	8	4	8	7
1	2	AJARDINADO ⁴	23	9	5	9	7
2	3	AJARDINADO ⁴	60	9	8	9	11
2	4	AJARDINADO ⁴	90	9	8	9	14



[1] Las carreteras con más de dos carriles deben incorporar características de canalización.

[2] Ancho cara a cara del encintado, o cara del divisor al borde de las vías.

[3] Los puntos medios de las carreteras (divisorias) que no sean ajardinados tendrán un color superficial que ponen en contraste con la superficie del pavimento con la vías; la superficie de tal punto medio (divisor) no será más de 1 metro sobre la superficie del pavimento de la vía. El punto medio (divisor) será cantoneado con una línea amarilla de 1.2 metros de ancho.

[4] Las divisorias ajardinadas será por lo menos de 3 metros de ancho, cara a cara del encintado. La longitud será igual a la longitud de la garganta. Un tipo aumentable del encintado será utilizado, preferiblemente de 1.2 metros de ancho pero no debe exceder los 2 metros. Un diseño más liberal se necesita con ajardinados porque un vehículo que entra no puede invadir el lado de la salida.

[5] Incluye un carril de giro a la derecha separado.

Las ventajas de usar una curva compuesta en comparación con una curva de radio simple incluyen lo siguiente:

- El ancho total de garganta es menor.
- Una mejor guía es provista para redireccionar a conductores quienes tienden a abrirse hacia la derecha cuando pasan a través de vías de entrada.
- Donde la conexión de acceso es designada primeramente para vehículos livianos, un camión ocasional puede ser acomodado mejor.



- Cuando la conexión de acceso es designada para camiones, el carril de salida con ancho más estrecho y la geometría de la conexión provee una mejor guía positiva para conductores de automóviles.

Existe un largo número de combinaciones de radios cortos, acodos y longitud de espiral (o radio largo) que pueden ser usados en lugar de una curva de radio simple. Un muy limitado número de combinaciones debería ser seleccionado para diseñar. Un juego de dimensiones que produce una operación similar se presenta en la tabla 2.18.2.

Tabla 2.18.2. Geometría Equivalente para Radio de Salidas. Fuente:
Transportation and Land Development.

CURVA SIMPLE	ESPIRAL			CURVA COMPUESTA		
R (M)	R ₁ (M)	O (M)	L (M)	R ₁ (M)	O (M)	R ₂ (M)
5	3	2	6	3	2	6
6	5	1,5	5	5	1,5	5
8	5	1,5	5	5	1,5	6
9	5	2	6	5	2	8
11	5	3	8	5	3	9

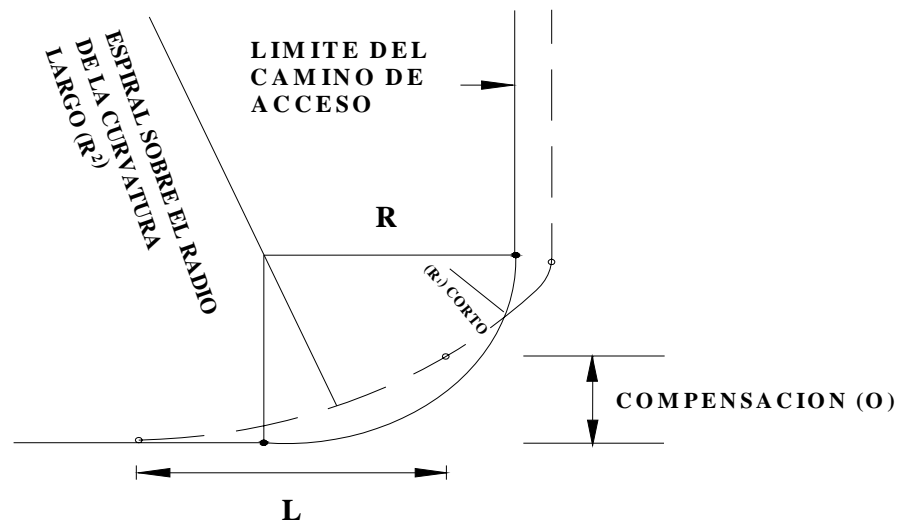


Figura 2.18.2. Geometría Equivalente para Radio de Salidas. Fuente: Transportation and Land Development.

2.19.-LARGO DE GARGANTA

La garganta de la vía debe ser suficientemente larga para permitir la intersección en la conexión de la vía de acceso y una autopista empalmada, y la circulación en el sitio para funcionar sin interrumpir con cualquier otra. Los conductores que entran al sitio deberían primero despejar la intersección de la autopista, la conexión de la vía de acceso y la circulación en el sitio. Cuando el largo



y ancho de garganta de una vía de acceso son inadecuados, la capacidad de la intersección semaforizada de una vía de acceso y una arteria puede ser limitada por los conflictos de la intersección de la vía de acceso y una redoma.

El lado de salida de una conexión de la vía de acceso debería ser diseñado para permitir que el tráfico deje el sitio. Las conexiones comerciales de parada controlada debería ser lo suficientemente larga para proveer a los menos dos carros livianos. Esto realmente reducirá al tiempo de ascensión y permitirá que dos carros salgan usando un espacio que de otra manera acomodaría a un simple vehículo.

El largo de garganta y la sección transversal están relacionados, esta relación resulta del único hecho de que una maniobra zigzagueando se hace más compleja y requiere una longitud larga a medida que el número de carriles de salida se incrementa. También, la necesidad de una razón de flujo de salida muy alta se hace más importante a medida que el volumen de salida se incrementa. De este modo, la condición de salida controla los generadores de tráfico largos; por algún tiempo la condición de entrada controla el largo de garganta o los pequeños generadores.

2.20.- DISEÑO PARA MOVIMIENTOS DE GIRO A LA DERECHA RESTRINGIDOS

En algunas instancias, es deseable prohibir algunos, o todos, los giros a la izquierda. Islas acanaladas en la garganta de la vía son usadas con frecuencias (figura 2.20.1) para hacer esto. Estas características no proveen control positivo y son frecuentemente violadas en algunas localizaciones. No obstante, islas acanaladas



deben ser consideradas en las avenidas de alto volumen para proveer refugio a los peatones.

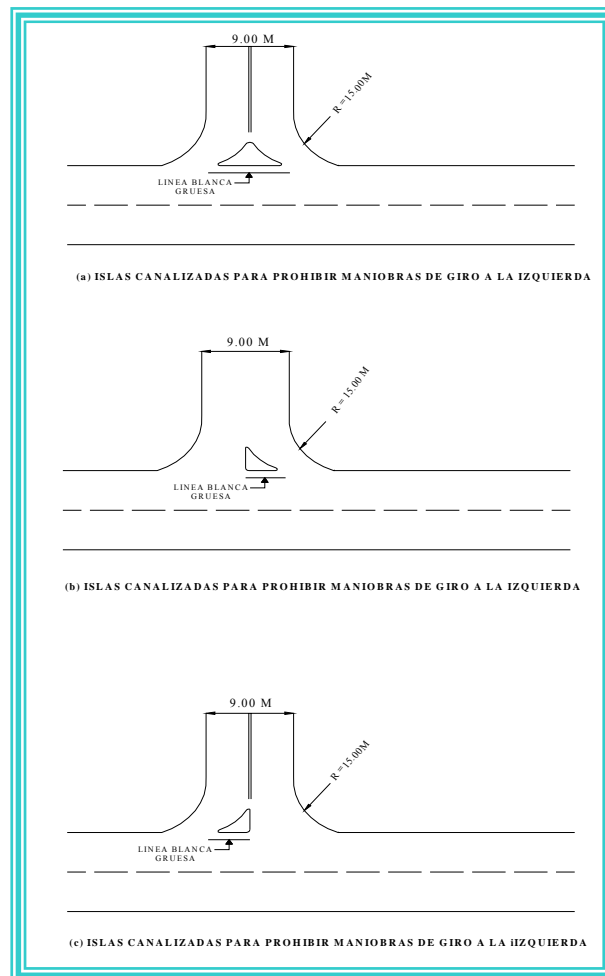


Figura 7.20.1 Islas Canalizadas Tradicionalmente Usadas para desalentar Giros a la izquierda. Fuente: Transportation and Land Development.



El diseño tradicional de canalización ilustrado en la figura 7.20.2a resulto un vehículo girando a la derecha siendo orientados por el ángulo plano justo antes de completar el giro. Esto requiere que el ángulo entre línea visual y el camino que sigue al frente sea aproximadamente 140° . Este diseño tradicional ha sido también criticado por ser poco amigable para lo peatones porque:

1. La maniobra de giro a la derecha puede ser hecha relativamente con alta velocidad.
2. Los conductores deben explorar un ángulo ancho para ver a los peatones.
3. El largo ángulo para ver tráfico aproximándose es difícil para los conductores y desvían la atención de los mismos para ver a los peatones aproximándose a la derecha. La práctica común es colocar el paso peatonal en el medio de la curva, de cualquier modo que, proporciona al conductor una excelente vista de cualquier peatón en la proximidad.

