

DIAGNÓSTICO DE LA GEOMETRÍA VIAL DEL CRUCE “MONUMENTO EL LEÓN” EN LA CIUDAD DE GIRARDOT: SU PLANEACION Y DISEÑO COMO GLORIETA DE ACUERDO A LAS NORMAS NACIONALES INVIAS

ERBIN FERNANDO RODRIGUEZ SOLORZANO

NESTOR FABIO MARTINEZ CANTOR

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT
2013

DIAGNÓSTICO DE LA GEOMETRÍA VIAL DEL CRUCE “MONUMENTO EL LEÓN” EN LA CIUDAD DE GIRARDOT: SU PLANEACION Y DISEÑO COMO GLORIETA DE ACUERDO A LAS NORMAS NACIONALES INVIAS

ERBIN FERNANDO RODRIGUEZ SOLORZANO
NESTOR FABIO MARTINEZ CANTOR

Trabajo de grado
Modalidad trabajo final para optar por el título de:
Ingeniero Civil

Director:

Ing. NANCY LILIANA HURTADO OSORIO

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
GIRARDOT
2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

A nuestras madres

“Por su lucidez, apoyo incondicional, respeto, responsabilidad y por enseñarnos día a día que podemos ser los mejores en lo que hacemos y que con esfuerzo y dedicación podemos lograr todas nuestras metas”

AGRADECIMIENTOS

A Nuestro Señor Jesucristo, por habernos brindado la paciencia y sabiduría para alcanzar esta meta propuesta.

A nuestros padres por brindarnos ese apoyo no solo económico sino moral día a día y haber creído en nosotros.

A la Universidad Minuto de Dios, por habernos brindado no solo a nosotros los tres sino a todos los demás discípulos que se encuentran vinculados en cualquiera de los programas en especial el de Ingeniería Civil la oportunidad de superarse y mejorar su calidad de vida y la de sus familias.

A los Ingenieros Pedro Alejandro Rubio Sanclemente y Liliana Carolina Hernández García, por su apoyo incondicional, su amistad y aportes técnicos a este trabajo, como también por darnos la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de estos diez semestres.

A cada uno de los profesores que nos orientaron asignaturas en el transcurso del programa, por sus aportes a la formación profesional como Ingenieros Civiles.

A nuestros compañeros de semestres, por los momentos que compartimos de estudios y de esparcimiento al calor de esta ciudad Girardot.

INTRODUCCION

La movilidad, es uno de los temas de mayor trascendencia dentro de los planes de desarrollo Municipales, Departamentales y Nacionales. La buena o mala movilidad está relacionada de forma directa con el crecimiento de la economía, ya que de la forma como se desarrolla el transporte de personas y mercancías depende la distribución de las funciones urbanas, la integración de la economía territorial, regional e interregional y la propensión al desarrollo constante.

Dentro de las áreas urbanas la movilidad está directamente relacionada con la población, con la densidad de vías existentes, con el parque automotor y con las condiciones sociales, económicas y culturales propias de la región. Sin embargo el rendimiento de la movilidad no se mide con indicadores de cantidad sino con indicadores de calidad, razón por la cual, las mejoras en el sistema de interconexión vial, en pro de la movilidad, no se logran aumentando la densidad de las vías (relación longitud / área de influencia) sino mejorando su capacidad.

En la ciudad de Girardot existen diferentes puntos en los que convergen diferentes vialidades, siendo estos algunos de los objetivos de la alcaldía municipal en su plan de desarrollo dentro del cual está contemplado tratar estos sectores buscando una óptima movilidad en todo el casco urbano de la ciudad.

La carrera decima es tal vez la vía más reconocida por los habitantes y turistas de la ciudad de Girardot, ya que es uno de los accesos desde la ciudad capital del país por la vía Bogotá – Girardot llegando por el municipio de Tocaima y además cruza centralmente una gran parte del sector comercial de la ciudad de Girardot y sirve de acceso a su vez a otros sectores de la ciudad.

En el sector de la intersección de las carreras 10^{ma} y 9^{na} con la calle 20 se encuentra ubicado el monumento al Leonismo Colombiano, reconocido también por las personas y que sirve como punto de referencia dentro de la ciudad. Para esta intersección existe en la alcaldía municipal un proyecto de diseño de una

glorieta el cual implica la compra de predios en este sector haciendo al proyecto inviable en este sentido.

Como proyecto de naturaleza académica se desarrolló para el sector de la intersección “monumento el león” una alternativa de diseño a nivel, con la filosofía de presentar soluciones geométricas que eviten la adquisición de nuevos predios, por parte del Municipio y ajustándose a los requerimientos de las Especificaciones de diseño Geométrico del INVIAS, proceso que se presenta en este informe.

INTRODUCCION	6
1. GENERALIDADES.....	9
2. MARCO REFERENCIAL.....	13
3. MARCO TEORICO.....	19
4. MARCO CONTEXTUAL.....	27
5. MARCO LEGAL.....	29
6. METODOLOGIA	29
7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	33
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
9. BIBLIOGRAFIA.....	62

ANEXOS

1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
2. AFORO DE TRANSITO
3. INFORME TRANSITO

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

El monumento al Leonismo Colombiano, ubicado en el centro de la intersección, es el homenaje del club de Leones a la ciudad de Girardot, con motivo de su XXII convención en el año 1967.

Según habitantes y empresarios en el sector del cruce monumento al Leonismo Girardot son numerosos los conflictos que se presentan a diario entre conductores debido en algunos casos a la imprudencia de estos, en otros debido al inadecuado diseño para esta época del cruce y al desconocimiento y/o mala interpretación de las señales de tránsito, conflictos que terminan en accidentes o en ofensas verbales.

El actual plan de desarrollo de la ciudad de Girardot tiene planificados sus programas por sectores, y en el sector 4 “movilidad vial y segura” se contemplan los trabajos de mantenimiento y/o mejoramiento de las intersecciones de la ciudad, pero no se menciona en forma específica la adecuación del cruce en el sector del León.

El monumento presentaba un cerramiento metálico para su protección el cual fue retirado por parte de la alcaldía municipal argumentando un peligro para los vehículos implicados en un eventual accidente contra él. Cuentan también personas de la tercera edad que el monumento tenía una especie de fuente con luces de colores, pero que hoy en día ya no funciona. También se reconocen tareas de mantenimiento como pintura principalmente. La última tarea de mantenimiento se realizó en vísperas del cumpleaños número 65 del Club de Leones, actividad en la cual se lavó el monumento, se pintó el león y su pedestal, también se construyó una matera y se sembraron varias plantas ornamentales.

Según la oficina de infraestructura de la ciudad de Girardot recientemente la alcaldía municipio llevo a cabo la formulación de un proyecto de diseño de la glorieta para el cruce el León el cual tuvo en costo de \$66.000.000.00 y se encuentra radicado en la gobernación de Cundinamarca, solo se conoce de éste el valor mencionado y que su desarrollo implicaría la compra de predios, evento que complica su realización debido a las exorbitantes pretensiones de los propietarios de estos bienes.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el cruce donde se encuentra ubicado el monumento al Leonismo Colombiano y donde convergen la carrera décima, la carrera novena y la calle 20 se presentan dificultades de movilidad debido a las deficiencias en el diseño de la intersección y a la falta y/o deterioro de la señalización vial.

También se tiene en cuenta el proyecto que se encuentra en la alcaldía municipal que hace referencia al diseño de una glorieta para este sector de la ciudad de Girardot el cual hace necesaria la adquisición de predios, que tratándose de este punto comercial ya definido se dificulta bastante su implementación y desarrollo.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Enmarcado dentro de la línea de investigación “Estructura Vial” que presenta la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Girardot en la facultad de ingeniería, se buscó el desarrollo de una nueva alternativa de diseño para la Intersección Monumento al Leonismo, la cual se encuentre dentro de los lineamientos de las actuales Especificaciones de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS. Esto con el fin de que en forma apropiada y acorde a los requerimientos de las mismas, se aplicará la formación académica que el programa Ingeniería civil de la UNIMINUTO provee; actividades que en su

conjunto permiten detallar los resultados obtenidos en el curso del programa. Ahondar en los temas de movilidad es una prioridad para los ingenieros civiles, y aún más si el objetivo es buscar soluciones a los problemas que se puedan presentar en la comunidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Realizar un diseño geométrico de la intersección a nivel entre las carreras 9 y 10 con calle 20, sector del cruce Monumento al Leonismo en la ciudad de Girardot, que no intervenga los predios actuales y de solución a los conflictos vehiculares presentados en él, aplicando conceptos actualizados y la normatividad colombiana.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar una investigación documental con el fin de conocer actividades o estudios previos acerca de la intersección ubicada entre las carreras 9 y 10 con la calle 20, del municipio de Girardot Cundinamarca, actual monumento El León.
- Realizar un estudio de flujo vehicular por conteo en horas pico, en la intersección del monumento El León para determinar un volumen de tránsito.
- Proponer un modelo de glorieta óptimo, seguro y eficiente en movilidad vehicular que se ajuste con la topografía actual de la intersección, en estudio.
- Dar a conocer el Diseño geométrico de la glorieta Monumento El León a los socios del Club de Leones Monarca, de Girardot

1.5. LOCALIZACION Y ALCANCE

El diseño de la Intersección, se llevó a cabo buscando distribuir eficazmente los flujos vehiculares que confluyen al sector denominado El León, localizado en el barrio Granada del municipio cundinamarqués de Girardot, en donde se cruzan la carrera décima, la carrera novena y la calle 20. En la Figura 1., se puede observar la localización del proyecto.

El diseño planteado, ofrece información necesaria para posteriores diseños y facilita las decisiones de tipo funcional por tener adelantos considerables en aspectos como el geométrico.

El trabajo no incluye diseño de pavimentos ni de estructuras especiales, por lo que las cantidades de obra y presupuesto son datos complementarios al trabajo sacados de obras tipo, para dar un dimensionamiento de los costos aproximados del proyecto y analizar su viabilidad frente a la actualidad del manejo de la planificación presupuestal nacional, departamental y Municipal.

Figura 1 Localización de la intersección de la carrera 10 y 9 con calle 20



Fuente: Imágenes ©2013 DigitalGlobe, Datos del mapa ©2013 Google earth.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO DE ANTECEDENTES

Dentro de los estudios que se han realizado con respecto al diseño geométrico de glorietas o intersecciones se encuentran las investigaciones que han ejecutado el ministerio de transporte en Colombia reglamentado por instituto nacional de vías en su “Manual Diseño Geométrico de carreteras”, cuyo capitulo cinco hace referencias a todos los procedimientos y estudios geométricos que se han hecho para realizar una glorieta o intersección. ¹

En Colombia, el diseño y la construcción de una intersección a nivel debe realizarse según las normas del Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en el cual se indica información muy conceptual para el diseño y se presentan pocos datos específicos para que el diseñador tenga elementos suficientes de trabajo.

En Estados Unidos de Norteamérica, la reglamentación para el diseño de carreteras es suministrada por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) en el texto “A policy on geometric design of highways and streets” (Green Book), en el que para la versión del 2004, considerando las intersecciones a nivel, se presentan criterios más amplios y detallados para lograr un adecuado diseño, ya que considera los distintos tipos de vehículo y la velocidad de diseño, menciona variadas formas de realización de giros y habla de criterios específicos para los cambios en pendiente y peralte. ²

Entre otras investigaciones tenemos que la paternidad de las glorietas pertenece al ingeniero de tráfico británico Frank Blackmore, quien la inventó en 1960

¹ Disponible en pdf en: http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/dg-2001.pdf

² AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Washington, D.C. AASHTO, 2004.

buscando un método para obligar a los vehículos a controlar la velocidad en los cruces sin necesidad de usar señales. Con su método Blackmore logró, además, evitar la necesidad de usar semáforos en muchos cruces.³

Su rotonda fue oficialmente adoptada en Gran Bretaña en 1975, y desde entonces el sistema se ha implantado en numerosos países. Poco imaginaba Blackmore el lugar que su invento iba a ocupar en nuestra vida como conductores.⁴

En 1917 cuando era alcalde distrital de ILo Augusto Díaz Peñaloza. En el mes de abril de dicho año, se presentó a su despacho el Alférez de Fragata Luís A. Colmenares, señalando "que un grupo de personas avecindadas en la localidad tuvieron la idea de construir un puente que partiendo del Parque Billingham terminase en una glorieta situada en el islote de los baños públicos." La idea fue aceptada. La construcción de esta glorieta no fue fácil; según datos de la época, la comisión de vecinos "había solicitado erogaciones voluntarias a la suma de S/ 281,00 y donaciones de madera, pintura, cemento, clavos, etc. etc." Impulsor de esta obra, apoyando con su trabajo profesional y material, fue el ingeniero don Carlos R. Sotomayor "que proporcionó rieles y abrazaderas y el trabajo de los mecánicos." Culminada la obra, muchos de los gestores, entre ellos el Capitán de Puerto, Capitán de Corbeta Guillermo Martínez Cabrera, el Sr. Samuel Prieto y Risco, la tripulación de la Capitanía y del Resguardo o Aduana de la época y los matriculados del puerto "insinuaban al Consejo que, a fin de perpetuarse la memoria de nuestros héroes de la marina, se le diese a la glorieta el nombre del Comandante José Gálvez."⁵

Para el Cálculo de la capacidad de una entrada: Kimber aglutina la experiencia de muchos años de ensayos realizados por el TRRL (Laboratorio de Investigación del

³ «Frank Blackmore: traffic engineer and inventor of the mini-roundabout», *The Times*.

