



DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS



# **DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS**

**Realizado por:  
Víctor Pinos Mata**

**Tutor:  
Ing. Juan Pablo Riquetti Morales**



## RESUMEN

La presente tesis contiene los tres grandes grupos de intersecciones utilizadas en el diseño de vías urbanas. El objetivo de este trabajo es, contar con una guía que permita identificar el tipo de intersección a elegir, de acuerdo a los parámetros analizados para cada caso.

Para cada grupo de intersecciones, se da a conocer la definición, los tipos que se consideran, las especificaciones técnicas de diseño y su ámbito de aplicación.

El primer capítulo contiene, intersecciones convencionales a nivel, en el se detallan las diversas soluciones a emplear, tales como:

- 1.- Intersecciones sin sistemas de regulación, como son las intersecciones en “T” e intersecciones de cuatro ramales.
- 2.- Intersecciones semaforizadas.

El segundo capítulo contiene, intersecciones giratorias, que considera:

- 1.- Intersecciones giratorias con diámetro inferior a cuatro metros.
- 2.- Intersecciones giratorias dobles.
- 3.- Intersecciones giratorias a diferente nivel.
- 4.- Intersecciones giratorias partidas.
- 5.- Intersecciones giratorias semaforizadas.

El tercer capítulo contiene, intersecciones a distinto nivel, dentro de este tipo tenemos: 1.- Intersecciones de tres ramales tipo “Y” y “T”.

- 2.- Intersecciones de cuatro ramales.



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

### ABSTRACT

This research paper comprises the three main groups of intersections used in the design of urban roads. The objective of this work is to present a guide that identifies what type of intersection to choose according to the parameters analyzed for each case. The study presents the definition, types of intersections considered, technical design specifications, and scope of application for each group of intersections.

The first chapter contains ground-level conventional intersections, and it details the various solutions to be used, such as:

1. Intersections without regulatory systems, such as "T" junction intersections and four-way intersections
2. Signalized intersections.

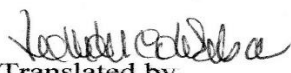
The second chapter is about rotary intersections, which considers:

1. Rotary intersections with less than four meters in diameter.
2. Double rotary intersections
3. Different levels rotary intersections.
4. Split rotary intersections.
5. Signalized rotary intersections.

The third chapter discusses intersections at different levels; within this type are:

1. Three-way "Y" junction and "T" junction intersections
2. Four-way intersections.



  
Translated by,  
Lic. Lourdes Crespo



## **CONTENIDO**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO</b>	<b>5</b>
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>8</b>
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>8</b>
<b>HIPOTESIS</b>	<b>8</b>
<b>1.- INTERSECCIONES CONVECIONALES A NIVEL</b>	<b>9</b>
<b>1.1.- DEFINICIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1.2.- TIPOS</b>	<b>9</b>
<b>1.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO</b>	<b>13</b>
<b>1.4.- AMBITO DE APLICACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>2.- INTERSECCIONES GIRATORIAS</b>	<b>25</b>
<b>2.1.- DEFINICIÓN</b>	<b>25</b>
<b>2.2.- TIPOS</b>	<b>26</b>
<b>2.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO</b>	<b>26</b>
<b>2.4.- AMBITO DE APLICACIÓN</b>	<b>31</b>
<b>3.- INTERSECCIONES A DISTINTO NIVEL</b>	<b>32</b>
<b>3.1.- DEFINICIÓN</b>	<b>32</b>
<b>3.2.- TIPOS</b>	<b>32</b>
<b>3.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO</b>	<b>38</b>
<b>3.4.- AMBITO DE APLICACIÓN</b>	<b>42</b>
<b>4.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>44</b>



**5.- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**



## **INTRODUCCIÓN**

Hace unos 5000 años, en Mesopotamia, con la invención de la rueda, surgió la necesidad de construir superficies de rodamiento para la circulación del tránsito. Más tarde los Cartagineses, construyeron un sistema de caminos de piedra a lo largo de la costa sur del Mediterráneo. El historiador griego Heródoto (484 – 425 A.C.) menciona que los caminos de piedra, construidos por el rey Keops de Egipto, sirvieron para brindar una superficie de rodadura, por la que se transportaron las inmensas piedras que hoy forman parte de las célebres pirámides. Con el surgimiento del Imperio Romano, en el año 312 A.C. se construyó la mundialmente famosa Vía Appia, que unió Roma con Hidruntum. En el continente americano, los incas, en el Perú, construyeron verdaderas obras de ingeniería, así lo demuestra la construcción de sus caminos en una topografía accidentada; mientras que los mayas, dejaron rastros de una avanzada técnica en la construcción de caminos.