Un diseño alternativo, ilustrado en la figura 7.20.2b ha sido propuesto para ser más amigable para los peatones. Sus ventajas son:

1. El ángulo entre el eje de giro de vehículos a la derecha y el canal a lo largo es relativamente largo ($55^\circ - 60^\circ$).
2. Los conductores tienen una mejor vista de la acera en la proximidad de una conexión de acceso.
3. Las velocidades son relativamente lentas.
4. los conductores pueden ver más fácilmente el tráfico aproximándose.



Esta isla es mucho más pequeña que el diseño tradicional y provee menos espacio para el refugio de peatones. El tamaño de la isla más pequeña y el gran ángulo de intersección con el camino a lo largo hace mucho más fácil para que los conductores hagan giros a la izquierda.

El área mínima de refugio para los peatones es de 1.52 m de ancho por lo menos 1.83 m de largo. Logrando un ángulo de desviación similar al mostrado en la figura 7.20.2b requiere una geometría diferente que la que se usa comúnmente en islas (figura 7.20.1).

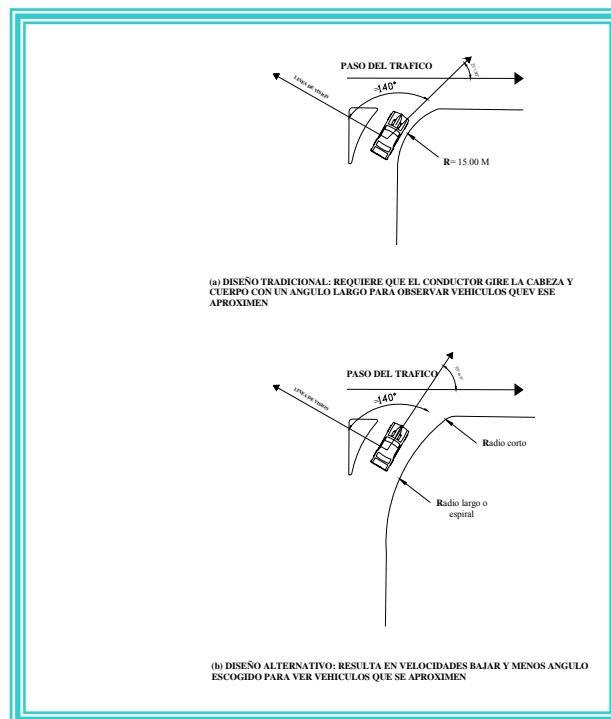


Figura 7.20.2. Comparación Esquemática de las Islas Canalizadas para Giro a la Derecha Tradicionales y Alternativos. Fuente: Transportation and Land Development.



CAPITULO 3

MARCO METODOLÓGICO



CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1.- ETAPAS DEL PROYECTO

Para la realización de la Evaluación de Alternativas de Diseño Geométrico de una Intersección para Acceso al Portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz, fue necesario llevar a cabo un procedimiento metodológico comenzando por la recopilación de la información y revisión bibliográfica (textos especializados, tesis de grados, normas, manuales ilustrativos, consulta a expertos y profesionales); con el objeto de obtener información válida confiable relacionada con el tema en estudio y así ampliar los conocimientos sobre la materia. Entre algunos de los trabajos de investigación revisados en la Universidad de Oriente Estado Anzoátegui, acerca de la temática se puede citar:

En el año 1986, Borges N. presentó a la Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, Departamento de Ingeniería Civil, “Estudio y Proyecto de Empalme Vial en Av. Intercomunal Andrés Bello con Av. Principal de Boyacá”, una propuesta del diseño de dispositivos que obedecen a la provisión de carriles de desaceleración y aceleración a ambos lados así como también un radio de giro adecuado con el fin de



realizar maniobras de retorno sin afectar la fluidez en los canales de circulación directa.

En Agosto – Septiembre del 2005 PDVSA contrató un estudio de volúmenes de tránsito y el impacto peatonal de acceso a las instalaciones (fundado año 2005) “Ingeniería de Detalle para la Remodelación del Acceso y Vigilancia de la Entrada Principal de la Refinería Puerto La Cruz, Portón 27 y la Refinería El Chaure – PDVSA”. Este proyecto se realizó con la finalidad de adecuar la entrada y salida de acuerdo a las labores que ahí se realizan de manera de ampliar sus canales, así como también cumplir con las medidas de seguridad necesarias en el medio ambiente de trabajo de acuerdo a las normativas legales que rigen esa materia, disponer de las facilidades para la integración con los proyectos de automatización de protección y SICESMAS (Sistema de Control de Entrada y Salida de Materiales, Equipos y Componentes).

La información recopilada, a través de consultas realizadas, permitió obtener una visión general de comportamiento del tráfico vehicular, así como también los volúmenes de tráfico a las diferentes horas del día al igual que los valores de las velocidades.

El conteo de los volúmenes vehiculares en cada movimiento en dicha intersección se hicieron en horas comprendidas de 6:15 am a 6:15 pm en el primer día de conteo, luego éste arrojó valores los cuales permiten calcular las horas de mayor demanda de flujo, repitiéndose el conteo sólo en estas horas.

Ahora bien los conteos de velocidades se hicieron de la siguiente manera: Se tomó una prueba piloto de 10 vehículos de diferentes tipos, calculando con estos el verdadero tamaño de muestra que sería estudiado.



La medición de la velocidad se realizó en dos días en horario comprendido de 7:00a 9:00 am y de 2:00 a 4:00 pm en cada sentido, es decir, de Puerto La Cruz – Guanta y Guanta – Puerto La Cruz.

El siguiente paso se puede considerar como la etapa central, y en ella se llevaron a cabo todos los procedimientos necesarios para la Evaluación y Diseño Geométrico de la Intersección de acuerdo a los fundamentos teóricos establecidos en las normas vigentes y los requerimientos del proyecto. Esta etapa estuvo comprendida por la comparación estadísticas de las velocidades, análisis de las velocidades obteniendo con ésto las tablas de distribución de velocidades y frecuencia, la velocidad media, la desviación estándar, el error estándar de la media, tamaño apropiado de la muestra y los percentiles: P15, P50, P85 y P98.

Este análisis tiene por objeto el cálculo de los parámetros necesarios para la debida evaluación de las diferentes alternativas y el diseño geométrico de la intersección que da acceso al portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz.

Finalmente, realizado el diseño y el chequeo de las alternativas por medio de las normas, se elaboraron los análisis de resultados, se generaron los planos correspondientes al proyecto para establecer comparaciones entre las distintas alternativas, para así escoger la que mejor se adapte a los requerimientos establecidos.

Por último se emitieron conclusiones y recomendaciones y se comprobó el cumplimiento de los objetivos planteados.



3.2.- ANÁLISIS DE LAS VELOCIDADES

Para el análisis de la velocidad de la intersección se efectuó una prueba piloto a diferentes tipos de vehículos de manera aleatoria en ambas direcciones de la vía, para luego realizar cálculos estadísticos de la desviación estándar y se obtuvo de esta manera el verdadero tamaño de la muestra.

Con este valor se realizaron 2 conteos en días distintos, en horarios comprendidos de 7-9 am y 2-4 pm, en ambos sentidos del flujo. A estas dos muestras se les realizó un análisis estadístico de comparación de media e hipótesis nula y alterna, donde la hipótesis nula planteada es que las medias son iguales y provienen de la misma población, y la hipótesis alterna es que las medias son diferentes y vienen de poblaciones distintas, arrojando como resultado que se acepta la hipótesis nula y las medias vienen de la misma población.

De esta manera se analizó una muestra por sentido escogida al azar sin distinción del día. Los datos fueron ordenados en una tabla de distribución de frecuencia, ver Tablas 37 y 38. (Anexo D).

A partir de los datos agrupados en las tablas 37 y 38 respectivamente, se realizaron los histogramas y polígonos de frecuencia, ver Figuras 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25. (Anexo D). De igual forma se calcularon los parámetros más representativos que describen adecuadamente las características de la distribución de velocidades de punto de un flujo vehicular. Ver Tabla 40. (Anexo D).



3.3.- ANÁLISIS DEL VOLUMEN VEHICULAR

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las vías, las intersecciones, etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito, los cuales poseen características espaciales (ocupan un lugar) y temporales (consumen tiempo). Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito generalmente resultan del deseo de la gente de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenado así una serie de satisfacciones y oportunidades ofrecidas por el medio ambiente circundante. Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son el producto de los estilos y formas de vida que hace que la gente sigan determinados patrones de viaje basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

Al proyectar una vía, intersección o acceso a un servicio, depende fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición. Los errores que se cometen en la determinación de estos datos, ocasionarán que la vía o acceso funcionen durante el periodo de proyecto, bien con volúmenes de tránsito muy inferiores a aquellos para los que se proyectó; o mal para con problemas de congestionamiento por volúmenes de tránsito muy superiores a los proyectados.



Los estudios referentes a volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

Cabe destacar que, el tránsito en ocasiones se ve fluctuado por agentes externos.