⁴ Disponible en HTML en: http://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/opinion/quien-fue-inventor-de-las-rotondas-_750972.html

⁵ Disponible en versión HTML en: <http://eadriazola.blogspot.com/2008/04/el-origen-de-la-glorieta.html>.

Transporte) en Gran Bretaña y propone una fórmula unificada para el cálculo de la capacidad de una entrada de una rotonda.

La fórmula de Kimber es una expresión lineal que permite calcular la capacidad de una Entrada en función de su geometría y del tráfico circulante enfrente de dicha entrada. $C = 303x - 0,21td(1+0,2x)Qc$

La mayoría de los ensayos efectuados por el TRRL se realizaron en rotondas con radios de entrada muy próximos a los 20 m y ángulos de entrada cercanos a los 30°.

Dónde e representa el ancho de la entrada, r el radio de la entrada, v el ancho de la vía antes Del abocinamiento de la entrada y D el diámetro del círculo inscrito en la rotonda (diámetro Exterior).⁶

Para el Efecto de los parámetros geométricos: Kimber reagrupa las características geométricas en cuatro categorías según la importancia de los efectos que sus variaciones producen sobre la capacidad de una entrada:

- Parámetros más influyentes: anchura de la entrada (e) y las características del Abocinamiento (S).
- Parámetros medianamente influyentes: el diámetro del círculo inscrito (D).
- Parámetros poco influyentes: el ángulo de entrada (φ) y el radio de la entrada (r)
- Parámetros sin influencia apreciable: el ancho del anillo de circulación (u) y la Anchura de la sección de trenzado (w).

El propio Kimber estima que la fórmula tiene una precisión del orden de $\pm 15\%$.⁷

⁶ Profesor Kimber (Laboratorio de Investigación del Transporte), "Cálculo de la capacidad de una entrada en glorietas"- ensayos realizados por el TRRL- Apéndice: Fórmulas para la estimación de la capacidad. Gran Bretaña
Disponibile también en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/13/36814-13.pdf>

⁷ Profesor Kimber (Laboratorio de Investigación del Transporte), "efecto de los parámetros geométricos" ensayos realizados por el TRRL- Apéndice: Fórmulas para la estimación de la capacidad. Gran Bretaña
Disponibile también en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/13/36814-13.pdf>

En España la primera glorieta regida por la prioridad del anillo se construye en Palmanova (Mallorca) en 1976 ya dentro del periodo de transición democrática, desde entonces la implantación de este tipo de intersecciones ha tenido un éxito creciente, más aún desde la instauración generalizada en todo el territorio español de la regla de prioridad del anillo, en 1990.⁸

También se refieren a Eugène Hénard con el nacimiento de la intersección giratoria. Las primeras rotondas aparecieron antes de la generalización del automóvil. En las grandes ciudades europeas de finales del siglo XIX ya existían problemas de saturación del tráfico debidos a la enorme cantidad de vehículos que circulaban, estos problemas se iniciaban generalmente en las intersecciones como consecuencia de la falta de una regulación de la circulación, de algún accidente, o bien sencillamente porque la intersección llegaba al límite de su capacidad. Los atascos se transmitían al resto de las vías afluentes a la intersección provocando nuevos problemas. Fue quien trabajando en el servicio de arquitectura de la ciudad de París, proyectó las primeras glorietas urbanas. Sostiene que el islote central debe tener un diámetro mayor a los 8 metros.⁹

Existe controversia en este sentido ya que en 1903 William Phelps Eno propuso un sistema de circulación giratoria en un solo sentido alrededor del Columbus Circle en Nueva Cork, que fue puesto en práctica en 1904. El principio expuesto fue el tamaño del islote central. Eno recomienda que el islote central sea de acero y con un diámetro del orden del metro y medio a los dos metros.¹⁰

⁸ Disponible en versión HTML en: <http://www.elcomercio.es/v/20120429/oviedo/primera-glorieta-espanola-mallorca-20120429.html>

Disponible también en internet en: <http://www.wikivia.org/wikivia/index.php/Glorieta>

⁹ Disponible en internet y en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. Hénard Eugène y el nacimiento de la intersección giratoria. Henard Eugene /1906 francia , 1849 -1923 , arquitecto y urbanista francés .

¹⁰ Disponible en internet y versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - Funciones de rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. Controversia de William Phelps Eno.

La prioridad del anillo en las rotondas modernas. En 1956 y en colaboración con las autoridades de numerosas localidades que sufrían el colapso de sus rotondas el “Road Research Laboratory” comenzó una serie de ensayos consistentes en la observación del funcionamiento de estas rotondas antes y después de la introducción, de manera experimental, de la regla de prioridad del anillo. Los resultados no pudieron ser más satisfactorios y en noviembre de 1966 después de otra serie de pruebas realizadas sobre 83 rotondas, la prioridad del anillo (Offside Priority Rule), se instaure oficialmente en Gran Bretaña. Francia hace lo propio en 1984 y Suiza en 1987. En España esta regla adopta el carácter de norma en 1990.¹¹

En 1970, F.C. Blackmore del “Road Research Laboratory” propone una fórmula para calcular la capacidad global de una rotonda moderna que considera como parámetros influyentes un factor de eficacia (K) en función del número de ramas de la rotonda, los anchos (en m) de las calzadas que llegan a la rotonda antes de abocinarse (w) y la superficie (en m²) añadida a la rotonda como consecuencia del abocinamiento de entradas y salidas (A): $Q = K(\sum w + \sqrt{A})$.¹²

Las rotondas estadounidenses no se regían por una regla general que definiera las prioridades, cada rotonda se regulaba por un tipo de norma en función del lugar en que ésta se encontraba. En 1913 el estado de Wisconsin adopta de manera generalizada la prioridad a la derecha (o lo que es lo mismo, a las entradas).¹³

¹¹ Disponible en internet y en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - Funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. La prioridad del anillo en las rotondas modernas. Road Research Laboratory -1950

¹² Disponible en internet y en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - Blackmore, “fórmula para calcular la capacidad global de una rotonda moderna” Road Research Laboratory, 1970

¹³ Disponible en internet y en versión pdf en: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - “las glorietas en Europa y usa” 1913 el estado de Wisconsin

De nuevo Eno, en 1929, apuntó los primeros inconvenientes del autobloqueo asociado a altos volúmenes de tráfico cuando se da la prioridad a las entradas. En esta ocasión Eno (considerado el “padre del control del tráfico”) no fue capaz de convencer a los ingenieros de tráfico acerca de la necesidad de invertir las prioridades.¹⁴

Entre todos los estudios de glorieta se tiene unas recomendaciones generales sobre glorietas del ministerio de fomento Dirección general de carreteras el cual me da pautas para saber que es, su clasificación, medidas para acomodar tráfico, implantación, características de trazado y diferentes aspectos basados en experiencias y normas.¹⁵

Basándonos un pocos más a la enfatización de algunas personas en el estudio de las normas INVIAS y AASHTO, tenemos un Estudio de Criterios De Diseño Geométrico de las intersecciones a nivel según normas AASHTO, En este trabajo se presentan los criterios que deben ser tenidos en cuenta para el diseño de una intersección a nivel según los manuales del INVIAS y de la AASHTO, y se hace un estudio de una intersección existente y los manuales de diseño para evaluar en un caso puntual la aplicación o no del manual norteamericano, y la necesidad de mejores criterios de diseño y de construcción.

Se elige para el análisis la intersección entre la Calle 67 (Barranquilla) y la Carrera 55 (Avenida del Ferrocarril) en la ciudad de Medellín, ya que por las obras del proyecto de transporte masivo de la ciudad llamado Metroplus, la intersección será intervenida y así se puede comparar la situación de la intersección antes de la

¹⁴ *Disponible en internet y en versión pdf en:* <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf>- “las glorietas en Europa y usa”-Eno-1929.

¹⁵ ESPAÑA. Dirección General de Carreteras- Recomendaciones sobre glorietas / Dirección General de Carreteras. -3” reimp. - Madrid : Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones, 1999. 45 p. : il. ; 30 cm.- (Serie normativas. Instrucciones de construcción). <http://www.forte.es/documentos/69/glorietas.pdf>

intervención y la prevista según los diseños hechos en aspectos como ángulos, anchos, islas, distancias de visibilidad, alineamientos, perfiles, peraltes y tipos de giros.¹⁶

3. MARCO TEORICO

3.1. Concepto de glorieta

“La glorieta es la solución a nivel de una intersección vial, que se caracteriza porque los tramos que a ella confluyen se comunican mediante un anillo en la cual la circulación se efectúa alrededor de una isla central. En este tipo de solución, la mayoría de las trayectorias vehiculares convergen y divergen, por lo que es reducido el número de puntos de conflicto”. “La operación en las glorietas se basa en el derecho a la vía que tienen los vehículos que circulan alrededor de la isla central. Los vehículos que llegan a la glorieta deben esperar por una brecha en el flujo rotatorio que les permita ingresar al mismo.”¹⁷

3.2. Breve historia de las Glorietas

Numerosos cruces circulares existían antes de la llegada de las rotondas, incluida la plaza de l'Etoile en el Arco de Triunfo de París, Columbus Circle de Nueva York, y varios círculos en Washington, DC. Sin embargo, el funcionamiento y las características de entrada de estos círculos diferían de rotondas modernas.¹⁸ La primera rotonda se construyó en Letchworth en 1909 - originalmente destinada como una isla de tráfico para los peatones.¹⁹

¹⁶ Ochoa Pineda José Miguel- estudio de criterios de diseño geométrico de las intersecciones a nivel según la aashto- Tesis- Medellín 2009- Revisado 2009- http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009_1.pdf

¹⁷ *Disponible en internet <http://es.wikipedia.org/wiki/Rotonda>*

¹⁸ *Letchworth Garden City Heritage Foundation. «Sign of the Times»..*

¹⁹ *BBC News. «Roundabout Magic».*

Sin embargo, el uso generalizado de rotondas comenzó en los años 1960 cuando Blackmore Frank inventó la mini rotonda para superar sus limitaciones de capacidad y en cuestiones de seguridad.²⁰

3.3. Ventajas

- La circulación en un solo sentido, dentro de las glorietas, da por resultado un movimiento continuo y ordenado del tránsito. Por lo general, todo el tránsito se mueve simultánea y continuamente a baja velocidad.

- Los movimientos usuales de cruces oblicuos de las intersecciones a nivel se reemplazan por entrecruzamientos. Los conflictos por cruce directo quedan por lo tanto eliminados, ya que el tránsito en todos los carriles converge o diverge, formando ángulos pequeños.

- Todos los giros pueden hacerse con facilidad, si bien se produce una longitud adicional de recorrido para todos los movimientos, exceptuando los giros a la derecha.

- Los gastos de mantenimiento y explotación son menores que los de una intersección semaforizada.

- En carreteras, con calzadas separadas y demanda equilibradas, es menor el número de accidentes en las glorietas que en las intersecciones semaforizadas.

- Son especialmente adecuadas para intercambios de cinco o más accesos.

- Una glorieta, normalmente, cuesta menos que una intersección semaforizada o a desnivel, que pudiera construirse en la misma área.

²⁰ «Frank Blackmore: traffic engineer and inventor of the mini-roundabout», *The Times*.

- Permiten simplificar algunos proyectos de intersecciones, que si se van a canalizar resultan demasiado complicados

3.4. Desventajas

- La glorieta supone la pérdida de prioridad de todos los tramos que a ella acceden y, por consiguiente, la pérdida de la jerarquía vial.
- La capacidad de una glorieta es inferior a la de una intersección correctamente canalizada.
- Las glorietas no operan adecuadamente cuando los volúmenes de tránsito, de dos o más de los accesos de la intersección, se aproximan simultáneamente a su capacidad, en particular, si son vías de cuatro o más carriles.
- Las glorietas necesitan mayor derecho de vía y mayor superficie de rodamiento. Algunas veces resultan más costosas que otras intersecciones a nivel.
- Debido a que el área requerida debe ser relativamente plana, el uso de glorietas se ve restringido a zonas con esa topografía.
- No son adecuadas en aquellos lugares donde existe un movimiento grande de peatones a través de la intersección, ya que su paso interrumpe el tránsito de vehículos.
- Las glorietas requieren grandes dimensiones cuando las vías que forman la intersección son para alta velocidad, y ello es debido a que necesitan una longitud de entrecruzamiento muy larga, o bien, cuando la intersección está formada por más de cuatro accesos.

- Para obtener una operación segura y eficiente, en una glorieta son necesarias numerosas señales, las cuales deberán prestar servicio tanto durante el día como en la noche. Resulta difícil obtener un señalamiento adecuado que no confunda a los conductores no familiarizados con la zona.

3.5. Clasificación de glorietas

Según su geometría

Hay tres tipos principales de glorieta: normal, mini glorieta y doble. Las demás son variantes de estos tipos básicos: intersección anular, glorieta a distinto nivel y glorieta con semáforos.

3.5.1. Glorieta normal

Una glorieta normal tiene una isleta central dotada de bordillo de 4 m o más de diámetro, y generalmente entradas “abocinadas” que permiten una entrada múltiple de vehículos.