En la edad media, durante el siglo X, se registra un incremento en la población y en el comercio, lo que generó un mayor tránsito, entre los mercaderes de Venecia y el Lejano Oriente.

En los Siglos subsiguientes, las ciudades tienen un crecimiento extraordinario, aumentando el tránsito en los mal conservados caminos.

Durante el siglo XVI y XVII, la industrialización contribuye al aumento del uso de los vehículos.

Durante la era moderna, el tránsito se incrementa, dando origen al mal estado de los caminos, por lo que se introduce el cobro de peajes, permitiendo la construcción y conservación de estos caminos. En los Estados Unidos y Europa, el desarrollo de estos caminos influye grandemente en la expansión del territorio y su fortalecimiento económico.



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

En el siglo XIX, se pone en operación el ferrocarril de vapor en Inglaterra, y se coloca a la vanguardia de los medios de transporte.

En el siglo XX, el vehículo de motor de combustión interna, se posiciona y pasa a ser considerado como un artefacto de lujo y deporte, por lo que, el transporte a nivel mundial experimenta importantes cambios.

Desde entonces, la mayor parte de las carreteras y calles actuales del mundo, están trazadas siguiendo las rutas que mantienen un patrón de cuadrícula rectangular, generando, que las velocidades de proyecto sean superadas por las de los vehículos que actualmente las transitan; debido a las características de curvatura, pendiente, sección transversal, capacidad de carga, que corresponde a un tránsito de vehículos más lento, como lo eran los primeros automóviles.

Las ciudades, a nivel mundial, dependen grandemente de sus sistemas de calles, ofreciendo servicios de transporte. En muchos de los casos, estos sistemas tienen que operar por arriba de su capacidad con el fin de satisfacer los incrementos de demanda por servicio de transporte, originando problemas de tránsito.

La congestión de tránsito en la ciudad de Cuenca, se debe exclusivamente a factores que están relacionados con:

### 1.- Diferentes tipos de vehículos circulando en la misma vialidad

- Diferentes dimensiones, velocidades, y características de aceleración
- Automóviles diversos
- Camiones y autobuses
- Camiones pesados



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

- Motocicletas, bicicletas.

### 2.- Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas

- Pocos cambios en el trazado urbano
- Calles angostas
- Aceras insuficientes
- Carreteras que no han evolucionado.

### 3.- Falta de planificación en el tránsito

- Especificaciones inadecuadas a las características funcionales
- Intersecciones proyectadas sin fundamento técnico
- Inadecuada política de estacionamiento.

### 4.- El automóvil no considerado como una necesidad pública

- Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.

### 5.- Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario

- Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
- Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.

La problemática a resolver, está orientada a garantizar la seguridad vial que evite la pérdida de vidas y adecue de forma eficiente la disposición de la infraestructura vial, así como, de las





## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

decisiones, por parte de los entes competentes, para una conveniente implementación de diversos sistemas que permitan mejorar la fluidez del tránsito y así evitar el congestionamiento en muchas de las arterias viales de las ciudades dentro del territorio nacional.

Las bases para una solución, con tendencia a un tránsito seguro y eficiente, están dados por tres elementos:

- 1.- La ingeniería de tránsito
- 2.- La educación vial
- 3.- La legislación y control de tránsito.

A falta de uno de estos tres elementos, conocidos como columnas del Templo de la Seguridad, se tendrá un tránsito con accidentes y congestionamiento<sup>14</sup>.