La recolección de la información se realizó de manera manual en planillas diseñadas para tal efecto. Las Figuras 17 y 18 muestran los movimientos presentes en la intersección con su porcentaje de peso vehicular. Los resultados que se obtienen con los estudios de tránsito son:

- **Volumen horario (VH).** Que no es más que el número de vehículos observados en una hora y expresado en veh/h. estos valores son observados en las tablas de cada movimiento vehicular.

- **Volumen Diario (VD).** Es la sumatoria de los volúmenes horarios consecutivos para un día.

$$VD = \sum VH$$

- **Rata Horaria de Flujo.** Es el volumen de tráfico en un periodo cualquiera expresado como volumen horario.

$$RataHorariadeFlujo = 4 * N^{\circ}Veh.durantelos15\text{ min. }pico \quad (\text{Ecuac 3.1})$$



- **Factor Hora Pico (FHP).** Es la relación entre el volumen horario y el volumen máximo que se registra en un tiempo determinado dentro de la hora de máxima demanda vehicular. El factor hora pico mide la fluctuación dentro de la hora pico, además indica la consistencia de la demanda y varía entre 0.25 y 1.00. Algunos autores lo definen como “la relación entre el volumen que ocurre en una hora y la máxima rata horaria de flujo durante un período especificado dentro de la hora. Un periodo muy usado es el de 15 minutos”. En la tabla 39 se encuentran los factores horarios de máxima demanda para cada uno de los movimientos. (Anexo D).

$$FHP = \frac{VH}{4 * N^{\circ}veh.durante15\ min .pico} \quad (\text{Ecu. 3.2})$$

3.4.- ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO.

Las principales causas de la realización de los estudios de tránsito es la de encontrar soluciones que brinden movilidad, seguridad y comodidad a los problemas del flujo vehicular, así como también identificar y cuantificar las deficiencias del sistema vial, para poder evaluar lo que está sucediendo y de esta forma pronosticar lo que puede ocurrir, si se continua con la misma tendencia, y lo que se puede lograr en el futuro al mejorar la situación presente.



Adicionalmente al estudio de tránsito, la estimación de costos de construcción permitirá crear una herramienta de selección a la alternativa de diseño más acorde con los parámetros existentes en el sitio de estudio.

Vale destacar que las geometrías de las alternativas son respuestas físicas a las carencias de diseño detectadas en los estudios, sin embargo existe un factor humano relevante como es el grado de obediencia de los conductores, estos son estudios del comportamiento del conductor que se realizan con el objetivo de tomar medidas de control y mejoramiento de la seguridad de todos. El grado de obediencia de los conductores se pueden agrupar en tres (3) categorías: Conflicto vehículo – peatón, entendimiento y obediencia de los dispositivos de control de tránsito y comportamiento exigido.

Según observaciones hechas en el portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz el porcentaje de obediencia de los conductores es de (70%) con esta información nos podemos dar cuenta de que existen riesgos de accidentes. Esta observación nos permite decir que la confluencia que actualmente existe no cumple con los principios fundamentales de diseño, seguridad y comodidad. Es por todo esto que al realizar este trabajo se busca obtener una opción que permita cubrir de manera muy amplia dichos parámetros y reducir de forma eficaz los riesgos que actualmente se presentan en esta zona.

De acuerdo a los aforos de tránsito hechos en cada uno de los movimiento existente en la intersección nos damos cuenta que el porcentaje de vehículos livianos



(particulares, taxi y por puesto) son considerablemente altos con respecto a cualquiera de los demás tipos de vehículos indicados en las tablas, sin embargo el problema que se quiere solucionar con este proyecto es la entrada y salida de vehículos pesados y maquinarias al portón 27, siendo este tipo de vehículos los más importantes para nuestro estudio. Esta cantidad representa 1.417 camiones por día laborable, que sería el 6.72 % del total representativo de todos los movimientos.

El análisis de cada una de las alternativas de diseño estuvo solo basado en las ventajas y desventajas encontradas, más que en un análisis de nivel de servicio ya que la instalación es un acceso muy particular, por ser la entrada y salida de una planta industrial y no una intersección urbana común con las características propias de tales instalaciones. Como en ésta y en todas las soluciones que se proponen como respuesta para cubrir las exigencias presentes, se utilizó como vehículo de diseño el W-15 por ser una vía de tránsito con un alto porcentaje de vehículos pesados.

3.4.1.- Alternativa de Diseño N° 1

En este diseño el retorno hacia Puerto La Cruz fue eliminado debido a que la longitud de entrecruzamiento es muy corta con 32,97 metros. La eliminación del mismo disminuye los riesgos de accidentes en la vía. El brocal que existía en la entrada al portón 27 que servía para separar los flujos también fue eliminado, ya que este interrumpía la salida de los vehículos y tampoco era respetado. Las curvas de giros fueron mejoradas de acuerdo a la trayectoria de la rueda trasera del vehículo de



diseño y a las normas venezolanas. Esta alternativa cuenta con la adecuada implementación de las señalizaciones correspondientes.

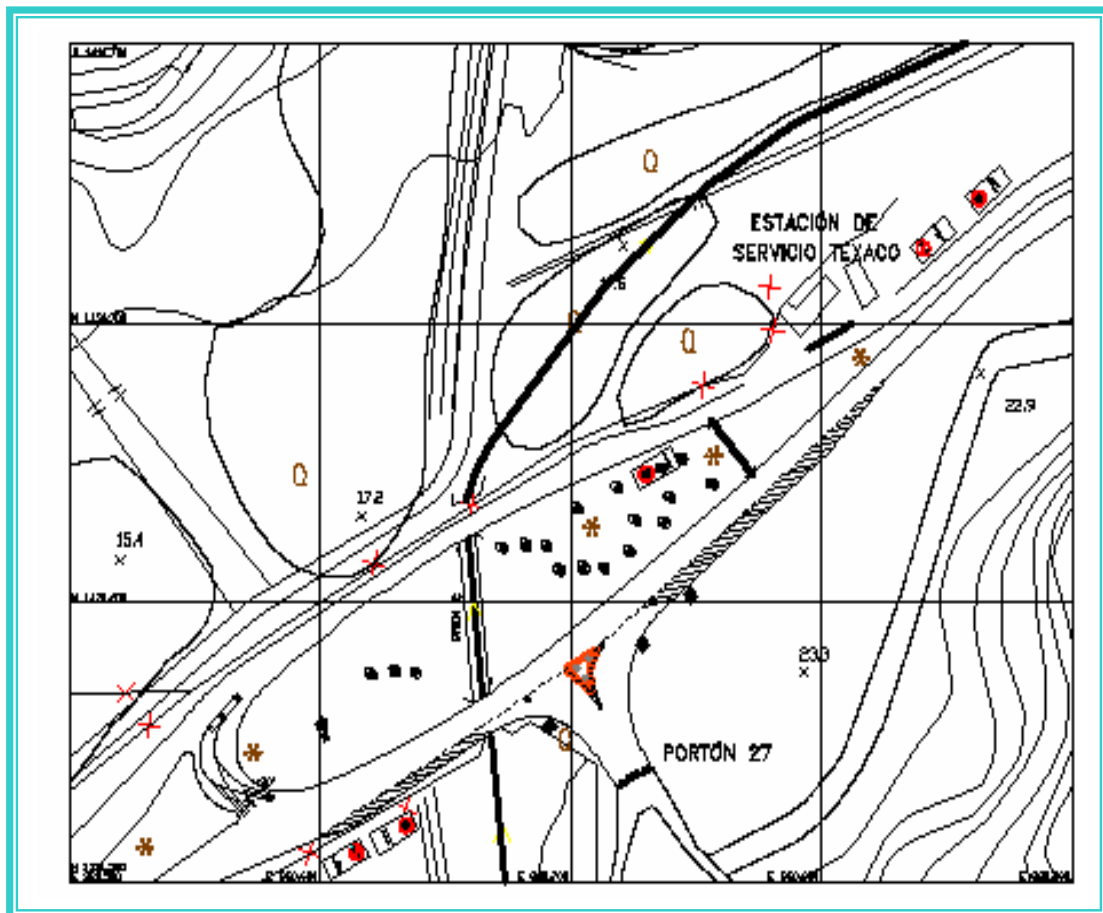


Figura 3.4.1.1. Alternativa de Diseño N° 1. Fuente: Propia.



3.4.1.1.- Ventajas

- La salida del portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz estará protegida con una isleta o canalización para separar los puntos en conflictos y las trayectorias de los vehículos, que servirá de protección y de punto de resguardo donde el conductor se sienta seguro mientras se incorpora al flujo vehicular.
- Incorporación de canales de desaceleración que ayudaran al incremento de oportunidades de integración al flujo normal vehicular.
- Ampliación de canales, provocando así un ligero aumento de su capacidad.
- Curvas con mayores radios de giro.
- Señales de prevención, información y de reglamentación, aunado a un rayado reductor de velocidad de manera de advertir al conductor la existencia de un posible peligro.
- Bajo costo de construcción con respecto a los demás.