El número recomendado de tramos es tres o cuatro. Las glorietas normales funcionan especialmente bien con tres tramos mejor que las intersecciones reguladas por semáforos, siempre que la intensidad de la circulación esté bien equilibrada entre los accesos. Si el número de tramos es mayor de cuatro, su comprensión por el conductor se ve afectada y la glorieta ha de ser mayor, con lo que las velocidades resultan mayores: en estas circunstancias pueden resultar más convenientes las glorietas dobles.²¹

3.5.2. Mini glorieta

Una mini glorieta tiene una isleta circular a nivel o ligeramente abombada de menos de 4 m de diámetro, y entradas abocinadas o sin abocinar.

²¹ Disponible en versión .Doc en www.dgt.es/was6/portal/contenidos/.../la_dgt/.../TEMA_079.doc

Pueden ser muy efectivas para mejorar intersecciones urbanas existentes con problemas de capacidad y seguridad. Sólo deben usarse si todos los accesos tienen su velocidad limitada a 50 Km/h.

La isleta central debe ser circular (de 1 a 4 m de diámetro, el mayor posible), y se recomienda abombarla hasta una altura máxima de 15 cm en su centro. Este bombeo, junto con un cierto contra peralte, ayuda a hacer más identificable la glorieta por los conductores.

Según las recomendaciones del Ministerio de Fomento, el bombeo se construye con mezclas bituminosas, hormigón o adoquines, y se rodea por una corona de adoquines 5 cm por encima de la superficie de calzada, o bien por un aro de acero encajado en ésta con un resalto máximo de unos 15 cm en su interior. Se puede fijar con resina epoxi un bombeo prefabricado. El bombeo debe ser totalmente blanco y reflexivo. Es efectivo un anillo de captafaros alrededor de su periferia. Los bombeos hechos con materiales —como los adoquines— que no contrastan con el pavimento contiguo no son suficientemente identificables cuando es mala la visibilidad. No deben colocarse señales, mojones, postes de iluminación ni ningún otro mobiliario vial en la isleta central, salvo que se coloquen en su punto central.

La mayor parte implican giros cerrados que producen severas huellas de neumáticos, y deben inspeccionarse de forma sistemática para asegurarse de que las isletas abombadas están intactas y son claramente visibles. En mini glorietas con espacio muy restringido es inevitable la entrada de los vehículos más largos en la isleta central. En tales casos ésta debe materializarse simplemente con pintura, aunque su periferia puede delinearse con captafaros.²²

3.5.3. Glorieta doble

Es una intersección compuesta por dos glorietas normales o miniglorietas, contiguas o conectadas por un tramo de unión o por una isleta alargada

²² *Adolfo Mozota Azcutia, Temario Específico ESTT - OEP 2005, Elaborado en 2003, tema 79: educación y seguridad vial- dirección general de tráfico- clasificación de glorietas según su geometría.*

materializada por un bordillo. Las glorietas dobles pueden ser especialmente útiles:

—Para unir dos carreteras paralelas separadas por un obstáculo lineal tal como un río, un ferrocarril o una autopista.

—Para acondicionar intersecciones existentes separando giros a la izquierda opuestos con una ordenación de "giro a la indonesia".

—En intersecciones asimétricas o de planta muy esviada, en las que una intersección convencional requeriría un amplio desvío de los accesos, y una glorieta normal una excesiva ocupación.

—En glorietas normales congestionadas, porque se incrementa su capacidad al reducir la intensidad más allá de las entradas críticas.

En intersecciones con más de 4 tramos, una glorieta doble consigue una mayor capacidad con una seguridad aceptable y un uso más eficiente del espacio, mientras que las glorietas normales son grandes y producen elevadas velocidades, con la consiguiente pérdida de capacidad y seguridad.

3.5.4. Glorieta a distinto nivel

Es una glorieta en la que al menos un tramo conecta con una carretera que la cruza a otro nivel. Las más habituales son las de dos puentes y las de tipo "pesa".

3.5.5. Glorieta dos puentes

Puede haber problemas debido a su gran tamaño, que permite velocidades elevadas: como consecuencia se reduce la capacidad y la seguridad, y se incrementan los problemas de percepción. Si se adopta este tipo de glorieta, se debe conseguir un diseño compacto.

3.5.6. Glorieta tipo pesa

Constituye una solución intermedia entre el enlace en diamante y la glorieta de dos puentes. Tiene la ventaja de su forma compacta y bajo coste.

3.5.7. Intersección anular

Glorieta en la que la circulación habitual en sentido único alrededor de la isleta central ha sido reemplazada por una circulación en doble sentido, con mini glorietas de 3 ramales o semáforos en cada acceso a la calzada anular. Se requiere que los conductores cedan el paso a los que entran.

3.5.8. Glorieta con semáforos

Cuando una glorieta no funciona bien, ya sea por exceso de intensidad de la circulación o un reparto desequilibrado entre sus entradas, que impidan la autorregulación propia de una glorieta, puede aliviarse el problema con semáforos (con funcionamiento continuo o tiempo parcial) en una de sus entradas, o todas.

3.6. Clasificación según su ubicación

3.6.1. Interurbanas

Las que sirven como intersección de carreteras suelen ser de gran tamaño y al tener un tráfico más disperso no hay problemas en los tramos afluentes de carácter secundario. Sin embargo, tienen el problema de que imponen una cesión de paso de una vía que muchos conductores asumen como principal ante otra por lo que ninguna tiene una preeminencia sobresaliente.²³

3.6.2. Suburbanas o periurbanas

En estas, las glorietas tienen la ventaja que obligan al conductor a percibir que se acerca a zona poblada. Aunque en muchas ocasiones, sean glorietas de cuatro tramos, los cuales forman dos vías bien diferenciadas, una principal y otra

²³ Adolfo Mozota Azcutia , *Temario Específico ESTT - OEP 2005, Elaborado en 2003, tema 79: educación y seguridad vial- dirección general de tráfico- clasificación de glorietas según su ubicación.*

secundaria, lo que no es un inconveniente, la obligación de ceder el paso al llegar a la intersección por el cambio psicológico que inducen en el conductor.

3.6.3. Urbanas

En estas, las habituales limitaciones de espacio y las variaciones de intensidad de tráfico según la hora del día, hacen que funcionen mal en horas punta.

Esto puede obligar a la semaforización de la glorieta aunque sea a tiempo parcial.

Distinto es el caso de vías urbanas interiores con poca intensidad de tráfico donde la imposición de “ceda el paso” a todas las calles favorece la seguridad, y donde una mini glorieta no tendrá problemas al ser vías vedadas a los vehículos pesados.

3.7. FACTORES QUE DEBEN CONSIDERARSE EN EL DISEÑO

El diseño de una intersección vial supone considerar factores de diferente naturaleza, que en su conjunto permiten que el funcionamiento de la obra sea integralmente eficiente, es decir sin enmarcarse únicamente a la correcta concepción de la parte técnica. Dentro de dichos factores se puede contar con los siguientes:

Factores Humanos: hábitos de conducción, capacidad de los conductores para tomar decisiones, tiempos de decisión y reacción, hábitos y comportamiento de los peatones y ciclistas

Consideraciones del tráfico: capacidad, hora y tiempos de maniobra, tamaño y forma de los vehículos, velocidades de operación y registros de accidentalidad.

Elementos físicos: como se nombre lo indica, se relaciona con el entorno físico

sobre el cual se desarrollara el proyecto tales como, topografía y uso del suelo, alineamientos y perfiles, distancias de visibilidad, ángulos de intersección, área disponible para conflictos, velocidades y sección transversal, dispositivos de control, señalización, iluminación y redes de servicios, área total de la intersección, drenaje, pavimentos y consideraciones geotécnicas, afectaciones prediales, posibilidad de ampliar, estructuras y detalles especiales.

Factores socio-económicos: costos de construcción, operación y mantenimiento, consecuencias de la restricción de accesos y consumo de energía.

Consideraciones ambientales: incrementos en polución y ruido, corredores y contaminación visual.

4. MARCO CONTEXTUAL.

4.1. Generalidades

La intersección a analizar y diseñar se encuentra ubicada a nivel regional y local al occidente Departamento de Cundinamarca, en la ciudad de Girardot, en la zona Centro específicamente entre las carreras 9 y 10 con calle 20, entre los barrios Sucre y Granada.

Figura 2. Monumento “El Leonismo colombiano”



Fuente: Propia, 01 de octubre de 2012

El león recostado sobre una fina roca. Referencia al Club de Leones de Girardot, institución fundada en 1947 con el fin de realizar obras sociales en la ciudad, tales como la creación del Amparo del Niño en 1960, que se dedicó por 25 años al cuidado y enseñanza de menores huérfanos. También fundó el ahora llamado Colegio Técnico Militar Club de Leones de Girardot en 1986, una sala cuna en el Barrio San Antonio, la Escuela de Artes y Oficios de capacitación para mujeres y consultorios médicos.

José Ignacio Urquijo, fundador del Club de Leones de Girardot y su presidente durante 24 años, falleció en esta ciudad a los 92 años. Urquijo realizó diferentes obras como la fundación El Amparo de Niños, lugar que se transformó posteriormente en el Instituto Técnico Industrial. Igualmente organizó el, hasta ahora, único vuelo desde el aeropuerto Santiago Vila de Flandes hasta el de la isla de San Andrés, hace más de 20 años.

El León es un monumento creado en homenaje a la XXII Convención Nacional del Club de Leones celebrada en la ciudad de GIRARDOT en el año 1967. El Club de Leones se caracterizaba por ir más allá de las cuestiones comerciales y dedicarse a mejorar sus comunidades; Es además un buen punto de referencia para ubicarse en Girardot.²⁴

²⁴ **VIGESIMA SEGUNDA CONVENCION NACIONAL 1967 GIRARDOT:** Se eligió nuevamente como gobernador del Distrito F-1 al C.L. IGNACIO NIÑO SIERRA de Buga F-2 al C.L SALVADOR RUEDA Y HERRERA de Sincelejo, F-3 al C.L. HERNADO BRICEÑO CABALLERO de Bogotá y F-4 al C.L ELBERTO RAMIREZ BUENO de Cucutá para el periodo 1967-1968

5. MARCO LEGAL

5.1. DOCUMENTOS, NORMATIVIDAD Y ACTOS APLICABLES AL SECTOR VIAL.

Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles segunda versión, adoptada por Resolución No. 005864 de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto Nacional de vías.

Manual de Diseño Geométrico para Carreteras., adoptada por Resolución No. 005865 de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto

AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)

A Policy on geometric design Highways and streets

De estos documentos se han obtenido los parámetros necesarios para el diseño de la glorieta.

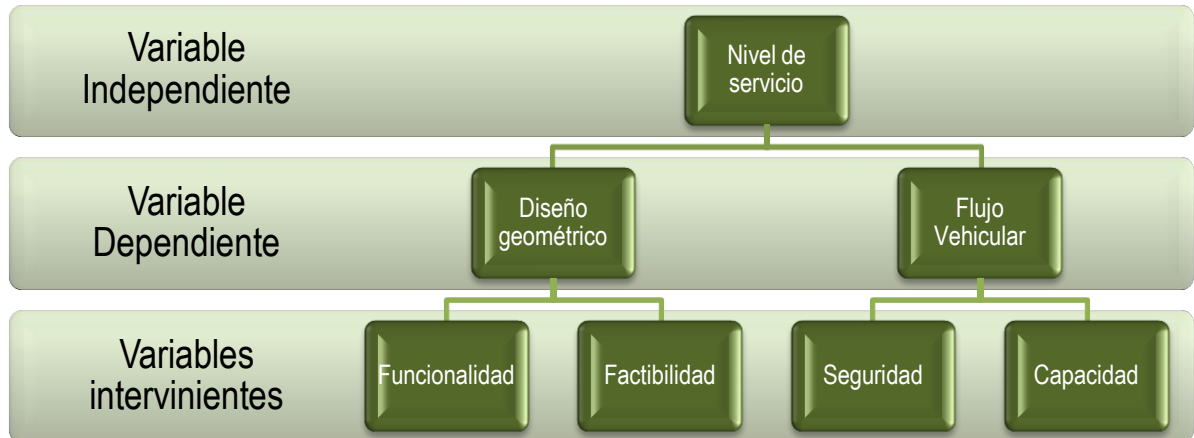
6. METODOLOGIA

Durante esta monografía se desarrolló una metodología que permita buscar con base a conteos, un seguimiento sistemático a la glorieta en estudio; para establecer las condiciones de su funcionamiento, el nivel de servicio y su impacto social; con el fin de aportar información pertinente que facilite la toma de decisiones para su adecuación. Se incluyen acá tanto las evaluaciones de su geometría, aplicación de la señalización y materiales; como los estudios que responden a la categoría de investigación evaluativa.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio utiliza tanto los enfoques como los procedimientos diversos disponibles en el campo de la investigación formativa. Para tipificar metodológicamente los estudios evaluativos se recurre a los aportes

pertinentes de las clasificaciones anteriores, valorados en las normas colombianas de diseño de carreteras versión 2008.

Figura 3. Jerarquía de variables de la investigación formativa.



Fuente: Propia

Como variable independiente, se seleccionó el Nivel de servicio. Evaluado con las condiciones geométricas actuales y en las condiciones de adecuación de las áreas existentes. Es de aclarar que para este diseño no se intervienen los predios construidos.

Como variable dependiente se seleccionó el diseño geométrico, cambiando las condiciones geométricas afecta directamente el nivel de servicio. Como segunda variable dependiente es el flujo vehicular. Aunque este no debe variar, porque no se está analizando el comportamiento en el tiempo, si nos cambia al reducir el número de carriles y esto afecta directamente el nivel de servicio.