## **CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO**

Los elementos básicos a ser tomados en cuenta en el diseño de intersección son<sup>1</sup>:

### **FACTORES HUMANOS:**

Hábitos de conducción

Capacidad de los conductores a tomar decisiones

Decisión y tiempo de reacción

La conformidad con senderos naturales de movimiento

El recorrido de peatones y sus hábitos

Tránsito de bicicletas y sus hábitos

### **CONSIDERACIONES DE TRÁFICO:**

Diseño y capacidades reales

Movimientos de giros

Tamaño y características de funcionamiento del vehículo

Variedad de movimientos (divergentes, la fusión, el tejido, y el cruce)

Velocidades de vehículos

Participación de Tránsito

Movimientos de bicicletas

Movimientos peatonales



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

### ELEMENTOS FÍSICOS:

El carácter y utilización de la propiedad colindante

Alineaciones verticales en la intersección

Distancia de visibilidad

Ángulo de la intersección

Área de Conflicto

Carriles de cambio de velocidad

Características de diseño geométrico

Dispositivos de control de tráfico

Iluminación

Características de seguridad

El tráfico de bicicletas

Factores ambientales

### FACTORES ECONÓMICOS:

El costo de las mejoras

Efectos de controlar o limitar los derechos de vía en la zona colindante residencial o propiedades comerciales donde la canalización limite o prohíba los movimientos vehiculares.

Consumo de energía



### ÁREA DE INTERSECCIÓN FUNCIONAL:

Una intersección se define por sus áreas funcionales y físicas:

El área funcional de una intersección se extiende tanto aguas arriba como aguas abajo de el área de intersección física, e incluye cualquier carril auxiliar y su canalización asociada.

El área funcional en la aproximación a una intersección o en la entrada consta de tres elementos básicos: (1) distancia de percepción-reacción, (2) distancia maniobra, y (3) distancia de cola de almacenamiento.

La distancia recorrida durante la percepción-reacción y el tiempo, dependerán de la velocidad del vehículo, el estado de alerta del conductor, y la familiaridad del conductor con la ubicación.

Dónde hay un carril a la izquierda o a la derecha a su vez, la distancia de maniobra incluye la longitud necesaria para el frenado y cambio de carril. En ausencia de carriles de giro, se trata de un frenado a una parada cómoda.

La duración de almacenamiento debe ser suficiente para dar cabida a la cola más larga que espera la mayor parte de la hora crítica.



## **OBJETIVO GENERAL**

El diseño de intersecciones tiene como objetivo fundamental, brindar a los vehículos motorizados y no motorizados, la facilidad en la movilidad considerando aspectos como:

- 1.-Seguridad, tanto para el conductor como para el peatón.
- 2.- Comodidad que asiste el diseño geométrico y la superficie de rodadura, en función del volumen de tránsito garantizando el tiempo de traslado de las diferentes formas de circulación.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Proponer alternativas de solución para intersecciones congestionadas.

Identificar la problemática dentro de una intersección.

Analizar los parámetros que intervienen en cada tipo de intersección

Calcular, con los datos recopilados en campo, los parámetros necesarios para cada intersección.

Definir el tipo de intersección a utilizar.

## **HIPOTESIS**

La utilización de este manual permitirá una mejor selección a la hora de definir un diseño de una intersección.



## **1.- INTERSECCIONES CONVECIONALES A NIVEL**

### **1.1.- DEFINICIÓN**

Una intersección es el área en donde se encuentran dos o más vías, en las que se producen movimientos de tráfico. La intersección es la parte más importante de la red vial urbana; ya que nos permite controlar la seguridad, el costo de operación, la eficiencia y la velocidad de circulación.

Para el diseño de una intersección se debe considerar como objetivos:

- 1.- Mejorar la circulación de tráfico motorizado.
- 2.- Disminuir a través de sistemas de regulación o autorregulación los puntos de conflicto.
- 3.- Brindar la seguridad y confort a los diferentes modos de circulación motorizada y no motorizada.