3.4.1.2.- Desventajas

- Anulación del retorno hacia Puerto La Cruz, lo que implica un incremento en el tiempo de viaje.
- Desagrado por parte de los conductores por tener una trayectoria más larga.

3.4.2.- Alternativa de Diseño N° 2

Esta alternativa se basa en una intersección en T que incluye todos los movimientos presentes. Cuenta también con la ampliación de los canales principales y de las curvas de giro, así como la inclusión de isletas y canalizaciones como medidas de seguridad. Alberga la implementación de un semáforo, el cual posee un dispositivo que detecta la presencia de vehículos que van a salir o entrar al portón 27 que previene los posibles puntos de conflicto. Las señalizaciones se han mejorado de forma visible con respecto al modelo actual y de acuerdo al cambio en la geometría.

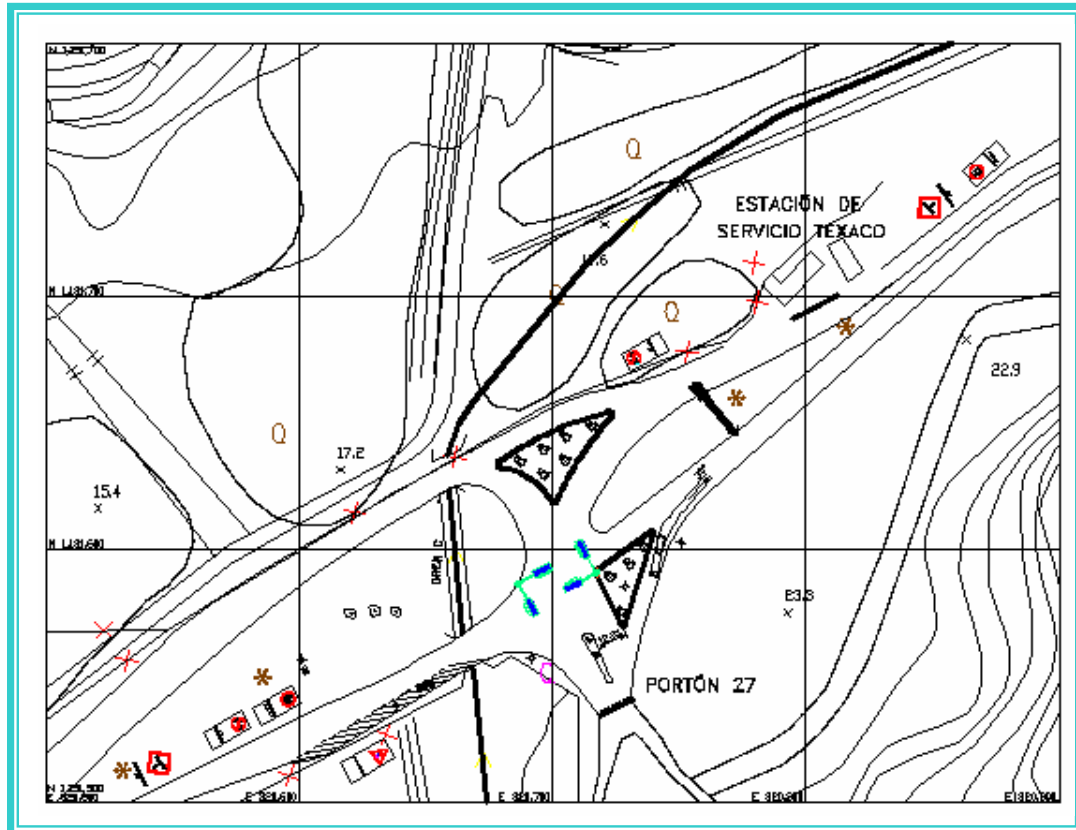


Figura 3.4.2.1. Alternativa de Diseño N° 2. Fuente: Propia.

3.4.2.1.- Ventajas

- Ampliación de canales.
- Inclusión de isletas o canalización para separar los puntos en conflictos y las trayectorias de los vehículos, que servirá de protección y de punto de resguardo donde el conductor se sienta seguro mientras se incorpora al flujo vehicular.



- Canal de desincorporación que permite al conductor separarse de manera segura del flujo normal vehicular.
- Todos los movimientos estarán incluidos en este diseño provocando que el porcentaje de obediencia de los conductores y respeto de todas las señalizaciones existentes sean alto, previniendo los accidentes de tránsito, haciendo por tanto, la intersección más segura y más cómoda.
- Diseño más confortable que permitirá incluir muchos más canales con anchos acordes a la entrada del portón 27 logrando así una mejor distribución y separación de los movimientos vehiculares, lo que disminuye el riesgo de conflicto, accidentes y colas.
- Curvas más amplias con radios de giros cónsonos al vehículo de diseño.
- Señales de prevención, información y de reglamentación, aunado a un rayado reductor de velocidad de manera de advertir al conductor la existencia de un posible peligro.
- Adición de un semáforo que contará con un dispositivo de paso el cual solo activaría cuando existiera un vehículo en espera para el cruce de la vía.
- Disminución de los tiempos de viajes en el sentido Puerto La Cruz - Guanta.



3.4.2.2.- Desventajas

- Mayores costos de construcción y mantenimiento.
- Se está incluyendo una intersección en T en una vía rápida lo que potencialmente origina un punto de conflicto y puede incentivar el desacato de las señales de reglamentación y prevención, sobre todo en las horas nocturnas y días domingos y feriados en general ya que hay un alto número de horas en el año con muy poco o ningún flujo vehicular.

3.4.3.- Alternativa de Diseño N° 3

El principal cambio que presenta este diseño es el desplazamiento del retorno hacia Guanta de aproximadamente 50 metros del portón 27, lo cual permite una entrada más segura y cómoda. También cuenta con la ampliación de los canales principales y los radios de giro, así como la inclusión de isletas y canalizaciones. En cuanto las señalizaciones se mejoraron de manera visible haciendo énfasis en la colocación de un rayado reductor de velocidad.

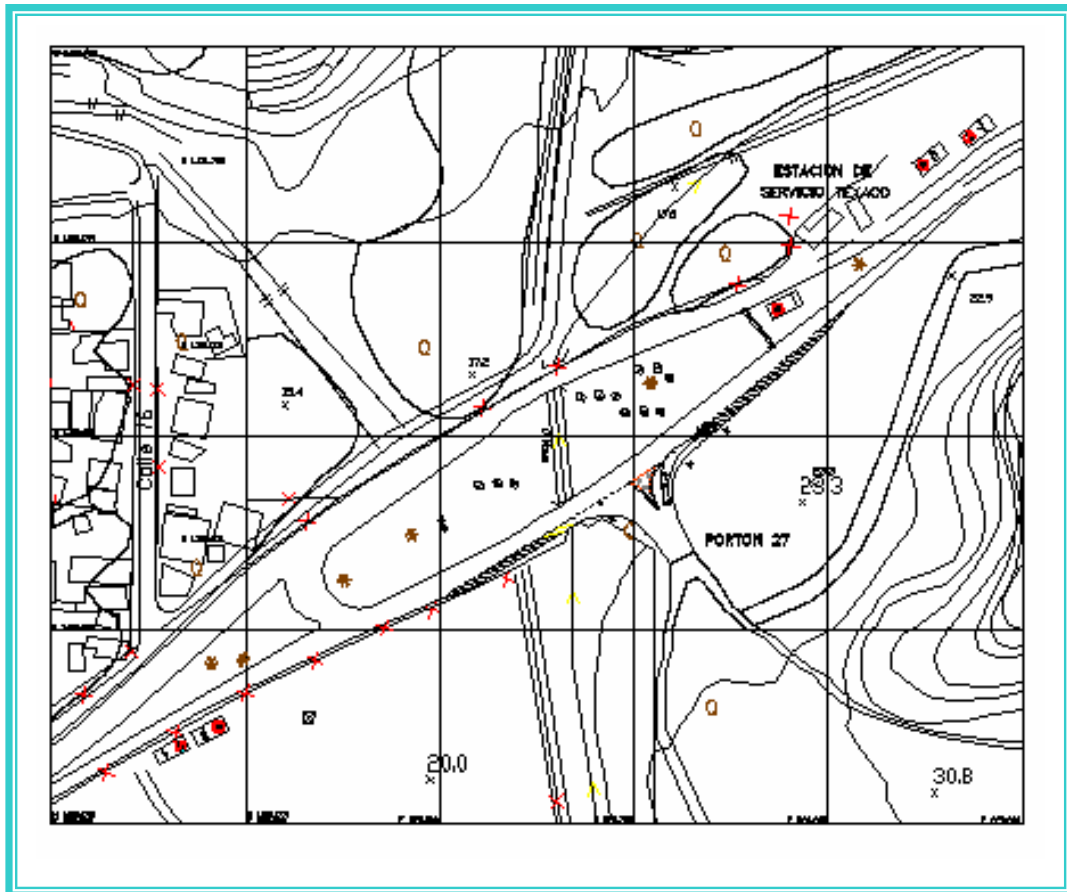


Figura 3.4.3.1. Alternativa de Diseño N° 3. Fuente: Propia.