Como variables intervinientes se distinguen la funcionalidad, medida con el orden en el flujo vehicular, el respeto de la señalización vial y la movilidad dentro de la intersección. Seguidamente se encuentra la factibilidad, medida a través de la facilidad constructiva de la propuesta, en la medida en que los predios adyacentes no sean intervenidos, su construcción será más fácil y rápida. La tercera es la

seguridad, medida a través de las magnitudes mínimas establecidas en la norma de diseño geométrico de carreteras, como velocidad máxima, peralte, distancia de salida, ángulos de entrada y ángulos de salida, que garantizan la seguridad en el flujo vial. La cuarta variable interviniente hace referencia a la capacidad, medida como el número de vehículos que puede tener la glorieta, sin colapsar como intersección.

Estas variables son medidas con instrumentos específicos, para cada tarea. A continuación se presenta el listado de actividades, variables e instrumentos de medición:

Figura 4. Objetos de medición con sus respectivos instrumentos



Fuente: Propia

Se realizó el compendio de la información existente y disponible de proyectos previos y/o en formulación, para conocer el estado actual del planteamiento del POT y del Plan de Desarrollo acerca del mejoramiento de esta intersección vial.

Se llevó a cabo el conteo de agresividad y respeto a los “pare” en cada uno de los movimientos de la intersección.

Se realizó el levantamiento topográfico.

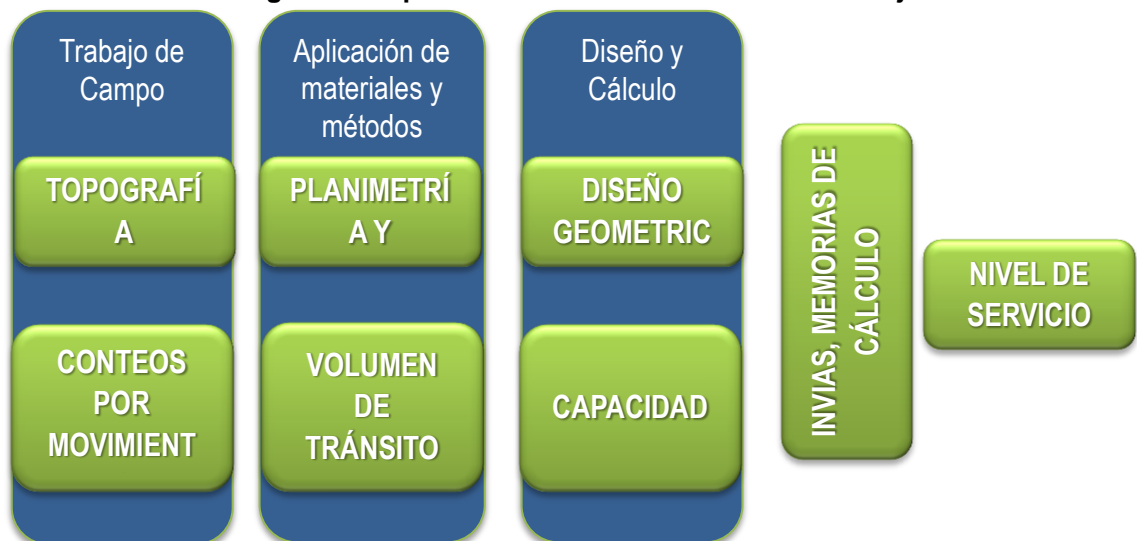
Los trazados iniciales se desarrollaron sobre el levantamiento topográfico realizado.

Se hicieron aforos de tránsito vehicular, para determinar los volúmenes presentes en cada dirección.

Se planteó el diseño geométrico que más se ajusta a las especificaciones técnicas, geométricas, de tráfico y en general de funcionalidad, necesarias en el sector.

Con base en los alcances definidos en el proyecto, para lograr el objetivo general del mismo se determinó el siguiente procedimiento general, cuyo marco se llevó a cabo en el desarrollo del trabajo:

Figura 5. Esquema Procedimiento General de Trabajo



Fuente: Propia

7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

7.1. VOLÚMENES DE TRÁNSITO

El Instituto de Ingenieros de Transporte, ITE, citado por W.S.Hombuger, define la Ingeniería de Transporte y la Ingeniería de Tránsito de la siguiente manera:

Ingeniería de Transporte: “Aplicación de los principios tecnológicos y científicos la la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente”.

Ingeniería de Tránsito: “aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte”.

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un período determinado. Se expresa como:

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde, Q es el número de vehículos que pasan por unidad de tiempo, N número total de vehículos que pasan y T, es el período determinado.

Dependiendo de la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito:

Tránsito anual (TA), el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso, T = 1 año.

Tránsito mensual (TM), es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso, $T = 1$ mes.

Tránsito semanal (TS), es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso, $T = 1$ semana.

Tránsito diario (TD), es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso, $T = 1$ día.

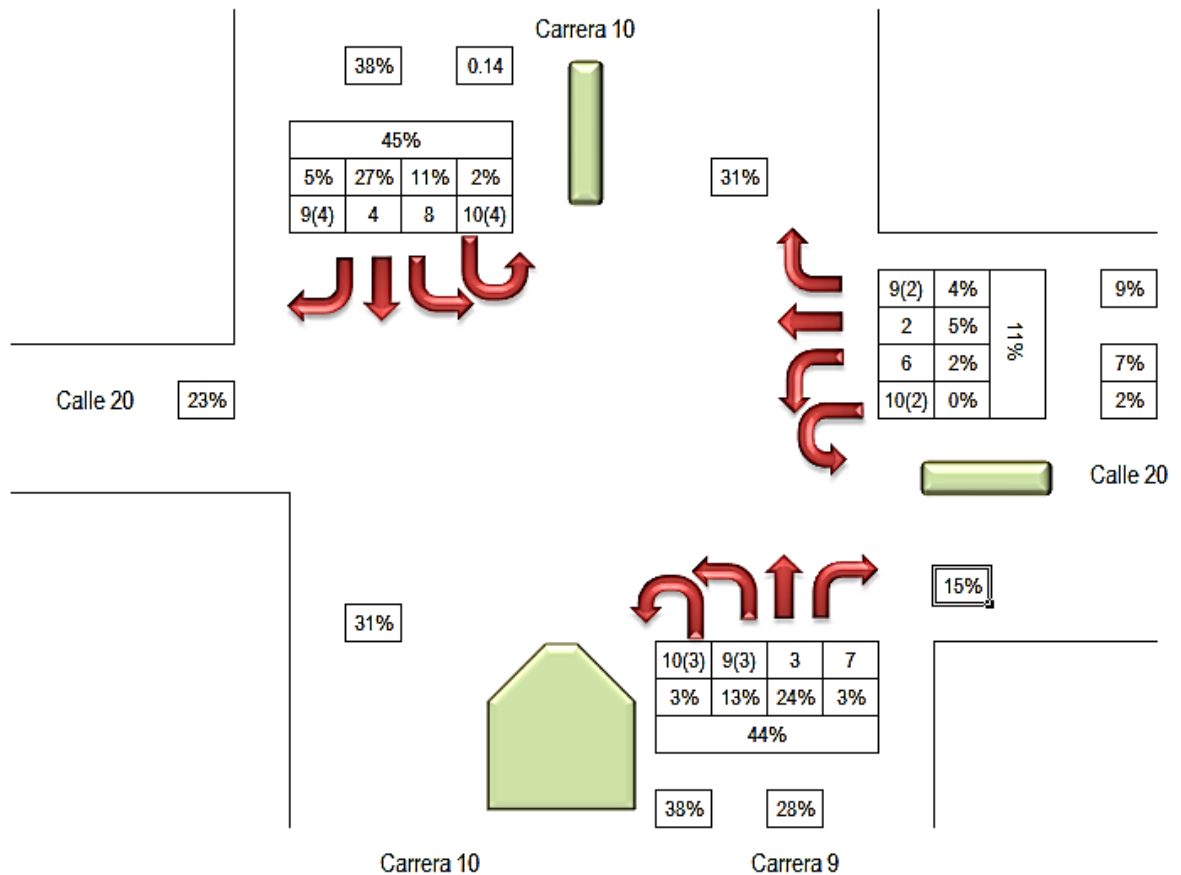
Tránsito horario (TH), es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso, $T = 1$ hora.

Tasa de flujo o flujo (q), es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora. En este caso, $T < 1$ hora.

La distribución de los volúmenes de tránsito por carriles debe ser considerada, tanto en el proyecto como en la operación de calles y vías. Al medir los volúmenes de tránsito por carril, en zona urbana, la mayor velocidad y capacidad, generalmente se logran en el carril del medio; las fricciones laterales, como paradas de autobuses y taxis y las vueltas izquierdas y derechas causan un flujo más lento en los carriles extremos, llevando el menor volumen el carril cercano a la acera. En cuanto a la distribución direccional, en las calles que comunican el centro de la ciudad con la periferia de la misma, el fenómeno común que se presenta en el flujo de tránsito es de volúmenes máximos hacia el centro en la mañana y hacia la periferia en las tardes y noches. Es una situación semejante al flujo y reflujos que se presenta los fines de semana cuando los veraneantes salen de la ciudad el viernes y sábado y regresan el domingo en la tarde. Este fenómeno se presenta especialmente en arterias del tipo radial. En cambio, ciertas arterias urbanas que comunican “centros de gravedad” importantes, no registran variaciones direccionales muy marcadas en los volúmenes de tránsito.

El martes 30 de abril, se desarrolló con el equipo del grupo de investigación del programa de ingeniería civil CIU, un conteo por movimiento vehicular en la intersección entre la calle 20 y las carreras 9 y 10. Los resultados se pueden observar con mayor detalle en el anexo 1, 2, 3, 4 y 5. Conforme a dicho conteo, que se desarrolló durante las 7:30 am hasta las 12:30 pm, se registró una distribución direccional igual entre la carrera décima norte con la carrera décima sur, con un 31%. Mientras que en la calle 20 este registró el 15% y en la calle 20 oeste aumentó al 23%. Tal como se muestra en la figura 6.

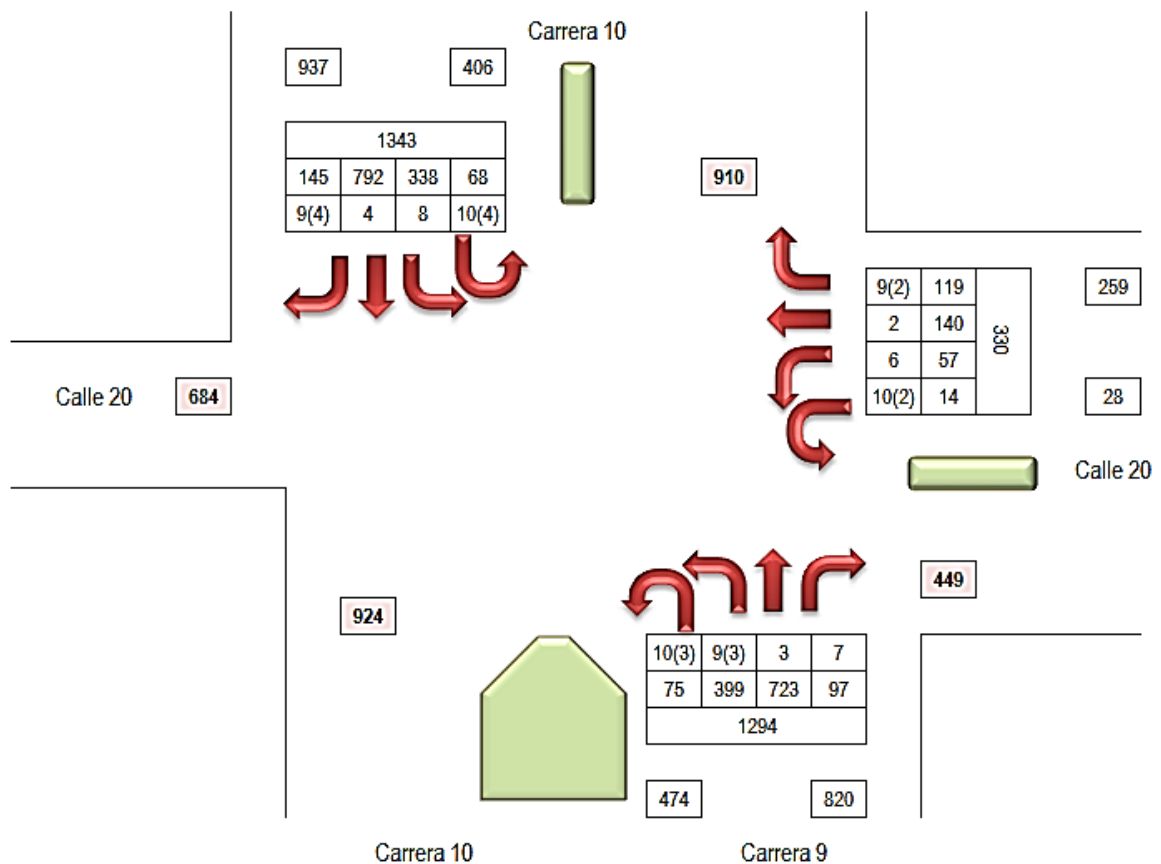
Figura 6. Porcentaje direccional



Fuente: CIU, Conteo del 30 de abril de 2013

De la misma manera se registró un volumen de máxima demanda horaria de 2967 vehículos. Distribuidos en la carrera décima norte con 1343 vehículos de salida y 910 de entrada. En la carrera novena sur, 1294 vehículos de salida y 924 en la entrada de la carrera décima sur. Por la calle 20 este, salieron 330 e ingresaron 449, mientras que en la calle 20 oeste ingresaron 684 vehículos. Tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7. Volumen direccional en la hora de máxima demanda



Fuente: CIU, Censo del 30 de abril de 2013

A simple vista tres mil vehículos en una hora es un volumen demasiado elevado. Pero conforme a los resultados, la composición vehicular del censo registró el cincuenta por ciento de automóviles y el cincuenta por ciento de motocicletas. Por

esta razón, no fue evidente un colapso o trancón vehicular durante la hora pico. Esta hora, se determinó con los valores obtenidos durante el aforo, aunque fue uno solo, su factor de hora pico fue alta, es decir que el flujo fue uniforme y no se presentaron variaciones grandes.