### **1.2.- TIPOS**

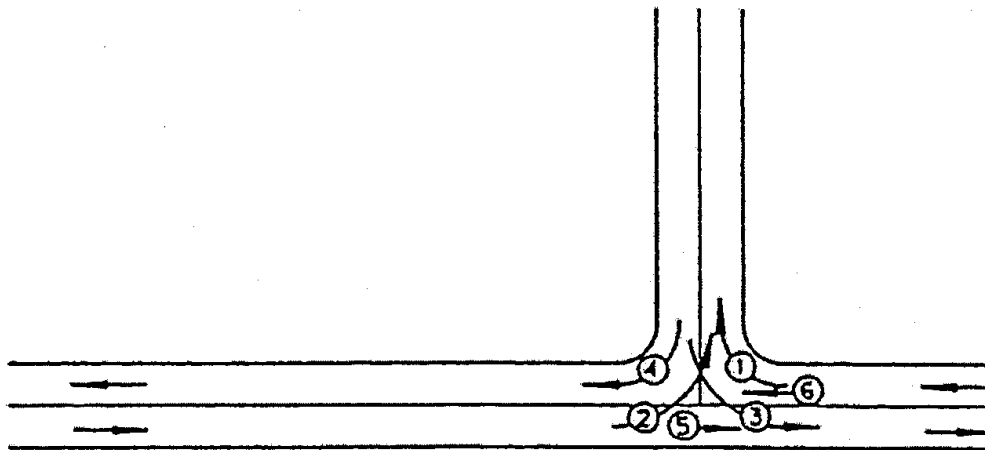
Entre los tipos de intersecciones convencionales a nivel se distinguen:

- Intersecciones sin sistemas de regulación, son las que admiten una libre circulación del tránsito, a un mismo nivel, generalmente éste tipo de intersección se utiliza para volúmenes pequeños de tráfico, y dependen de la jerarquía vial.

Los tipos básico relacionados a estas intersecciones son:

## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

- Intersecciones en T, o intersecciones de tres ramales <sup>1</sup>Fig. 1.1, se utiliza para el cruce de carreteras secundarias, en donde existe un bajo volumen de tráfico. Existen modificaciones para este tipo de intersecciones, las mismas que presentan en su diseño, canalizadores que permiten disminuir el número de conflictos en los giros. En la figura 1.1 se puede observar las diferentes posibilidades de giro en una intersección de tres ramales, lo que origina a su vez, puntos de conflicto entre los diferentes movimientos permitidos.

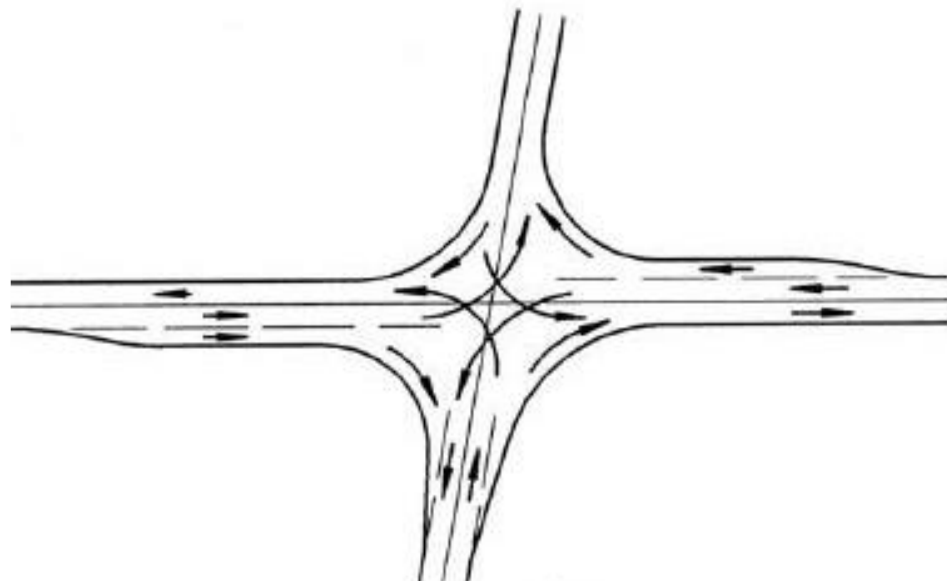


*Fig. 1.1*

- Intersecciones de Cuatro Ramales, <sup>1</sup>Fig. 1.2, se utiliza para el cruce de carreteras de menor importancia o carreteras locales, estos cruces enlazan carreteras secundarias

## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

con las principales autopistas. El ángulo de intersección no debe ser mayor de 30 grados, con relación a la perpendicular entre ramales.



*Fig. 1.2*

Las ventajas de una intersección convencional a nivel, facilita el diseño, requiere una baja ocupación del suelo y minimiza los costos de construcción y mantenimiento.