3.4.3.1.- Ventajas

- Inclusión de isletas o canalizadores para separar los puntos en conflictos y las trayectorias de los vehículos, que servirán de protección y de punto de resguardo donde el conductor se sienta seguro mientras se incorpora al flujo vehicular.



- Ampliación de canales.
- Curvas más amplias con radios de giros adecuados al vehículo de diseño.
- Señales de prevención, información y de reglamentación, aunado a un rayado reductor de velocidad de manera de advertir al conductor la existencia de un posible peligro.
- Incorporación de canales de desaceleración que ayudaran al incremento de oportunidades de integración al flujo normal vehicular.
- El retorno hacia Guanta fue desplazado 50 m aproximadamente, distancia suficiente para dar una entrada más segura al portón 27.

3.4.3.2.- Desventajas

- Anulación del retorno hacia Puerto La Cruz, lo que implica un incremento en el tiempo de viaje.



3.5.- METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN SELECCIONADA.

3.5.1.- Capacidad.

En las intersecciones reguladas por semáforos hay que añadir un elemento adicional en el concepto de la capacidad: la distribución del tiempo. Un semáforo esencialmente distribuye el tiempo entre los movimientos circulatorios conflictivos que pretende utilizar el mismo espacio físico. La manera en la que se distribuya el tiempo tiene un impacto significativo en el funcionamiento de la intersección y en la capacidad de la misma y de sus accesos.

Los semáforos modernos asignan el tiempo de muchas maneras, desde la modalidad más sencilla de tiempos prefijados (tiempos fijos) y dos fases hasta la modalidad compleja de regulación actuada y multifase. En este proyecto se utilizará la Operación Semiaccionada por el Tráfico [14].

En operaciones semiaccionadas la calle principal en cuestión tiene la indicación “verde” durante todo el tiempo hasta que los detectores de la calle secundaria indique que un vehículo o vehículos, han llegado a uno o ambos accesos secundarios. El semáforo muestra entonces una fase “verde” para la secundaria, después de un intervalo de cambio apropiado, que se mantiene hasta que todos los vehículos hayan pasado, o hasta que el verde de la calle secundaria alcance un tiempo preestablecido máximo. En este tipo de operación la longitud del ciclo y los tiempos de verde pueden variar de ciclo a ciclo según la demanda. Como el verde se otorga siempre a



la calle principal, a menos que exista demanda en las calles secundarias, los tiempos de verde para estas secundarias están virtualmente empleados por completo, mientras que todo el tiempo de verde “sobrante” se concede a la calle principal.

La capacidad para un grupo de carriles es la intensidad de circulación máxima del grupo de carriles en cuestión que puedan circular a través de la intersección en las condiciones prevalecientes de tráfico, calzada y semaforización, la capacidad se expresa en (v/h) y se mide a través de la siguiente expresión:

$$C_i = S_i(g_i / c) \quad (\text{Ecu. 3.3})$$

Donde:

C_i = Capacidad del grupo de carriles i , en v/h.

S_i = Intensidad de saturación para el grupo de carriles i , en v/hv.

g_i/c = Relación de verde efectivo para el grupo de carriles i .

La intensidad de saturación es el flujo, en vehículos por hora al que se puede dar servicio al grupo de carriles, suponiendo que la fase de verde este siempre disponible para ese acceso, es decir que la relación de verde (g/c) sea 1,0. El cálculo comienza con la selección de una intensidad de saturación “ideal”, que para este proyecto se utilizará como 1700 vehículos ligeros por hora de verde y carril (vl/hv/c), y con el ajuste de este valor para una variedad de condiciones prevalecientes no ideales. Todos los factores de ajustes están indicados en el Anexo C.



$$S = s_0 N f_A f_{vp} f_i f_e f_{bb} f_a f_{MD} f_{MI} \quad (\text{Ecu. 3.4})$$

Donde:

S_0 = Intensidad de saturación ideal por carril, 1700 vl/hv/c.

N = Numero de carriles del grupo de carriles.

f_A = Factor de ajuste por anchura de carril, dado en la tabla 18.

f_{vp} = Factor de corrección por la proporción de vehículos pesados en la corriente de circulación, dado en la tabla 19.

f_i = Factor de ajuste por la inclinación del acceso, dado tabla 20.

f_e = Factor de ajuste por la existencia de un carril de estacionamiento adyacente al grupo de carriles, y por actividad de estacionamiento en ese carril, dado en la tabla 21.

f_{bb} = Factor de ajuste por efecto de los autobuses locales que paran dentro de la zona de influencia de la intersección, dado en la tabla 22.

f_a = Factor de ajuste por el tipo de área, dado en la tabla 23.

f_{MD} = Factor de ajuste por giros a la derecha en el grupo de carriles, dado en la tabla 24.

f_{MI} = Factor de ajuste por giros a la izquierda en el grupo de carriles, dado en la tabla 25.

De acuerdo a la ecuación 3.4 la intensidad de saturación para cada grupo de carriles se calcula mediante:

$$S = 1700 * 2 * 1.104 * 0.907 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 = 3404.52 \text{ v/h}$$



Tabla 3.5.1.1. Módulo de Intensidad de Saturación. Fuente: Propia.

				FACTORES DE AJUSTES								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ACCESOS	MOV. POR GRUPO DE CARRIL	S_0 (vl/hv/c)	N	f_A	f_{vp}	f_i	f_e	f_{bb}	f_a	f_{MD}	f_{MI}	S (v/hv)
O	1	1700	2	1.104	0.907	1	1	1	1	1	1	3404.52
	5	1700	3	0.913	1.111	1	1	1	1	1	0.95	4914.49
NE	(2)-(3)	1700	1	1.118	0.869	1	1	1	1	1	0.996	1645.01
	(2)-(8)	1700	1	1.118	0.844	1	1	1	1	1	0.998	1600.9
	1	1700	2	1.104	0.907	1	1	1	1	1	1	3404.52
S	6	1700	3	1.052	0.905	1	1	1	1	1	0.95	4612.73

3.5.1.1.- Cálculo de los Tiempo del Semáforo.

Para obtener un mínimo de demoras, cada fase debe incluir el mayor número posible de movimientos simultáneos. Así se logrará admitir un mayor volumen de vehículos en la intersección.

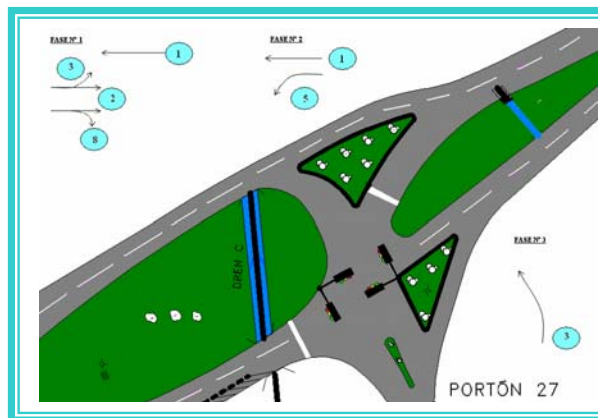


Figura 3.5.1.1.1. Fases Incluidas en la Semaforización. Fuente: Propia.



En general, el número de fases diferentes debe reducirse al mínimo, considerando la seguridad y la eficiencia. La selección de los movimientos dentro de cada fase debe tender a reducir a un mínimo la frecuencia y la gravedad de los puntos de conflictos. Igualmente la frecuencia de las fases debe tratar de reducir las demoras.

A continuación se presenta de manera general los diversos elementos a tener en cuenta en el cálculo de los tiempos del semáforo y su reparto en las diferentes fases:

3.5.1.2.- Vehículos Equivalentes

Si todos los vehículos que salen de la intersección con semáforo son automóviles que continúan de frente, se tendrían las tasas máximas de flujo, a intervalos aproximadamente iguales. Sin embargo, en la mayoría de los casos la situación es más compleja por la presencia de vehículos pesados y movimientos hacia la izquierda y hacia a la derecha. Para tener en cuenta estos aspectos, es necesario introducir un factor de ajuste por vehículos pesados, se calcula con la siguiente expresión:

$$f_{vp} = \frac{100}{100 + P_C(E_C - 1) + P_B(E_B - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad (\text{Ecu. 3.5})$$

Donde:

P_C = Porcentaje de camiones. E_B = Automóviles equivalentes a un autobús.

P_B = Porcentaje de autobuses. E_C = Automóviles equivalentes a un camión.

P_R = Porcentaje de vehículos recreativos.

E_R = Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo.

Por la ecu. 3.5 se calculan los vehículos equivalentes para el mov. 1:



$$f_{vp} = \frac{100}{100 + 7.19(2 - 1) + 3.36(2 - 1)} = 0.90$$

Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesitan más tiempo para despejar la intersección. Los automóviles equivalentes comúnmente utilizados tanto para camiones, E_C , como para autobuses, E_B , según estudios hechos es de 2,0 automóviles equivalentes por un autobús y un camión respectivamente.

3.5.1.3.- Tasa de flujo (q).