De acuerdo a los movimientos vehiculares se clasificaron en tres grupos. La carrera 9, con los movimientos establecidos por el manual de planeación y diseño para la administración de Tránsito y el Transporte²⁵. 9(3), 3, 7, 10(3). Registrando un factor hora pico de 0.92.

Tabla 1. Composición de la hora de máxima demanda carrera 9

Hora		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
08:30 a.m.	08:45 a.m.	125	1	22	4	0	0	0	0	4	13	170	335
08:45 a.m.	09:00 a.m.	108	0	15	2	0	0	0	0	2	20	138	283
09:00 a.m.	09:15 a.m.	109	2	23	7	0	0	0	0	7	21	167	329
09:15 a.m.	09:30 a.m.	133	0	22	8	0	0	0	0	8	16	175	354
Volumen hora pico:		475	3	82	21	0	0	0	0	21	70	650	1301
Composición		37%	0%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	50%	100%

Fuente: propia

Aunque se obtuvo el mismo factor de hora de mínima demanda con el de máxima demanda, los volúmenes no tuvieron una variación significativa, tal como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Composición de la hora de mínima demanda carrera 9

Hora		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
11:30 a.m.	11:45 a.m.	96	0	18	2	0	0	0	0	2	7	75	198
11:45 a.m.	12:00 p.m.	96	0	19	0	0	0	0	0	0	9	104	228
12:00 p.m.	12:15 p.m.	94	2	20	3	0	0	0	0	3	9	90	218

²⁵ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte, Bogotá Colombia, diciembre de 2005.

12:15 p.m.	12:30 p.m.	77	0	14	0	0	0	0	0	0	7	97	195
Volumen hora mín:		363	2	71	5	0	0	0	0	5	32	366	839
Composición		43%	0%	8%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	4%	44%	100%

Fuente: propia

La carrera 10, con los movimientos establecidos 9(4), 4, 8 y 10(4) Registrando un factor hora pico de 0.97.

Tabla 3. Composición de la hora de máxima demanda carrera 10

Hora de inicio		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
10:45 a.m.	11:00 a.m.	129	0	17	3	0	0	0	0	3	13	181	343
11:00 a.m.	11:15 a.m.	125	1	12	7	0	0	0	0	7	16	183	344
11:15 a.m.	11:30 a.m.	124	0	16	10	0	0	0	0	10	10	192	352
11:30 a.m.	11:45 a.m.	143	3	13	5	0	0	0	0	5	13	184	361
Volumen hora pico:		521	4	58	25	0	0	0	0	25	52	740	1400
Composición		37%	0%	4%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	4%	53%	100%

Fuente: propia

Tabla 4. Composición de la hora de mínima demanda carrera 10

Hora de inicio		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
07:45 a.m.	08:00 a.m.	82	0	13	4	0	0	0	0	4	6	124	229
08:00 a.m.	08:15 a.m.	96	0	19	5	0	0	0	0	5	15	205	340
08:15 a.m.	08:30 a.m.	125	0	18	3	0	0	0	0	3	20	136	302
08:30 a.m.	08:45 a.m.	77	1	13	7	0	0	0	0	7	9	116	223
Volumen hora mín:		380	1	63	19	0	0	0	0	19	50	581	1094
Composición		35%	0%	6%	2%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	53%	100%

Fuente: propia

Se obtuvo el factor de hora de mínima demanda 0,80.

La calle 20, con los movimientos establecidos 9(2), 2, 6 y 10(2) Registrando un factor hora pico de 0.75.

Tabla 5. Composición de la hora de máxima demanda calle 20

Hora de inicio		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
11:30 a.m.	11:45 a.m.	39	0	0	1	0	0	0	0	1	3	55	98
11:45 a.m.	12:00 p.m.	45	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38	85
12:00 p.m.	12:15 p.m.	46	0	0	0	0	0	0	0	0	1	76	123
12:15 p.m.	12:30 p.m.	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	154
Volumen hora pico:		188	0	0	1	0	0	0	0	1	6	265	460
Composición		41%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	58%	100%

Fuente: propia

Se obtuvo el factor de hora de mínima demanda 0,93 y su variación de volumen se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Composición de la hora de mínima demanda calle 20

Hora de inicio		Auto	Bus	Buseta	Camión					Camión	Bicicleta	Moto	Total
					C2	C3	C4	C5	> C5				
09:30 a.m.	09:45 a.m.	44	0	0	1	0	0	0	0	1	1	30	76
09:45 a.m.	10:00 a.m.	45	0	0	0	0	0	0	0	0	2	38	85
10:00 a.m.	10:15 a.m.	40	0	0	1	0	0	0	0	1	3	34	78
10:15 a.m.	10:30 a.m.	43	0	0	1	0	0	0	0	1	2	31	77
Volumen hora mín:		172	0	0	3	0	0	0	0	3	8	133	316
Composición		54%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	42%	100%

Fuente: propia

7.2. VEHICULOS DE DISEÑO

Los vehículos que circulan por las vías urbanas, están destinados a distintos usos en función de su peso, potencia, dimensiones y maniobrabilidad, que en todo caso, condicionan las características del diseño geométrico y resistencia del pavimento.

Para la elección del vehículo de diseño de un proyecto vial se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los vehículos automotores menores y las bicicletas o similares, a no ser que se encuentren en elevada proporción, no suelen tener gran trascendencia en cuanto a la capacidad de las vías debido a sus dimensiones reducidas y gran movilidad. Sin embargo, la influencia de estos vehículos en los accidentes suele ser considerable y en este caso el porcentaje de este tipo de vehículos es bastante importante sobre todo en el caso de las motocicletas.
- Las furgonetas, automóviles y camionetas son más importantes desde el punto de vista del tráfico, ya que su participación en el mismo es casi siempre muy superior a la de los demás vehículos. Por esta razón, sus características son las que más condicionan los elementos relacionados con la geometría de la vía y con la regulación del tráfico.
- Los buses, camiones, remolques y semiremolques suelen constituir una parte importante, aunque no mayoritaria del tráfico. Sus dimensiones y pesos son muy superiores a los del resto de los vehículos y están destinados generalmente al transporte de mercancías pesadas o voluminosas o al transporte colectivo de personas.
- Los vehículos especiales, no obstante no encontrarse en gran número, pueden afectar sensiblemente al tráfico a causa de sus grandes dimensiones, de su lentitud de movimiento, o de ambas cosas a la vez.

En esta intersección los vehículos de diseño que mejor funcionan son los automóviles y las motocicletas los cuales predominan en el tránsito.

7.3. DISTANCIA DE FRENADO

La distancia de frenado es un factor esencial para determinar las distancias mínimas de visibilidad que se requieren en el trazado de las vías. Para la velocidad de diseño de la intersección de 30 Km/h la distancia de frenado es de aproximadamente 5 metros según el manual de diseño geométrico.

7.4. RADIOS DE GIRO

El ancho, 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 se gira. Este radio, o el correspondiente diámetro, es el que permite conocer el espacio que requiere un vehículo para cambiar de sentido de marcha o, lo que es lo mismo, para girar 180° sin efectuar maniobras. Los elementos que se proyectan con curvas de radios mínimos no suelen recorrerse nunca a una velocidad superior a los 15 km/h.

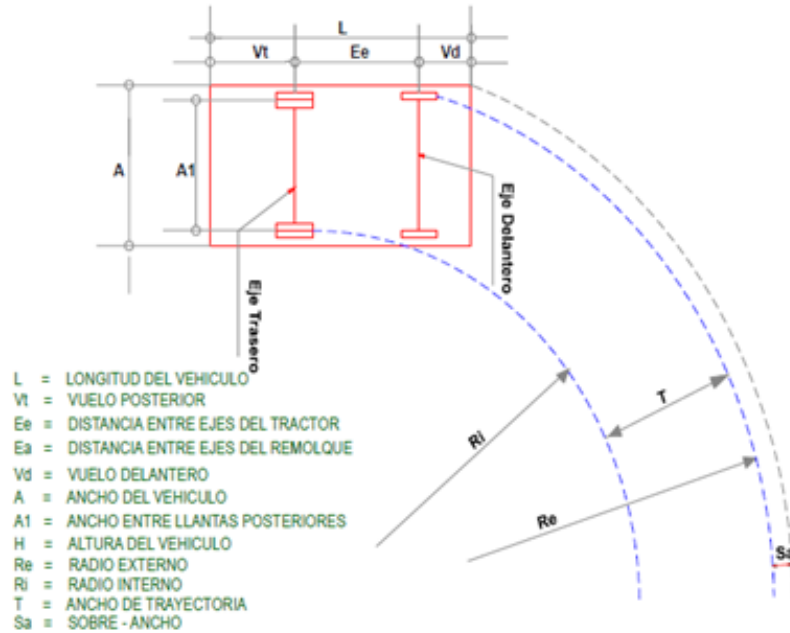
En el siguiente cuadro se presenta información necesaria para el diseño de acuerdo al tipo de vehículo de diseño.

Cuadro 1 Radio de giro mínimo y trayectorias

VEHICULO TIPO DEL PROYECTO	DIMENSIONES DEL VEHÍCULO (mts)			DIMENSIONES DEL RADIO GIRO MINIMO (mTS)		
	L (2)	Ancho (Max)	H (Max)	Re (3)	RI (4)	Sa
AUTOMOVILES	4.75	2.1	1.6	5.8	4.2	0.5

Fuente. Manual de diseño geométrico de vías urbanas VCHI 2005

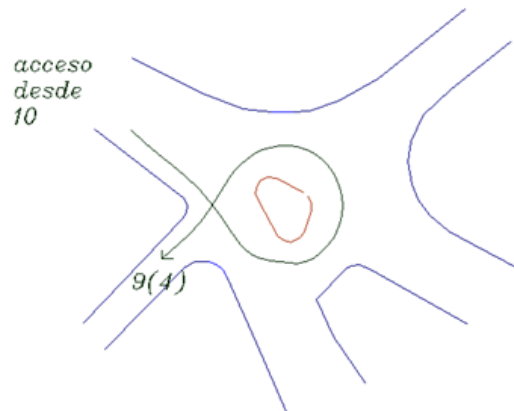
Figura 8 Vehículo de dos ejes en giro



Fuente. Manual de diseño geométrico de vías urbanas VCHI 2005

En el sector del león no se cumple el radio mínimo interno de giro para el giro a la derecha que hace el vehículo que desde la carrera decima de norte a sur se dirige hacia la vía férrea, por eso se hace necesario que al diseñar la glorieta, para realizar este movimiento, se instale una señal que obligue al vehículo a ingresar al anillo de la glorieta y hacer el giro completo antes de salir hacia el sector de la vía férrea.

Figura 9 Movimiento necesario debido al radio de giro en la esquina de la carrera 10 con calle 20



Fuente. Propia

7.5. VELOCIDAD DE DISEÑO

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h). Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde :

v	=	Velocidad constante (Kilómetro por hora)
d	=	Distancia recorrida (kilómetros)
t	=	Tiempo de recorrido (horas)

Llamada también velocidad de diseño, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación.

Todos aquellos elementos geométricos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, sobre elevaciones, anchos de carriles y acotamientos, anchuras y alturas libres, etc., dependen de la velocidad de proyectos y varían con un cambio de ésta.

La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica de la región, del uso del suelo y de la disponibilidad de recursos económicos.

Al proyectar un tramo de una vía, es conveniente, aunque no siempre factible, mantener un valor constante para la velocidad de proyecto. Sin embargo, los cambios drásticos en condiciones topográficas y sus limitaciones mismas, pueden obligar a usar diferentes velocidades de proyecto para distintos tramos. Las velocidades de proyecto fluctúan entre 30 y 110 km/h o más dependiendo del tipo de vía seleccionada.

Para intersecciones no semaforizadas como las glorietas la velocidad de diseño recomendable es de 30 Km/h y esta es la elegida para nuestro proyecto.

7.6. VISIBILIDAD

Uno de parámetros que determinan la seguridad de una vía es la visibilidad, de ella depende la oportunidad que tiene un conductor de tomar una acción determinada como la detención, el sobrepaso o el cambio de velocidad. En general cuando se utiliza el término visibilidad nos referimos a una distancia a través de la cual no existen obstrucciones para la visión del conductor. Los conceptos empleados en la evaluación de la visibilidad son Visibilidad para la Detención o Parada, Visibilidad para el Sobrepaso y Visibilidad en Intersecciones (esta última está muy asociada a la Visibilidad de Parada).