Las desventajas que presenta una intersección convencional a nivel, están relacionadas con los accidentes de tránsito, por la convergencia de tráfico que existe en los denominados puntos de conflicto, a menos que se utilicen carriles de incorporación, que pueden reducirse





## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

mediante la utilización de sistemas de regulación semafórica y/o con la implementación de canalizadores.

- Las intersecciones semaforizadas, son reguladas a través de dispositivos de control, y dependen del volumen de tráfico, para priorizar los diferentes movimientos o flujos vehiculares y modos de traslado, utilizando ciclos o intervalos de tiempo, que permiten una movilidad ordenada. La implementación de ondas verdes, a través de la configuración de ciclos semafóricos, está en función de la distancia mínima entre intersecciones, en ejes viales de acceso y/o salida de zonas urbanas.

Las ventajas de una intersección semaforizada, están ligadas a una regulación, del tránsito, de acuerdo a la prioridad que se ha establecido conforme lo indique el reporte de volúmenes de tráfico, permitiendo identificar y calcular los ciclos semafóricos, que garanticen la fluidez vehicular, y además conceda el desplazamiento a los peatones de una forma segura y ordenada. Además que; con la implementación del sistema de ondas verdes, se logra controlar la velocidad de aproximación de los vehículos hacia la intersección.

Las desventajas de una intersección semaforizada, se ven acentuadas en los costos de ejecución y mantenimiento; así como, en la generación de puntos de conflicto para los giros izquierdos para vías de dos o más ramales que convergen en la intersección.

Para implementar, en una red viaria urbana el tipo de intersección, se debe tomar en cuenta:

- 1.- El nivel jerárquico de las vías que concurren hacia el nudo en análisis, considerando la distancia mínima entre intersecciones, para garantizar el nivel de servicio y la capacidad vial.
- 2.- La disponibilidad del espacio físico y las condiciones topográficas necesarias para el emplazamiento.
- 3.- La mitigación de los impactos, en el entorno, por la implementación de la nueva intersección.



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

Cuando se ha seleccionado un tipo de intersección, para una determinada zona, se deberá aplicar los controles de diseño y criterios utilizados para conseguir un adecuado plan geométrico vial.

### **1.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

El objetivo de una intersección es dar una solución a los puntos de conflicto, minimizando los accidentes de tránsito y agilizando los movimientos vehiculares, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Movimientos preferentes de tránsito
- Cruce perpendicular entre ramales
- Limitar la velocidad de circulación, a través de la colocación de canalizadores de tráfico y radio de giro.
- Eliminar las áreas de conflicto
- Señalización adecuada de forma tal que permita que viabilice la incorporación rápida y segura a la vía de intersección
- Utilización de canalizadores e isletas que garanticen la seguridad vial

#### **1.3.1.- Análisis de la Capacidad**

El análisis del nivel de servicio es una de las consideraciones más importantes dentro del diseño de intersecciones. Se puede contar con niveles de servicio y capacidades óptimas, si la intersección incluye carriles auxiliares, canalizadores adecuados y dispositivos de control de tráfico.<sup>1</sup>

El HCM (Highway Capacity Manual) define como *Niveles de Servicio* a las condiciones de operación, en términos de medidas de rendimiento de tráfico, relacionados con la velocidad y el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, y la comodidad y conveniencia. <sup>1</sup>*Tabla 1.1.*

<b>NIVELES DE SERVICIO</b>	<b>CONDICIONES DE OPERACIÓN GENERAL</b>
A	Flujo libre
B	Flujo razonablemente libre
C	Flujo Estable
D	Aproximándose al flujo inestable
E	Flujo Inestable
F	Forzado

*Tabla 1.1*

#### Nivel de servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación.

Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.



#### Nivel de servicio B

Está aún dentro del rango de flujo libre, aunque se empieza a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior, porque la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

#### Nivel de servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida, El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

#### Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.