Igualmente, los volúmenes horarios de máxima demanda, VHMD, deben convertirse a tasas de flujos, q, a través del factor de la hora de máxima demanda, FHMD. De esta manera, los volúmenes horarios mixtos VHMD, se convierten a flujos de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalente por hora, q_{ADE} , mediante la siguiente expresión:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{vp}} \right) (E_v) \quad (\text{Ecu. 3.6})$$

Donde:

VHMD= Volumen horario de máxima demanda.

FHMD= Factor horario de máxima demanda.



E_v = Factor de movimientos de vueltas; puesto que están maniobras los vehículos consumen más tiempo que los vehículos que siguen de frente. Este factor se utiliza para convertir automóviles que dan vuelta a automóviles equivalentes que no la dan, varía de 1,4 a 1,6 para vueltas hacia la izquierda y de 1,0 a 1,4 para vueltas a la derecha.

La tasa de flujo q la calculamos mediante la expresión 3.6:

$$q_{ADE} = \frac{654}{0.82} \left(\frac{1}{0.90} \right) = 886.18 \text{ ADE} / H$$

3.5.1.4.- Máxima Relación de Flujo Actual (q) a Flujo de Saturación (s).

Usando la ecuación siguiente:

$$Y_i = \frac{q_{\max i}}{s} \quad (\text{Ecu. 3.7})$$

Donde:

$q_{\max i}$ = Representa el flujo crítico o máximos por carril de la fase i .

La relación de flujo del flujo para el carril crítico se calcula mediante la ecuación 3.7:

$$Y_i = \frac{27.17}{1638.16} = 0.01$$



3.5.1.5.- Longitud del Ciclo.

F. V. Webster con base en observaciones de campo y simulación de un amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo, se puede obtener para una longitud de ciclo óptimo de [12]:

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i} \quad (\text{Ecu. 3.8})$$

Donde:

L= Tiempo total perdido por ciclo (s).

Y_i = Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril crítico de la fase i.

Φ = Numero de fases.

La longitud del ciclo óptimo la calculamos mediante la expresión 3.8:

$$C_0 = \frac{1.5 * 6 + 5}{1 - (0.01 + 0.52 + 0.02)} = 80 \text{ sg}$$



Tabla 3.5.1.2. Ciclo Óptimo del Semáforo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ACC ESOS	MOV.	VHMD	FHM D	%VP	%B	EC, EB	Fvp	EV	q	MOV. POR GRUPO DE CARRIL	GRUPO DE CARRIL CRITICO	Yi	Co sg
O	1	654	0,82	7,19	3,36	2	0,90	-	886,18	1	-	-	-
	5	8	0,46	4,16	-	2	0,96	1,5	27,17	5	*	0,01	80
NE	2	425	0,6	15,17	4,24	2	0,84	-	843,25	(2) - (3)	-	-	-
	3	22	0,32	81,82	-	2	0,55	1,2	152,78	(2) - (8)	-	-	-
	8	41	0,52	7,32	-	2	0,93	1,5	127,17	-	-	-	-
S	1	654	0,82	7,19	3,36	2	0,90	-	886,18	1	*	0,52	80
S	6	16	0,58	2,08	-	2	0,98	1,5	44,02	6	*	0,02	80

3.5.1.6.- Tiempo de Verde Efectivo Total (g_t) y Tiempo de Verde Efectivo por Fases (g_i).

El tiempo de verde efectivo total g_t , disponible por ciclo, para todos los accesos de la intersección, esta dado por:

$$g_t = C - L = C - \left[\left(\sum_{i=1}^{\phi} l_i \right) + TR \right] \quad (\text{Ecu. 3.9})$$

Donde:

g_t = Tiempo de verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos.

C= Longitud actual del ciclo.

TR= Tiempo total todo rojo durante el ciclo.



El tiempo de verde efectivo para todos los accesos será calculado mediante la ecuación 3.9:

$$g_t = 80 - 18 = 62 \text{ sg}$$

Para obtener una demora total mínima en la intersección, el tiempo verde efectivo total g_t debe distribuirse entre las fases en proporciones a sus valores de Y_i , así:

$$g_i = \frac{Y_i}{\sum_{i=1}^{\phi} Y_i} (g_t) \quad (\text{Ecu. 3.10})$$

Estos tiempos serán distribuidos mediante la ecuación 3.10:

$$g_i = \frac{0.01}{(0.01 + 0.52 + 0.02)} (62) = 1.13 \text{ sg}$$

Según recomendaciones del Cal Y Mayor el tiempo de verde mínimo de la calle transversal o secundaria estará en un rango de 2 a 12 sg.

3.5.1.7.- Cálculo del Intervalo de Cambio de Fase.

La función principal del intervalo de cambio de fase, es el de alertar a los usuarios de un cambio en la asignación del derecho al uso de la intersección. Para calcular el intervalo de cambio de fase se utilizara la siguiente expresión:



$$y = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right) \quad (\text{Ecu. 3.11})$$

$$y = \text{ambar} + \text{todo rojo}$$

Donde:

y= Intervalo de cambio de fase (s).

t= Tiempo de percepción – reacción del conductor (usado 2,5 s por ser vehículos pesados).

v= Velocidad de aproximación de los vehículos (usado 30 km/h Por ser vehículos pesados).

a= Tasa se deceleración (usado 2 m/s^2 por ser vehículos pesados).

W= Ancho de la intersección (m).

L= Longitud del vehículo de diseño (usado 15,20 m)

El valor del intervalo de fase se calcula mediante la ecuación 3.11

$$y = \left(2.5 + \frac{8.33}{2 * 2} \right) + \left(\frac{63.79 + 15.2}{8.33} \right)$$
$$y = (5.21 + 9.48) = 14.69 \text{ sg}$$

En vista de que el valor de amarillo en la calle secundaria es mayor al de verde se tomara este valor como verde y viceversa.



Tabla 3.5.1.2. Tiempos del Semáforo.

1	2	3	4	5	6	7
ACCESOS	MOV. POR GRUPO DE CARRIL	TIEMPO VERDE EFECTIVO (gi) (sg)	TIEMPO DE AMARILLO (Yi) (sg)	TIEMPO DE TODO ROJO (TR) (sg)	TIEMPO TOTAL DE FASE(sg)	CICLO A UTILIZAR (sg)
O	1	5,21	1,13	9,48	15,82	110,03
	5					
NE	(2) - (3)	58,62	5,21	12,14	75,97	
	(2) - (8)					
	1					
S	6	5,21	2,25	10,78	18,24	

3.5.2.- Nivel de Servicio.

El nivel de servicio en una intersección regulada por semáforos en términos de demora, es una medida de la molestia, frustración, consumo de carburante y el tiempo de viaje perdido por el conductor. Específicamente, los criterios del nivel de servicio se establecen en términos de la demora media de parada por vehículos para un periodo de análisis. La tabla 26 (Anexo C) muestra estos criterios. La demora puede medirse directamente en la calle o estimarse utilizando los procedimientos descritos a continuación:

La demora total para el grupo de carriles i se expresa como:

$$d_i = d_{1i} + d_{2i} \quad (\text{Ecu. 3.12})$$



Donde:

d_{1i} = Demora uniforme para el grupo de carriles i (s/veh).

d_{2i} = Demora incremental para el grupo de carriles i (s/veh).

La demora uniforme es la que ocurriría si los vehículos llegaran uniformemente distribuidos, tal que no existe saturación durante ningún ciclo. Se determina mediante la siguiente expresión:

$$d_{1i} = 0.38C \frac{[1 - (g_i / C)]^2}{[1 - 1(g_i / C)X_i]} \quad (\text{Ecu. 3.13})$$

Donde:

X_i = Es la relación de flujo ajustado (v/c) en (vph).

La demora incremental toma en consideración las llegadas aleatorias, que ocasionan que algunos ciclos se sobresaturen. Se expresa como:

$$d_{2i} = 173X_i^2 \left[(X_i - 1) + \sqrt{(X_i - 1)^2 + (16X_i / C)} \right] \quad (\text{Ecu. 3.14})$$

En la mayoría de los casos las llegadas no son aleatorias, sino que lo hacen de forma agrupadas como resultado de la progresión en los semáforos y otros factores. Por lo tanto, para tener en cuenta este efecto es necesario ajustar la demora total así:

$$d_{ia} = d_i(FD) \quad (\text{Ecu. 3.15})$$



Donde:

d_{ia} = Demora ajustada para el grupo de carriles i (seg/veh).

FD= Factor de ajuste por efectos de la progresión de los semáforos., dado en la Tabla 27 (Anexo C).

El factor de ajuste de la demora tiene en cuenta el impacto del tipo de control y de la progresión semafórica sobre la demora. Estos dos efectos son mutuamente exclusivos (es decir, se utiliza uno o el otro, pero no los dos) por lo tanto se comentara por separado en la Tabla 27.