El tiempo de percepción – reacción

Es un intervalo de tiempo que requiere el ser humano para comprender, analizar, decidir y reaccionar accionando el freno, se mide desde la observación de la situación. Por las ecuaciones de velocidad tenemos que el tiempo de percepción-reacción demanda una distancia recorrida, es así que tenemos la siguiente ecuación:

$$d_{pr} = v_o(t_{pr})$$

$$= v_o(2.5seg)$$

Finalmente la expresión a utilizar será:

$$d_{pr} = 0.694(v_o)$$

donde:

V_o : es la velocidad de diseño en km/h.
 d_{pr} : es la Distancia recorrida en metros

El tiempo neto de frenado

Este tiempo se maneja a través de la distancia recorrida por el vehículo, su valor se calcula por las condiciones del movimiento uniformemente acelerado, y por la conocida relación de $F = m a$. Obteniéndose lo siguiente:

$$d_f = \frac{v_o^2}{2a}$$

Aplicando equilibrio entre las fuerzas inerciales y las de fricción se llega a:

$$= \frac{v_o^2}{2fg}$$

Empleando las unidades de medida comunes tenemos lo siguiente:

$$d_f = \frac{v_o^2}{254(f)}$$

Dónde:

V_o es la velocidad de diseño Km/h

f es el factor de fricción

d_f la distancia en metros

Cuadro 2 Valores del Coeficiente de Fricción Longitudinal según la velocidad de circulación

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
f	0.4	0.38	0.35	0.33	0.31	0.3	0.3	0.29	0.28	0.28

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets ASSHTO 1994

Finalmente diremos que la Distancia de Visibilidad de Parada está dada por la suma de las ecuaciones (1) y (2):

$$D_p = 0.694(v_o) + \frac{v_o^2}{254(f)}$$

V_o = Velocidad de diseño (km/h)

D_p = Distancia de parada (m)

f = Coeficiente de fricción

Lo anterior indica que para un terreno relativamente plano con la velocidad de diseño de 30 Km/h y con el coeficiente de fricción que es de 0,4 para esta velocidad, la distancia de velocidad de parada es de 30 m.

7.7. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

7.7.1. CURVAS HORIZONTALES

El diseño de tramos viales en curva debe efectuarse teniendo en cuenta la relación entre la velocidad de diseño, el radio de la curva, el efecto de la inclinación transversal de la vía y la interacción de estos con la fricción entre vehículo y vía. Si bien estas relaciones se deducen de las leyes físicas, los valores usados se han deducido empíricamente para los rangos involucrados en el diseño.

El MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO VCHI estableció los valores de radios mínimos sobre la base la velocidad de diseño, peralte máximo y coeficiente de fricción transversal máximo. Estos valores se muestran en la tabla 3.

Cuadro 3 Radios mínimos

V(Km/hr)	Coef.Fricción Transversal f max	Valor Real de R Mínimo con p max deseable		Valor Práctico de R Mínimo con p max deseable	
		p max 4%	p max 6%	p max 4%	p max 6%
20	0.18	14.32	13.12	15	15
30	0.17	33.75	30.81	35	30
40	0.17	59.99	54.78	60	55
50	0.16	98.43	89.48	100	90
60	0.15	149.19	134.98	150	135
70	0.14	214.35	192.91	215	195
80	0.14	279.97	251.97	280	250
90	0.13	375.17	335.68	375	335
100	0.12	492.13	437.45	490	435
110	0.11		560.44		560
120	0.09		755.91		755
130	0.08		950.51		950

Fuente. Manual de diseño geométrico VCHI

En caso de que no pueda utilizarse los peraltes máximos, o que convenga emplear unos menores, los radios mínimos a utilizar serán los obtenidos mediante la fórmula mostrada a continuación:

$R_{min} = V^2 / (127 * (0.01p + f_{max}))$, donde:

V= velocidad de diseño expresada en Kms/ Hora

P = peralte en porcentaje

Fmax= coeficiente de fricción correspondiente a la velocidad de diseño

Asumiendo el peralte máximo de 4% para nuestra velocidad de diseño de 30 Km/h, según la tabla del manual, el radio mínimo para la curva o para el anillo colector de la glorieta sería de 33,75 metros, el cual aplica para el área que existe en el sector del cruce.

En el caso de que se desee o se requiera usar un peralte por ejemplo de 2%, el radio sería:

$$R_{min} = 30^2 / (127 * (0,02 + 0,17)) = 37,3 \text{ metros}$$

7.8. ISLAS

Se definen así a los bordes de canalización de tráfico, formados y delimitados por sardineles, que sirven para guiar el movimiento de los vehículos o de refugio para los peatones.

7.8.1. ISLAS DIRECCIONALES

Son usadas para controlar y dirigir movimientos de tráfico en áreas pavimentadas muy espaciosas, reemplazando a las áreas menos utilizadas, de modo que se reduzca la dispersión vehicular.

La más común de las formas de islas es la triangular, que separan los movimientos que giran a la derecha del resto del tráfico. Las islas centrales pueden servir como guías.

Las puntas o vértices siempre serán romos o curvos, con líneas rectas y curvas paralelas a las líneas de movimiento. Las islas separan al tráfico que gira del que continúa en línea recta.

Cuando se tiene un número excesivo de islas, se puede originar confusión, en cambio si se cuenta con pocas islas suficientemente grandes se otorgará mayor funcionalidad.

En intersecciones con gran número de movimientos se aconseja colocar temporalmente islas móviles (hitos) de varios tamaños y formas, en calidad de prueba, para escoger finalmente la isla definitiva.

El área de las islas direccionales debe tener un límite de 4,50 m², siendo preferible 7,00 m².

Las extremidades alargadas deben tener una anchura mínima de 1,00 m y una longitud de 3,50 m a 6,00 m.

En caso de ser ensanchadas (tipo gota), el ancho mínimo debe ser de 1,20 m con una longitud de 3,50 a 6,00 m como mínimo.

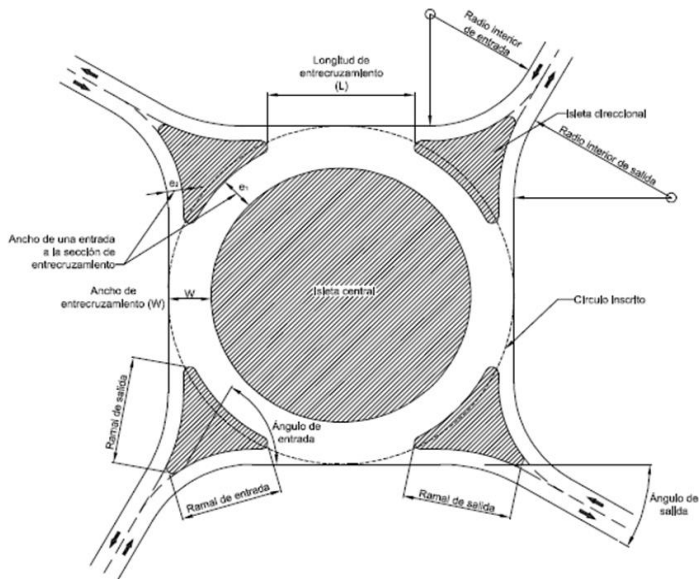
Las extremidades delanteras de las islas deben ser separadas entre 1,20 m a 1,80 m desde el borde de la pista caso que no exista berma lateral, pues en caso contrario puede ser despreciado.

7.8.2. ISLAS DIVISORIAS

Las islas divisorias son aplicables en avenidas de tráfico en doble sentido y cercanas a intersecciones, éstas hacen posible movimientos de giro en áreas pequeñas, a la vez otorgan ventajas en la construcción de carriles de espera.

Las islas utilizadas en este proyecto son de tipo direccional y divisorio como se puede apreciar en la figura ejemplo número 10.

Figura 10 ISLAS DIRECCIONALES Y DIVISORIAS



Fuente. INVIAS M.D.G.C 2008

7.9. ALINEAMIENTO VERTICAL

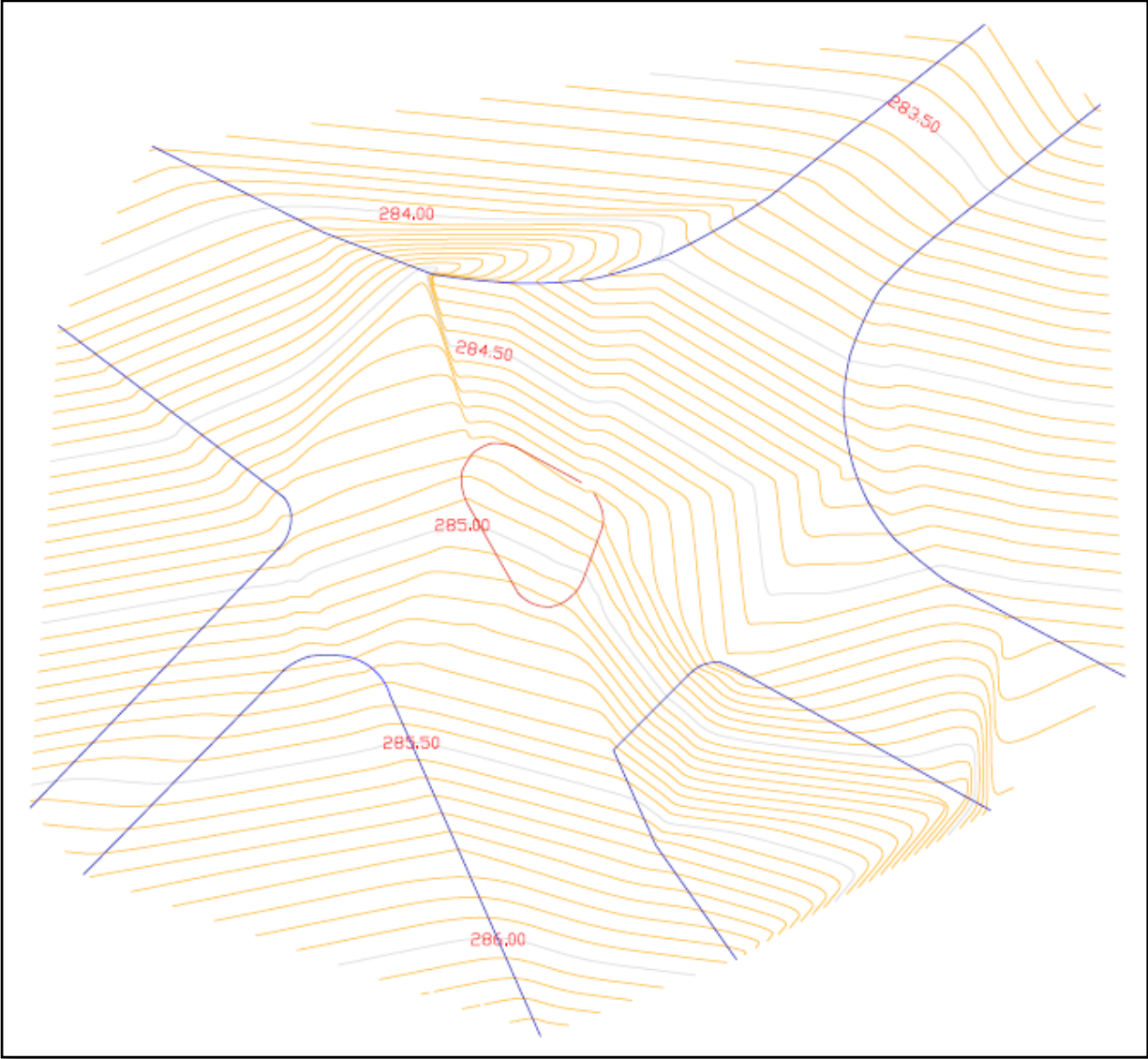
En las vías urbanas normalmente no se tiene la posibilidad de escoger entre opciones de paso para tantear alternativas, por eso la topografía suele ser condicionante de los diseños altimétricos de las vías. Esta situación es muy distante de lo que sucede con las carreteras, en donde se puede buscar una rasante óptima para el diseño mediante la evaluación de pendientes diversas. En el trazo vial urbano, el proyectista se encontrará con frentes de viviendas consolidadas que dan cara a la vía que se diseña, en estos casos no hay mayores alternativas que asimilar la pendiente al terreno existente. Lamentablemente, algunos proyectos de lotización no consideran la importancia del empleo de pendientes adecuadas y disponen del trazo de calles con gradientes muy elevadas.

7.10. EL PERFIL LONGITUDINAL Y EL PERFIL TRANSVERSAL

Con el levantamiento topográfico realizado se realizaron los perfiles longitudinales y transversales del área estudiada y fue la base para comenzar a trazar el diseño

geométrico. La información topográfica fue el resultado del levantamiento que se hizo por parte del grupo de trabajo de la tesis y compañeros de estudio

Figura 11 levantamiento topografico



Fuente. Propia.