#### Nivel de servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es enormemente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

#### Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los “cuellos de botella”.<sup>14</sup>

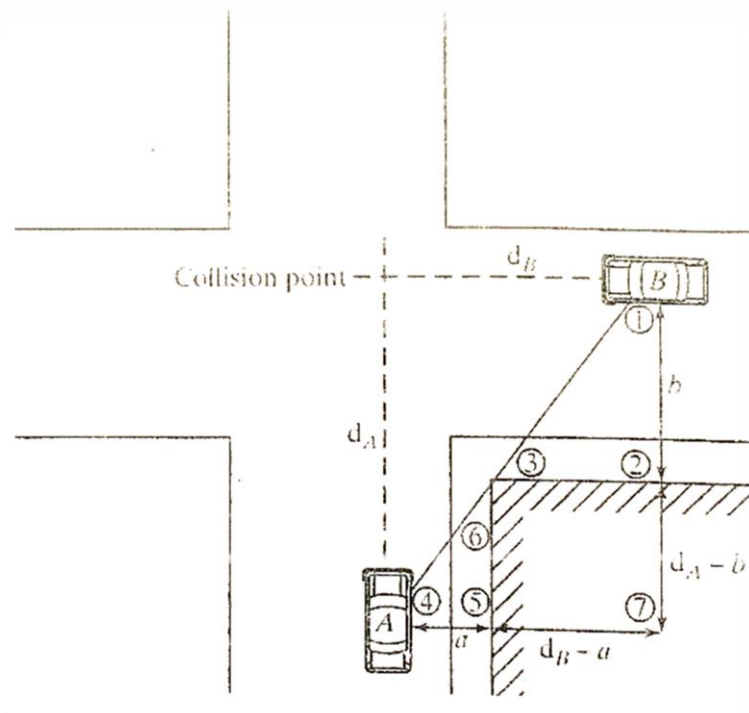
Los organismos viales deben tratar de ofrecer el más alto nivel de servicio, sin embargo los niveles como el “D”, debe tratarse con moderación; debiendo por lo menos conseguir un nivel “C”.

### 1.3.2.- Distancia de Visibilidad

En las intersecciones, la distancia de visibilidad normalmente está limitada por las construcciones, obstrucciones ubicadas cerca de las esquinas, que impiden lo que se denomina como *línea de vista*.

En un punto en donde, dos conductores en ambas aproximaciones, ven por primera vez al otro vehículo, el conductor del vehículo A está a una distancia  $d_A$  del punto de colisión, y el vehículo B está localizado a una distancia  $d_B$  del punto de colisión <sup>2</sup>Fig. 1.3.

El triángulo visual, debe brindar la seguridad que requieren los dos vehículos para evitar una colisión en donde se intersectan las líneas de los catetos  $d_A$  y  $d_B$ .



**Fig. 1.3**

Nótese que en la Fig. 1.3, se forman tres triángulos semejantes, conformados por la línea de vista y las proyecciones de las distancias  $dA$  y  $dB$  sobre la esquina de la construcción de interferencia. De ésta semejanza de triángulos se puede establecer la siguiente relación:

$$\frac{b}{dB - a} = \frac{dA - b}{a}$$

$$dB = \frac{a dA}{dA - b}$$

Donde:

$dA$  = distancia del vehículo A hasta el punto de colisión (m)

$dB$  = distancia del vehículo B hasta el punto de colisión (m)

$a$  = distancia desde el vehículo A hasta la vista de obstrucción (m)

$b$  = distancia desde el vehículo B hasta la vista de obstrucción (m)

The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) sugiere que para garantizar un funcionamiento seguro y sin control, el conductor debe ser capaz de parar antes de llegar al punto de colisión cuando se ven por primera vez entre sí.

La distancia  $dA$  y  $dB$  debe ser igual o mayor que la distancia de frenado de seguridad en los puntos donde inicia la línea de visibilidad. La norma AASHTO indica que el tiempo de reacción del conductor debe ser de 2.5 segundos. Por lo que la distancia de seguridad de frenado viene dada por:

$$dp = 0.278 V t + \frac{V^2}{254(f + J)}$$

Donde:

$dp$  = distancia de seguridad de parada (m)

$V$  = velocidad del vehículo (km/h)

$t$  = tiempo de reacción (seg)

$f$  = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento

$J$  = inclinación de la rasante (%)

Con ésta ecuación, podemos comprobar si un triángulo visual de intersección, cumple con los requisitos de distancia de vista, a través de:

- 1.- Se asume que el vehículo A se encuentra a una distancia de seguridad desde el punto de colisión, es decir  $dA = dp$ . También se indica que el vehículo A transita por una calle secundaria.
- 2.- Con la ecuación  $dB$  calculamos la ubicación del vehículo en B cuando los conductores se ven por primera vez entre sí, por lo tanto, ésta será la posición real del vehículo en B cuando se genera la línea de vista  $dB_{real}$ .
- 3.- Se requiere que ambos vehículos tengan una distancia de seguridad disponible, por lo tanto, el requisito mínimo para  $dB$  es la distancia de seguridad para el vehículo B, entonces con la ecuación para  $dp$  calculamos la distancia  $dB_{min}$ .
- 4.- La intersección opera sin control, es decir  $dB_{real} \geq dB_{min}$

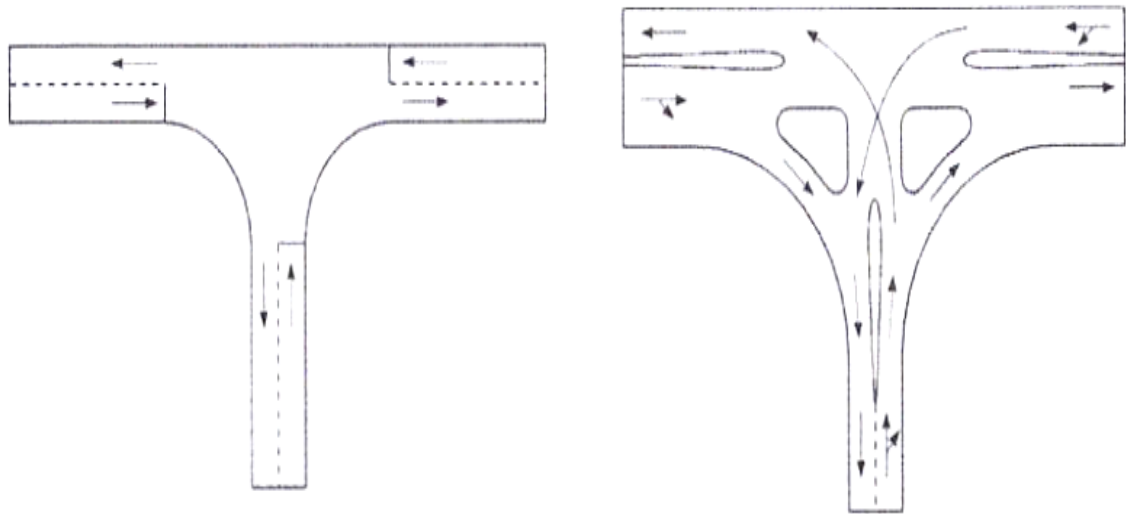
### **1.3.3.- Canalizadores en Intersecciones**

Los canalizadores se deben considerar en intersecciones atendiendo:

- A la intensidad del tráfico
- A la capacidad que se espera conseguir



Una intersección con canalizadores dispone de una mayor capacidad que las intersecciones no canalizadas. <sup>3</sup>Fig. 1.4.



***Fig. 1.4 Intersección no Canalizada e Intersección Canalizada***

La intersección con canalizadores debe estar vinculada a:

- Preferencia a los movimientos principales.- Los movimientos principales en una intersección son aquellos que tienen preferencia para la circulación vehicular sobre los movimientos secundarios; y para ello, existen métodos que limitan a estos últimos a través de la colocación de señalización, reducción del ancho y del radio de giro.



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

- Reducción de las áreas de conflicto.- Referido a las superficies que generan un tráfico desordenado, incrementando los accidentes de tránsito en la intersección, por una exigua e inexistente trayectoria definida.
- Perpendicularidad de las trayectorias.- Para minimizar los conflictos en una intersección se recomienda, a medida de lo posible, que los ramales concurrentes en el nudo formen un ángulo recto, siendo admisible ángulos entre el rango de  $60^\circ$  y  $120^\circ$ .
- Paralelismo de las trayectorias convergentes o divergentes.- Para mejorar la fluidez en la circulación vehicular y la seguridad vial, los vehículos que salen o se incorporan a una intersección, deben hacerlo con ángulos que varían entre  $10^\circ$  y  $15^\circ$ .
- Control de los puntos de giro.- Los canalizadores conducen al flujo vehicular a través de trayectorias deseadas, evitando de esta manera movimientos desordenados.
- Control de la velocidad.- Se lo realiza por medio de curvas con radios mínimos o reduciendo el ancho de los carriles, con el propósito de limitar la velocidad máxima en una intersección.
- Visibilidad.- Esta en función de la distancia de parada, que permite realizar al conductor que circula, en la aproximación de la intersección, con preferencia de paso, la maniobra que evite un accidente de tránsito.
- Sencillez y claridad.- En una intersección, la trayectoria del tráfico vehicular para la incorporación o salida de la misma, se debe evitar los recorridos complejos, ya que estos producen en el conductor incertidumbre, acarreándole al cometimiento de errores aumentando el riesgo de accidentes.