La demora en cualquier acceso d_A , se determina como un promedio ponderado de las demoras totales de los grupos de carriles del acceso, según:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} (d_{ia} v_i)}{\sum_{i=1}^{n_A} v_i} \quad (\text{Ecu. 3.16})$$

Donde:

n_A = Número de grupos de carriles en el acceso.

v_i = flujo ajustado del grupo de carril i (vph).Se expresa Asi:

$$v_i = \frac{VHMD}{FHMD} \quad (\text{Ecu. 3.17})$$



La demora de la intersección d_i , igualmente se determina como un promedio ponderador de las demoras en todos los accesos de la intersección, según:

$$d_i = \frac{\sum_{A=1}^T (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^T v_A} \quad (\text{Ecu. 3.18})$$

Donde:

T= Número de acceso en la intersección.

A continuación se dará una muestra de cálculo del nivel de servicio de la intersección.

De acuerdo a la expresión 3.17 el flujo ajustado es:

$$v_i = \frac{654}{0.82} = 798 \text{ V/H}$$

La expresión v/c la calculamos de la siguiente manera:

$$v_i = \frac{798}{1247.33} = 0.64$$

La demora uniforme se calcula mediante la expresión 3.13:



$$d_{1i} = 0.38 * 80 \frac{[1 - (0.73)]^2}{[1 - 1(0.73)0.64]} = 4.16 \text{sg / Veh}$$

La demora incremental se calcula mediante la ecuación 3.14:

$$d_{2i} = 173 * 0.64^2 \left[(0.64 - 1) + \sqrt{(0.64 - 1)^2 + (16 * 0.64 / 1247.33)} \right] = 3.55 \text{sg / veh}$$

Demora total por grupo de carriles es mediante la ecuación 3.12:

$$d_i = d_{1i} + d_{2i} = 4.16 + 3.55 = 7.71 \text{sg / veh}$$

Demora ajustada del grupo de carriles es mediante la expresión 3.15:

$$d_{ia} = d_i (FD) = 7.71 * 0.85 = 6.55 \text{sg / veh}$$

Demora por los accesos de ese grupo de carriles ecuación 3.18:

$$d_A = \frac{\sum_{i=1}^{nA} (d_{ia} v_i)}{\sum_{i=1}^{nA} v_i} = \frac{6.55 * 798 + 22.65 * 17}{798 + 17} = 6.89 \text{sg / veh}$$



De acuerdo a la Tabla 26 con el valor de la demora podemos obtener el nivel de servicio que para este acceso es nivel de servicio B.

Por medio de la ecuación 3.18 podemos obtener el nivel de servicio de la intersección:

$$d_I = \frac{\sum_{A=1}^T (d_A v_A)}{\sum_{A=1}^T v_A} = \frac{6.89(798+17) + 4.82(708+708+798) + 23.14(28)}{798+17+708+708+798+28} = 5.54 \text{sg / veh}$$

Y de acuerdo a la Tabla 26 el nivel de servicio de la intersección seleccionada como diseño geométrico más acorde con las exigencias planteadas es nivel de servicio B.



Tabla 3.5.2.1. Módulo del Nivel de Servicio. Fuente: Propia.

GRUPO DE CARRILES			1ER TERMINO DE LA DEMORA				2DO TERMINO DE LA DEMORA	DEMORA DEL GRUPO DE CARRILES				d_A (sg/veh)		d_i (sg/veh)	
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	16	
ACCESOS	MOV. POR GRUPO DE CARRIL	C_i	V (VPH)	X_i	(g/c)	d_{1i} (s/vh)	d_{2i} (s/vh)	d_i (s/vh)	FD	d_{ia} (s/vh)	d_A (s/vh)	NS_A	d_i (s/vh)	NS	
O	1	1247,33	798	0,64	0,73	4,16	3,55	7,71	0,85	6,55	6,89	B	5,54	B	
	5	106,69	17	0,16	0,07	26,59	0,06	26,65	0,85	22,65					
NE	(2) - (3)	1173,06	708	0,60	0,73	3,96	0,63	4,59	0,85	3,90	4,82	A			
	(2) - (8)	1205,38	708	0,59	0,73	3,88	0,57	4,45	0,85	3,78					
	1	1247,33	798	0,64	0,73	4,16	3,55	7,71	0,85	6,55					
S	6	100,13	28	0,28	0,07	26,82	0,41	27,23	0,85	23,14	23,14	C			

El NS B describe operaciones con demora superiores a 5 sg y hasta 15 sg por vehículo. Esto ocurre generalmente bien con una buena progresión, bien con ciclos cortos, o con ambas situaciones a la vez.



CAPITULO 4
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Los volúmenes de vehículos en el movimiento Guanta - Puerto La Cruz son superiores a cualquier otro movimiento, lo que indica que esta arteria es la principal vía de comunicación entre el estado Sucre y el resto del país, adicionalmente la población de Guanta es atraída por la ofertas de empleo en la conurbación, así como por sus servicios de educación, recreación y salud. El estudio de flujo vehicular permite determinar los patrones de viajes sobre la zona, aplicación a normas de proyecto geométrico, necesidad de dispositivos para el control de tránsito, evaluación de mejoras por seguridad. En este estudio se encontró que las horas de máxima demanda (El estudio incluyó sólo horas laborables. El portón se mantiene cerrado en otros horarios) fueron: 7:15 a.m.-8:15 a.m., 11:15 a.m.-12:15 p.m., 4:15 p.m.-5:15 p.m. Todas estas acotaciones nos permiten concluir lo siguiente:

- En la dirección de flujo Puerto La Cruz – Guanta se observa que el 50% de la muestra vehicular posee velocidades menores a 71.49 km/h y en la dirección Guanta - Puerto La Cruz los vehículos tienen velocidades menores a 70.99 km/h pudiendo notarse que las velocidades son uniformes en ambos sentidos. La velocidad media verdadera en dirección Puerto La Cruz – Guanta esta comprendida en el intervalo definido por $67.21 \text{ km/h} < \mu < 74.45 \text{ km/h}$, mientras que el de Guanta – Puerto La Cruz el intervalo será $68.68 \text{ km/h} < \mu < 75.98 \text{ km/h}$. Solo existe



una probabilidad de 5% que al estimar la velocidad media verdadera de Puerto La Cruz – Guanta, el error máximo sea 3.62 km/h y de Guanta – Puerto La Cruz sea 3.65 km/h.

- Tanto en la entrada como en la salida del portón 27 en ambos sentidos (Puerto La Cruz – Guanta, Guanta - Puerto La Cruz), las velocidades son considerablemente bajas puesto que se restringen debido a la presencia de un acceso principal de vehículos pesados. Dichos movimientos reflejados por los números 5, 6, 7 y 8, mostrados en las Tablas 5, 6, 7 y 8 (Anexo A), constituyen volúmenes de tránsito muy bajos en comparación con el volumen total de la vía principal representando apenas un 0,4%; 0,95%; 0,01% y un 1,01% respectivamente.

- El tamaño apropiado de la muestra dio 22 vehículos para cada dirección de flujo, sin embargo puede observarse que con los datos del estudio de velocidad, para el mismo nivel de confiabilidad, al emplear datos de 42 vehículos, el error de 3.62 km/h y 3.65 km/h, es menor. Al medirse la demanda actual en cada uno de los movimientos, se observó que los movimientos que gobiernan el flujo en la intersección son el movimiento 1 y 2 con valores de 60.31% y 35.98% respectivamente. Esto quiere decir que son muy pocos los vehículos que acceden y salen del portón 27.



- Los movimientos 1, 2, 4, 6, y 8, mostrados en la Tabla 39 (Anexo D), tienen valores de FHP superiores a 0.50 (0.82, 0.60, 0.73, 0.58 y 0.52 respectivamente) estos valores indican que existe una distribución casi uniforme entre los flujos máximos durante la hora pico con pequeñas variaciones entre ellos, sin embargo los movimientos 3, 5 y 7 tienen valores inferiores a 0.50 (0.32, 0.46 y 0.25 respectivamente) lo que indica que la distribución de los flujos máximos durante la hora pico son desiguales.
- No se estudió la alternativa de diseño tipo elevado hacia el portón 27 aunque sería interesante estudiarla aun viendo que los costos serían elevados, la otra es la alternativa tipo túnel, esta no fue considerada como un diseño factible por existir el canal de alivio o Dren C, ya que se presume que tendría un problema de drenaje permanente, que sería conflictivo en días de lluvia y habría que instalar un sistema de bombas, el cual se traduce en altos costos de instalación, operación y aun mayores de mantenimiento aunados al hecho de que la cota de construcción estaría ubicada debajo del canal.
- La alternativa de diseño que mejor se adapta a las necesidades existentes en la zona y al crecimiento futuro es la alternativa N° 2, por ser un diseño cómodo y confortable para el conductor. Esta logra una mejor distribución y separación de todos los movimientos, disminución en los tiempos de viajes y curvas de giro más amplias de acuerdo a las normas y al vehículo de diseño, que representan los puntos clave de



Capítulo 4. Conclusiones

estudio presente en este proyecto, tomando en cuenta el hecho de que la presencia de un semáforo en una vía rápida podría generar puntos de conflicto, debido a la desobediencia y desacato que tienen los conductores venezolanos con las normas, reglamentos de tránsito y señalizaciones.