7.11. MOVIMIENTOS

En la intersección se pueden realizar 12 movimientos catalogados de la siguiente manera:

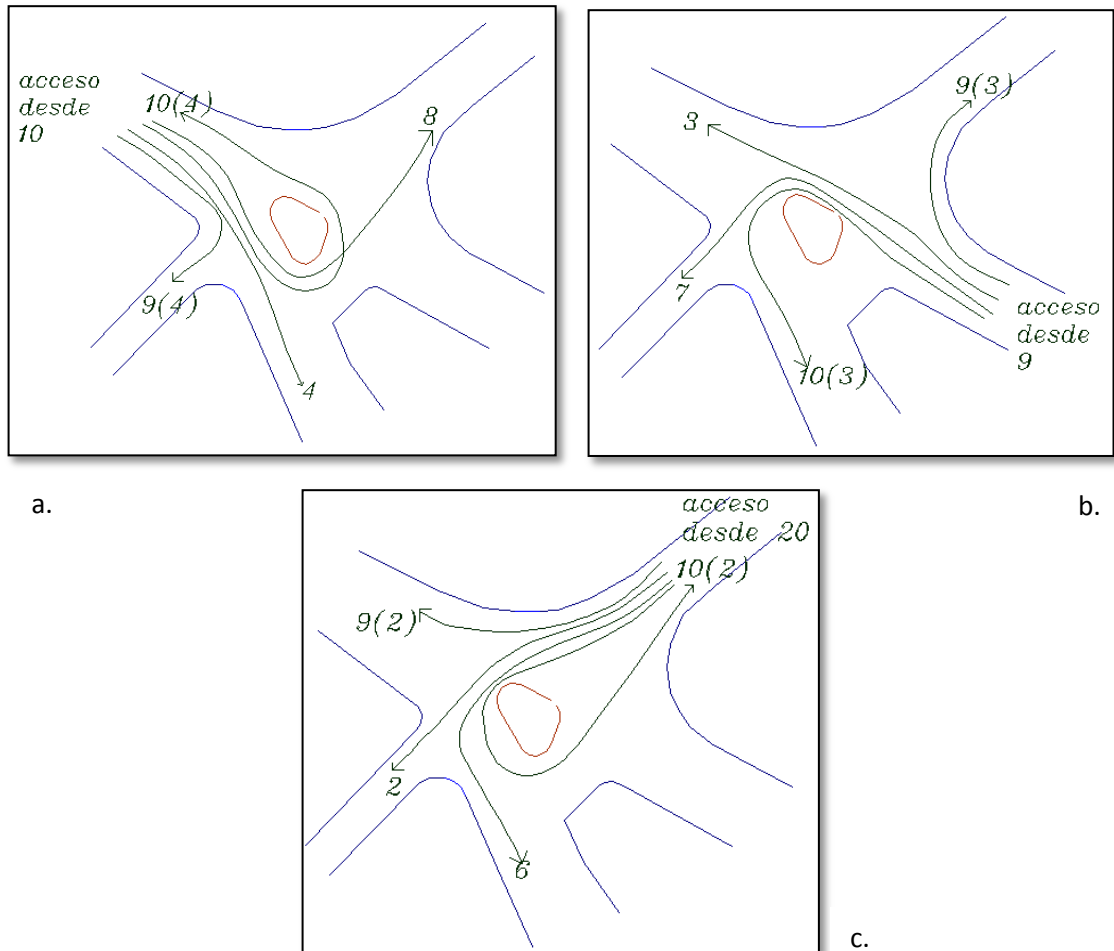


Figura 6. a) movimientos desde la Cra 10 b) movimientos desde la Cra 9
c) movimientos desde la calle 20

10(4): Es el movimiento de retorno que hace el vehículo que se desplaza de norte a sur por la carrera decima. (Hacia el SENA)

9(4): Es el movimiento hacia la derecha que hace el vehículo que se desplaza de norte a sur por la carrera décima, (hacia la vía férrea).

4: Es el movimiento directo que hace el vehículo que se desplaza de norte a sur por la carrera decima. (hacia la plaza de mercado)

8: Es el movimiento hacia la izquierda que hace el vehículo que se desplaza de norte a sur por la carrera decima. (hacia la carrera séptima)

3: Es el movimiento directo que hace el vehículo que se desplaza de sur a norte por la carrera novena. (hacia el SENA)

7: Es el movimiento hacia la izquierda que hace el vehículo que se desplaza de sur a norte por la carrera novena. (hacia la vía férrea).

10(3): Es el movimiento de retorno que hace el vehículo que se desplaza de sur a norte por la carrera novena. (Hacia la plaza de mercado)

9(3): Es el movimiento hacia la derecha que hace el vehículo que se desplaza de sur a norte por la carrera novena. (hacia la carrera séptima)

9(2): Es el movimiento hacia la derecha que hace el vehículo que se desplaza de oriente a occidente por la calle 20 (hacia el SENA)

2: Es el movimiento directo que hace el vehículo que se desplaza de oriente a occidente por la calle 20. (Hacia la vía férrea).

6: Es el movimiento hacia la izquierda que hace el vehículo que se desplaza de oriente a occidente por la calle 20. (Hacia la plaza de mercado)

10(2): Es el movimiento de retorno que hace el vehículo que se desplaza de oriente a occidente por la calle 20. (hacia la carrera séptima)

7.12. CONTEO DE AGRESIVIDAD Y RESPETO AL "PARE" EN LA INTERSECCION EL LEON GIRARDOT

HORA	ACCESO DESDE LA CALLE 20				ACCESO DESDE LA CARRERA. 9				ACCESO DESDE LA CARRERA 10				
	Agr. Verbal	Agr. Fisica	Agr. Vehiculo		Agr. Verbal	Agr. Fisica	Agr. Vehiculo		Agr. Verbal	Agr. Fisica	Agr. Vehiculo		
07:45 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	3
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	0
	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	2
08:00 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	automovil	0	automovil	0	5
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	1	bus	0	0
08:15 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	automovil	0	automovil	0	3
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	0
08:30 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	4
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	1
	moto	0	moto	0	moto	3	moto	0	moto	0	moto	0	4
08:45 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	automovil	0	automovil	0	4
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	1	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	1
	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	moto	3	moto	0	6
09:00 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	4
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	1	bus	0	1
09:15 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	1	automovil	0	6
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	1
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	2
	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	moto	0	8
09:30 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	3	automovil	0	automovil	2	automovil	0	8
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	1
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	0
	moto	0	moto	0	moto	6	moto	0	moto	0	moto	0	13
09:45 a.m.	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	0	automovil	4	automovil	0	6
	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	camion	0	0
	bus	0	bus	0	bus	0	bus	0	bus	1	bus	0	2
	moto	0	moto	0	moto	3	moto	0	moto	3	moto	0	5
TOTAL					19				20			101	

Tabla 1. Conteo de agresividad

Para conocer el comportamiento de los conductores se realizó el aforo de los conductores que respetan o no las señales de pare. En un lapso de tiempo establecido de tres horas y clasificando el tipo de vehículo.

La secretaria de Tránsito y transporte de Girardot aportó al proyecto la base de datos de accidentalidad de lo que va corrido del 2013 y en ésta no se encontró registro de accidentes en el cruce El León por lo que no se puede considerar un sitio de alto índice de accidentalidad y cuando ocurre un accidente, éste es leve y no es registrado o no es reportado a las autoridades. A medida que se acercan las horas pico y en ellas se presentan más los casos de irrespeto al “pare”.

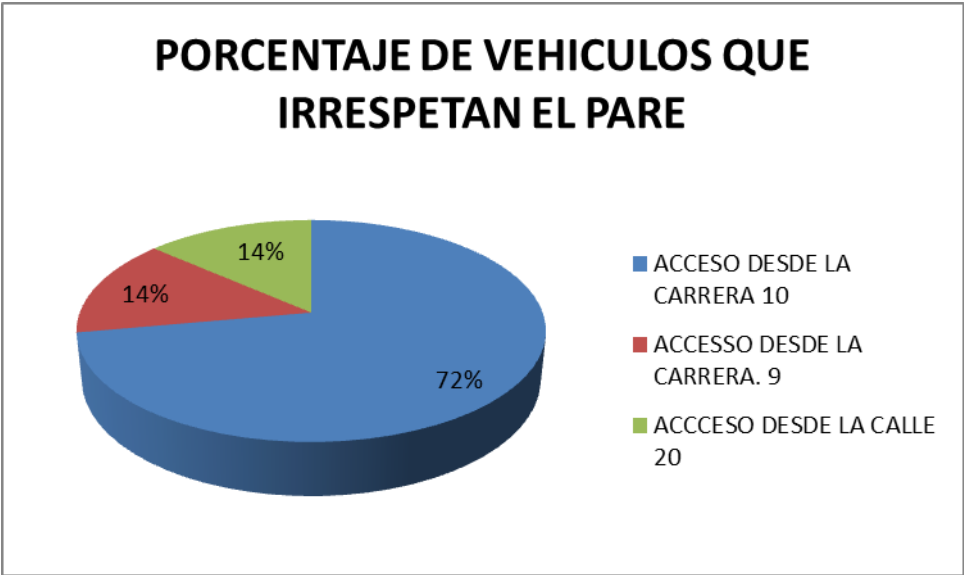


Figura 10. Porcentaje de vehículos que irrespetan el “Pare” por accesos.

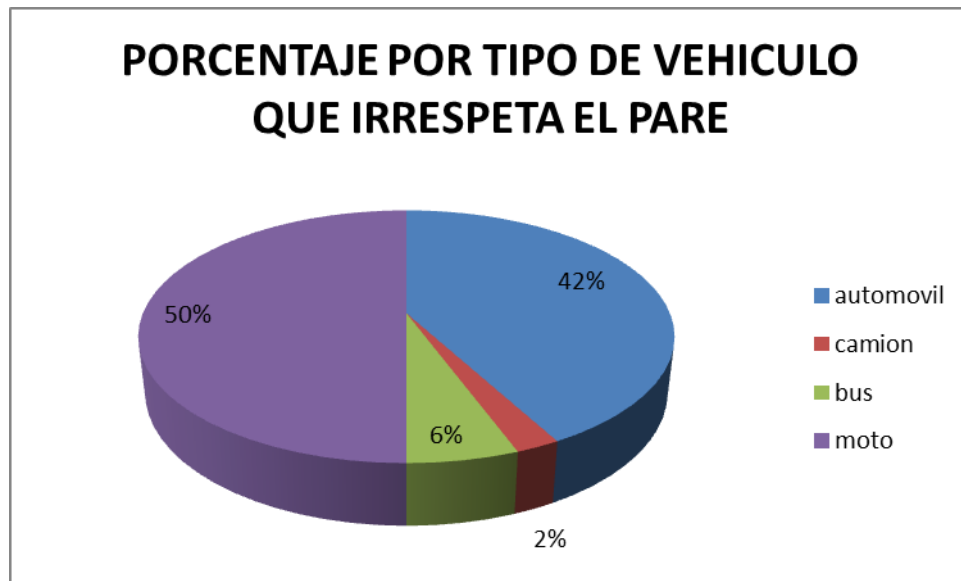


Figura 11. Porcentaje por tipo de vehículos que irrespetan el “Pare” por el acceso carrera decima

El aforo arrojó que en el acceso por la carrera decima a la intersección es en donde es mayor la imprudencia de conductores que simplemente no respetan la señal de Pare o que piensan que llevan el derecho de vía y no se detienen y que el mayor tipo de irrespeto al pare lo cometen los motociclistas.

7.13. COMPARATIVO ESTADO ACTUAL DE LA INTERSECCION Vs ESPECIFICACIONES INVIAS

DESCRIPCION	Und.	ESPECIF. INVIAS	ESTADO ACTUAL	CUMPLE / NO CUMPLE	
Diámetro mínimo de la isla	m	25	-	no	
Diámetro mínimo del círculo inscrito	m	50	-	no	
Relación W/L		0,25 – 0,40	-	no	
Ancho sección de entrecruzamiento	m	max. 15	22	no	
Radio mínimo	De entrada	m	30	23	no
	De salida	m	40	38	no
	En esquinas isla central	m	10	-	no
Sobreeancho en las curvas	Radio (m)				
	15	mm	600	-	no
	22	mm	300	-	no
	30	mm	150	-	no
Angulo ideal de entrada		60°	0	no	
Angulo ideal de salida		30°	0	no	
Peralte		1°- 5°	0	no	

Cuadro 1. Comparativo normas INVIAS para glorietas vs estado actual de la intersección

Realmente el cruce Monumento al Leonismo no se ajusta a ninguno de los tipos de intersección a nivel descritos por el INVIAS, ya que no se puede considerar una glorieta porque si bien tiene una isla central que no tiene la forma circular ,que es la adecuada, no tiene isletas direccionales que sirvan como elementos de control del tránsito, tampoco es una intersección semaforizada, es una intersección no semaforizada, con señales de pare, pero le quitan priorización por ejemplo a la carrera decima que es la de mayor volumen de tránsito y ésta es una característica de una glorieta, entonces se puede decir que es un intento de cada una pero que al final es una mezcla de varios tipos de ellas, en conclusión un diseño herrado o inconveniente para este cruce.

7.14. DISPOSITIVOS DE CONTROL Y SEÑALES DE TRANSITO

En la actualidad existen diferentes dispositivos de control y señales de tránsito que si bien no son respetados por los conductores y/o peatones, están deteriorados. A continuación se muestran estos elementos y su estado actual.

Cebras



Figura 12. Cebra sobre la carrera decima. Fuente propia.

Solo hay cebras demarcadas en el sector de la carrera décima, en su acceso y salida.

Reductores de velocidad



Figura 13. Reductores de velocidad sobre las carreras décima y novena. Fuente propia.

Existen solo las marcas de lo que fueron los reductores de velocidad sobre el acceso por la carrera décima y aún se conservan algunos de los instalados sobre el acceso por la carrera novena. No hay en la calle 20.

Pares



Figura 14. a), b) y c) señales de pare en el acceso por la carrera decima; d) señal de pare en el acceso por la carrea novena. Fuente propia.

En el acceso por la calle 20 no existe señal de pare, en el acceso por la carrera decima se encuentran casi borrados los que están demarcados en el pavimento y los metálicos en las carreras novena y décima aunque tienen un tamaño reglamentario, no son muy sobresalientes, no resaltan, podrían ser de un tamaño mayor.

Isla



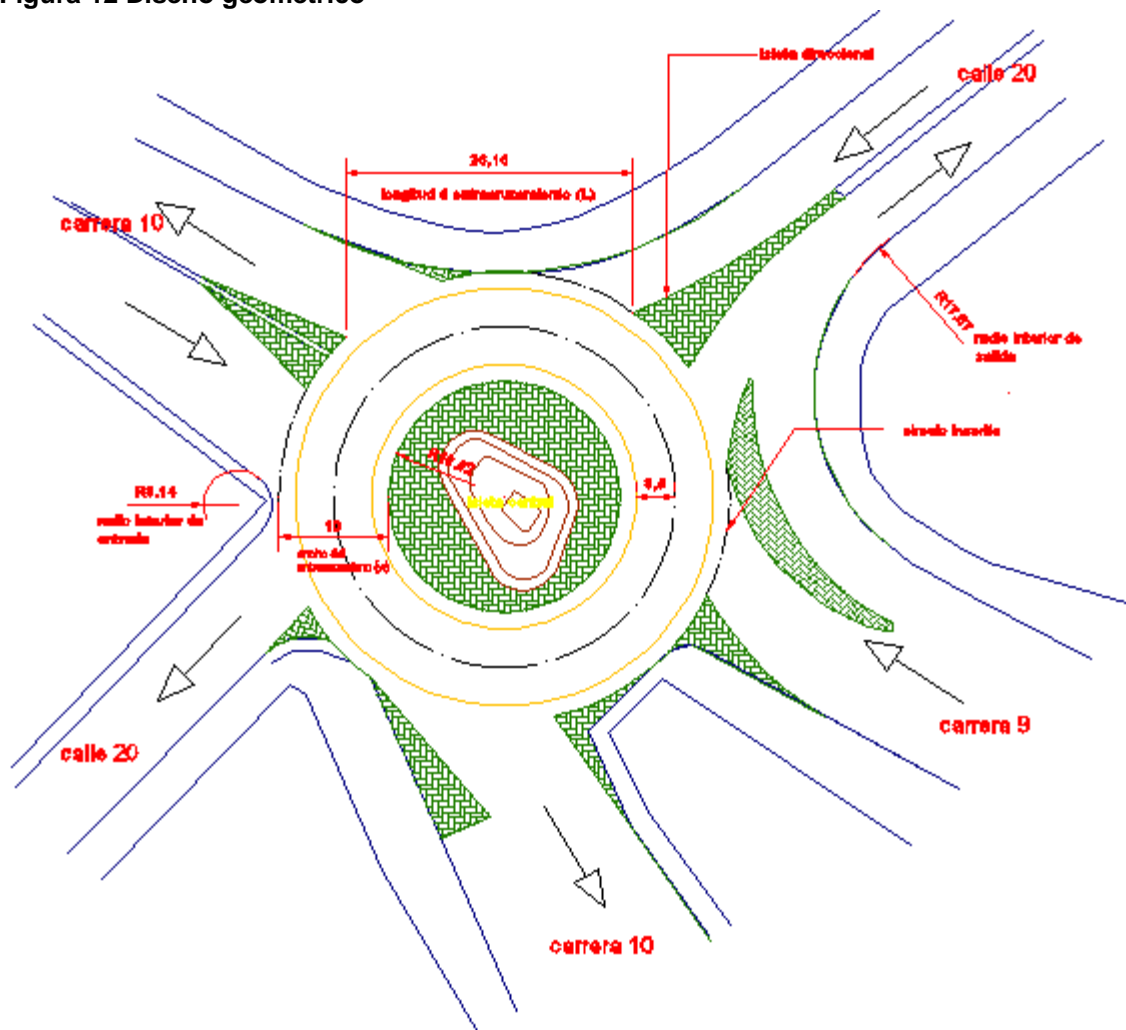
Figura 15. Isla central. Fuente propia

Aunque de forma irregular, la isla central disminuye en gran parte el desorden que se generaría en este punto de no existir. Sus medidas están por debajo de las mínimas reglamentadas por el INVIAS.

7.15. DISEÑO GEOMETRICO

El diseño geométrico se realizó de acuerdo al espacio que brinda la intersección tratando de ajustar al máximo sus medidas a la descritas por el INVIAS, se diseña con un peralte constante de -4% hacia el interior de la glorieta en un ancho de 10.0 mts, se debe calcular la capacidad con la que queda la glorieta y el nivel de servicio con el cual queda, que puede ser A, B, C, D, E, ó en el peor de los casos F. A continuación se muestra la nueva geometría de la intersección.

Figura 12 Diseño geométrico



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al hacerse el diagnóstico de la situación actual de la intersección “monumento al Leonismo Colombiano”, se hallaron diferentes parámetros que evidenciaban la necesidad de realizar un rediseño geométrico de la misma, buscando optimizar el espacio con el cual se cuenta y tratando de garantizar un buen nivel de servicio. Este diseño es adecuado para la época ya que tiene la capacidad de llevar un tránsito continuo y ordenado, pero con el paso de los años cuando el volumen de tránsito crezca, se puede ver la necesidad de una difícil ampliación debido a la existencia de los predios a su alrededor.

Se encuentra que el índice de accidentalidad en esta zona no es tan grande como algunos creerían, ya que según las estadísticas de las oficinas de tránsito y transporte de la ciudad de Girardot, en este año no ha habido accidentes reportados en este punto.

Se recomienda hacer más conteos ya que el tránsito puede variar en diferentes épocas del año. También se recomienda llevar a cabo pruebas con conos u otros elementos simulando el nuevo u otros diseños propuestos para medir el grado de impacto en los habitantes.

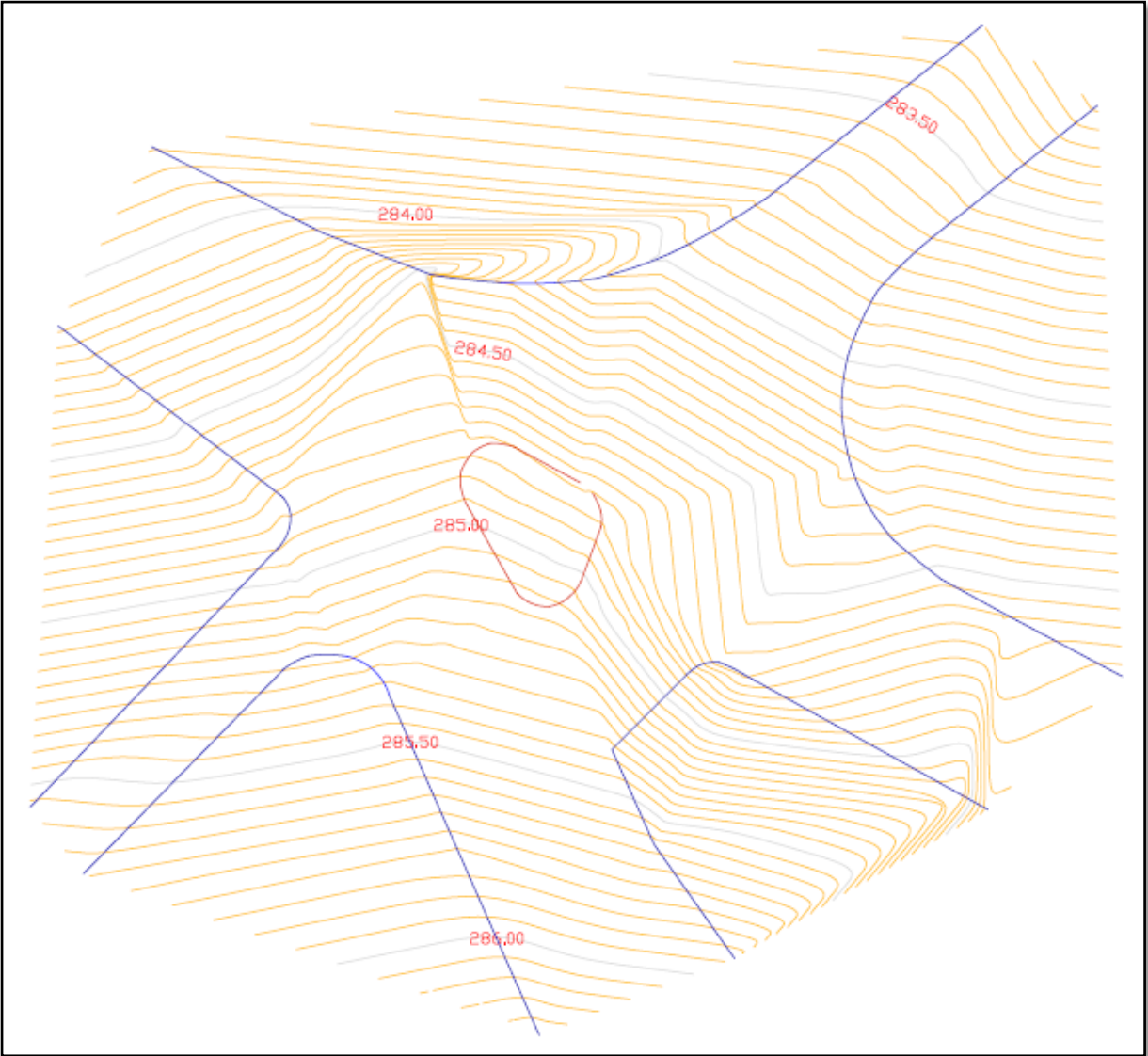
El giro de la carrera decima hacia el sector de la vía férrea se debe hacer utilizando la glorieta realizando el giro completo, ya que el radio de giro en este punto no cumple con los requerimientos del INVIAS.

9. BIBLIOGRAFIA

- http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/dg-2001.pdf
- American association of state highway and transportation. A policy on geometric design of highways and streets. Washington, D.C. aashto, 2004.
- «Frank Blackmore: traffic engineer and inventor of the mini-roundabout», *the times*.
- http://www.elperiodicomediterraneo.com/noticias/opinion/quien-fue-inventor-de-las-rotondas-_750972.html
- <http://eadriazola.blogspot.com/2008/04/el-origen-de-la-glorieta.html>.
- *profesor kimber (laboratorio de investigación del transporte), “cálculo de la capacidad de una entrada en glorietas”- ensayos realizados por el trrl- apéndice: fórmulas para la estimación de la capacidad. gran Bretaña*
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/13/36814-13.pdf>
- *profesor kimber (laboratorio de investigación del transporte),” efecto de los parámetros geométricos” ensayos realizados por el trrl- apéndice: fórmulas para la estimación de la capacidad. gran Bretaña*
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/13/36814-13.pdf>
- <http://www.elcomercio.es/v/20120429/oviedo/primera-glorieta-espanola-mallorca-20120429.html>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. hénard Eugene y el nacimiento de la intersección giratoria. henard Eugene /1906 Francia, 1849 -1923, arquitecto y urbanista francés .
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - funciones de rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. controversia de William phelps eno.
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf> - *funciones de las rotondas urbanas y requerimientos urbanísticos de organización. la prioridad del anillo en las rotondas modernas. road research laboratory -1950*
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf>- blackmore, “fórmula para calcular la capacidad global de una rotonda moderna “road research laboratory, 1970
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf>- “las glorietas en Europa y usa” 1913 el estado de Wisconsin

- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3375/5/36814-5.pdf>- “las glorietas en Europa y usa”-eno-1929.
- España. dirección general de carreteras- recomendaciones sobre glorietas / dirección general de carreteras. -3” reimp. - Madrid: ministerio de fomento. centro de publicaciones, 1999. 45 p. : il. ; 30 cm.- (serie normativas. instrucciones de construcción). <http://www.forte.es/documentos/69/glorietas.pdf>
- Ochoa pineda José miguel- estudio de criterios de diseño geométrico de las intersecciones a nivel según la abasto- tesis- Medellín 2009- revisado 2009- http://www.bdigital.unal.edu.co/2469/1/8105491.2009_1.pdf
- http://destinoverano.com/site/?post_type=portfolio&p=240
- <http://es.wikipedia.org/wiki/rotonda>
- *Letch worth garden city heritage foundation. «sign of the times».*
- *bbc news. «roundabout magic». «Frank Blackmore: traffic engineer and inventor of the mini-roundabout», the times.*
- www.dgt.es/was6/portal/contenidos/.../la_dgt/.../tema_079.doc
- *Adolfo mozota azcutia , temario específico estt - oep 2005, elaborado en 2003, tema 79: educación y seguridad vial- dirección general de tráfico- clasificación de glorietas según su geometría.*
- *adolfo mozota azcutia , temario específico estt - oep 2005, elaborado en 2003, tema 79: educación y seguridad vial- dirección general de tráfico- clasificación de glorietas según su ubicación.*
- *adolfo mozota azcutia , temario específico estt - oep 2005, elaborado en 2003, tema 79: educación y seguridad vial- dirección general de tráfico- recomendaciones geométricas*
- vigesima segunda convención nacional 1967 girardot: se eligió nuevamente como gobernador del distrito f-1 al c.l. ignacio niño sierra de buga f-2 al c.l salvador rueda y herrera de sincelejo, f-3 al c.l. hernado briceño caballero de bogotá y f-4 al c.l elberto ramirez bueno de cucutá para el periodo 1967-1968

ANEXO 1
PLANO, LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO



ANEXO 2

AFORO DE TRANSITO

ANEXO 3 INFORME DE ACCIDENTAL TRANSITO GIRARDOT 2013