Este modelo persigue el objetivo de hacer que el conductor venezolano adquiera una perspectiva diferente y evolutiva en cuanto al manejo, ya que propone un diseño moderno tal como cualquier vía usada en los países más desarrollados en cuanto al tema.

Esta alternativa a pesar de ser la más costosa en construcción y mantenimiento de las estudiadas, representa la más ordenada en cuanto a movimientos y canales presentes, al igual el semáforo que será implantado tendrá un dispositivo que detectará a un vehículo presente en los canales de entrada y salida del portón actuando por consiguiente la luz amarilla y luego la roja para detener el flujo y permitir que los vehículos crucen. Cuando no existan vehículos en dichos carriles, este semáforo tendría la luz verde perenne y permitirá que el tránsito fluya normalmente minimizando colas y estancamientos en la vía principal.



RECOMENDACIONES

A manera de ofrecer toda la información y propuestas posibles a la hora de llevar a cabo la ejecución de este proyecto, se sugiere tomar en cuenta esta serie de recomendaciones que se nombran a continuación:

- Se recomienda la elaboración de aforos continuos que proporcionen mayor información sobre los patrones de variación horaria, diaria, semanal, mensual o anual del volumen de tránsito.
- Verificar si el número estructural actual del pavimento es cónsono con la demanda de capacidad de carga de la vía.
- Realizar un diseño de pavimento que tome en cuenta las proyecciones futuras del volumen vehicular.
- Monitorear la eficiencia de la alternativa seleccionada a través del tiempo.
- Verificar a través de una detección de metales la no existencia de tuberías en las cotas de excavación.



Capítulo 4. Recomendaciones

- Elaborar el diseño estructural de la losa sobre el canal de recolección de aguas el cual desemboca al Dren C, que permitirá la ampliación de la calzada en dirección Guanta Puerto La Cruz.
- Se recomienda realizar una estimación de costos de las reparaciones generales en la vía, para incluirlo en una segunda fase de construcción.
- Efectuar un estudio hidrológico que proporcione información para el diseño de las secciones del sistema de drenaje.
- Revisión del bombeo de las calzadas.
- Se recomienda estudiar, analizar y diseñar un sistema apropiado de iluminación acorde con las características de la intersección.
- Se aconseja colocar una señalización unos 150 metros antes de la intersección para prevenir al conductor e indicarle la existencia de una entrada y salida de vehículos que representa una situación de peligro, así se podrá tomar las debidas precauciones en cuanto a la reducción de la velocidad se refiere.



BIBLIOGRAFÍA

1. Libro de Referencia **“50 Años de la Refinería Puerto La Cruz”**. Gerencia Técnica, Refinería Puerto La Cruz, PDVSA (2000).
2. **“Estructura Organizativa y Filosofías Corporativas de PDVSA”**. Disponible en: <http://www.intranet.pdvsa.com> (Marzo 2000).
3. Selecciones de Scientific American, con Introducciones de Kingsley Danis. **“La Ciudad: Su Origen, Crecimiento E Impacto en el Hombre”** H. Blume Ediciones Madrid (1976).
4. L., Gonzales y F., García, **“Ingeniería de Detalle para la Remodelación del Acceso y Vigilancia de la Entrada Principal de la Refinería Puerto La Cruz, Portón 27 y la Refinería El Chaure – PDVSA”**, Fundaudo, (2005).
5. N., Borges y E., González, **“Estudio y Proyecto de Empalme Vial en Av. Intercomunal Andrés Bello con Av. Principal de Boyacá”**, Tesis de Grado, Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui, Departamento de Civil, Escuela de Ingeniería, Barcelona (1986).



6. C., Kraemer, J., Pardillo, S., Rocci, M., Romana, V., Blanco y M., Del Val. **“Ingeniería de Carreteras”**. Volumen I. Editorial Mc Graw Hill (2003).
7. Nomas para el Proyecto de Carreteras MTC (1997).
8. American Association of State Highway and Transportation Officials. **“A Policy on Geometrics Design of Highways and Street”**. Washington, D.C. (1994) y (2004).
9. V., Stover y F., Koepke. **“Transportation and Land Development”**. 2nd Edition. ITE (Institute of Transportation Engineers). Ediciones Prentice-Hall (2002).
10. I., Miller, J., Freund y R., Johnson. **“Probabilidad y Estadística para Ingenieros”**. 4ta Edición. Ediciones Prentice-Hall (1992).
11. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaria Transito y Transporte. **“Manual de Planeación y Diseño para la administración del transito y Transporte”**. Colombia (1998) y (2003).



12. R., Cal, M., Reyes y J., Cárdenas. **“Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicaciones”**. 7ma Edición. Editorial Alfaomega. Colombia (2000).

13. C., Crespo. **“Vías de Comunicación: Caminos, Ferrocarriles; Aeropuertos, Puentes y Puertos”**. 4ta edición. Editorial Limusa. México (2007).

14. Transportation Research Board. **“Highway Capacity Manual”**. 3rd Edition. Washington, D.C (1994).

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

TÍTULO	“EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA INTERSECCIÓN PARA ACCESO AL PORTÓN 27 DE LA REFINERÍA PUERTO LA CRUZ”
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
CAMINO V. EDIMAR DEL V.	CVLAC: 17.090.413 E MAIL: edimarcamino@gmail.com
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

INTERSECCIÓN
EVALUACIÓN
ALTERNATIVAS

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
CIENCIAS APLICADAS	INGENIERÍA CIVIL

RESUMEN (ABSTRACT):

El propósito fundamental de realizar este Trabajo de Grado es proponer y evaluar alternativas que contemplen un diseño geométrico de intersecciones que mejoren de manera eficaz el acceso que actualmente existe en el portón 27 de la Refinería Puerto La Cruz. Dicha entrada se encuentra ubicada en la Arterial 9, carretera que conecta las localidades de Guanta y Puerto La Cruz, que a su vez es la única va de acceso al Oriente del país.

Para lograr este propósito se realizaron estudios analíticos de flujo vehicular que incluyen las variaciones en los volúmenes, distribución y separación de los movimientos la obtención de horas pico, así como también análisis de velocidades, usando como herramientas el análisis estadístico. Todo esto aunado a un estudio topográfico donde se obtuvo la información acerca de los obstáculos que se encuentran en la zona tales como redes de tuberías, así como la presencia de un drenaje (Dren C) el cual hay que tomar seriamente en cuenta en los diseños que se puedan proponer en el futuro.

El resultado son tres alternativas de diseño cada una con características diferentes pero con el mismo fin. Se puede vislumbrar en ellas mejoras en cuanto a conflictos de tráfico, disminución en los tiempos de viaje, mejoras en las vías de retorno y proveer un acceso seguro al portón 27 sin afectar el flujo vehicular normal que diariamente fluye por estas vías.

Cabe señalar que la alternativa de diseño que mejor se adapta a las necesidades planteadas es la alternativa N° 2, la cual consiste en la implantación de un sistema de control de tránsito con semáforos que contará con un dispositivo que detectará a los vehículos presentes en los canales y permitirá que el tránsito fluya normalmente minimizando colas y demoras.

Adicionalmente se consideró que es un diseño pertinente y seguro para los conductores y que logra una mejor distribución y separación de todos los movimientos, disminución en los tiempos de viajes y curvas de giro más amplias de acuerdo a las normas. Esta alternativa es la más costosa en construcción y mantenimiento, pero representa la más ordenada en cuanto a movimientos, geometría y trayectoria de vehículos.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU X
NARVÁEZ ANDREINA	CVLAC:	4.652.441			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
BAEZA FERNANDO	CVLAC:	10.287.922			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU X
RUIZ EDMUNDO	CVLAC:	4.026.980			
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU X

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009	04	16
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS-EVALUACIÓN ALTERNATIVAS DISEÑO PORTÓN 27.DOC	.DOC

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H I J K L M
N O P Q R S T U V W X Y Z . a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z . 0 1 2 3 4 5 6 7
8 9.

ALCANCE

ESPACIAL: _____ (OPCIONAL)

TEMPORAL: _____ (OPCIONAL)

TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

INGENIERO CIVIL

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

PREGRADO

ÁREA DE ESTUDIO:

DEPARTAMENTO DE CIVIL

INSTITUCIÓN:

UNIVERSIDAD DE ORIENTE

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

“DE ACUERDO CON EL ARTÍCULO 44 DEL REGLAMENTO DE TRABAJOS DE GRADO, ESTOS SON DE EXCLUSIVA PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE Y SÓLO PODRÁN SER UTILIZADOS A OTROS FINES CON EL CONSENTIMIENTO DEL CONSEJO DE NÚCLEO DEL RESPECTIVO, QUIEN LO PARTICIPARÁ AL CONCEJO UNIVERSITARIO”.

CAMINO. V EDIMAR DEL V.

AUTOR

BAEZA FERNANDO

ASESOR

NARVÁEZ ANDREINA

JURADO

RUIZ EDMUNDO

JURADO

SAAB YASER

POR LA SUBCOMISIÓN DE TESIS