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

- Comodidad.- Las trayectorias vehiculares dentro de una intersección, deben tener la facilidad y comodidad que le permita al conductor realizar la maniobra deseada sin perjuicio de la fluidez en el tráfico.

- Zonas protegidas para peatones.- Es imperativo contar con zonas peatonales de protección en intersecciones, de manera particular cuando los ramales que concurren a un nudo, disponen de dos o más carriles por sentido de flujo vehicular; y además, los ciclos semafóricos no permiten la seguridad al peatón.

### **1.3.4.- Tipos de Canalizadores**

Entre los elementos que regulan y canalizan la circulación vehicular en una intersección tenemos:

- Isletas.- Se las define como el espacio físico existente, entre carriles de circulación, dentro de una intersección, que se utiliza para limitar las trayectorias que producen conflicto.

Las isletas pueden ser materializadas mediante marcas viales, a nivel de la calzada, pintadas sobre el pavimento o mediante la construcción de un bordillo sobre la calzada que impide la invasión al tráfico, otorgándoles refugio a los peatones que cruzan la vía.

Entre los diferentes tipos de isletas tenemos:

a.- Isletas separadoras.- Este tipo de isletas sirve para ordenar y dividir el tráfico en una vía, éste dispositivo se lo puede utilizar para separar carriles del mismo sentido y/o carriles de sentido contrario.

b.- Isletas de trayectoria.- Se utilizan para encauzar los diferentes tipos de movimientos inducidos dentro de una intersección.



c.- Isletas de protección.- Esta infraestructura proporciona un resguardo a los peatones, generalmente en tramos de vías con anchos importantes. El propósito de este tipo de isleta, es reducir el tiempo de cruce, aumentando la capacidad de la intersección.

### **1.3.5.- Semáforos**

Son dispositivos reguladores del tráfico en zonas urbanas. Disponiéndose de por lo menos un semáforo que se ubica en los accesos a la intersección.

Las intersecciones semaforizadas las podemos definir a través de:

a.- Fase.- Tiempo que tarda un determinado movimiento dentro de la intersección, cuando el semáforo permanece con luz verde.

b.- Ciclo.- Tiempo correspondiente a la suma de las diferentes fases, luz verde y roja, incluyendo a los tiempos de transición de luz de color ambar.

Se distinguen distintos tipos de semáforos de acuerdo al modo de operación:

1.- Semáforos de tiempos fijos.- Su funcionamiento depende de la programación inicial previamente introducida, sin posibilidad de variación, a no ser que se lo vuelva a programar. Se lo utiliza para zonas en donde existe una baja densidad de circulación.

2.- Semáforos de tiempo variable.- Este tipo de semáforos son adaptativos a las diversas condiciones de tráfico existente durante el día, pudiendo programarlos de acuerdo a las situaciones estudiadas previamente.

3.- Semáforos accionados por dispositivos detectores.- Su funcionamiento depende de la intensidad de tráfico que registre el dispositivo utilizado, que pueden ser:

- Dispositivos detectores de presión
- Dispositivos magnéticos
- Dispositivos de lazo



- Dispositivos de radar

4.- Semáforos de control centralizado.- Este tipo de semáforos se conectan a una central encargada de detectar el tráfico existente en la intersección, analizando los datos y regulando las fases de acuerdo a la demanda.

5.- Semáforos peatonales.- Destinados a brindar la movilidad peatonal en una intersección, pudiendo ser activados de forma automática o por dispositivos manuales accionados por el usuario.

#### **1.4.- AMBITO DE APLICACIÓN**

Las intersecciones sin sistemas de regulación son utilizadas para volúmenes pequeños de tráfico, dependiendo de la jerarquía vial.

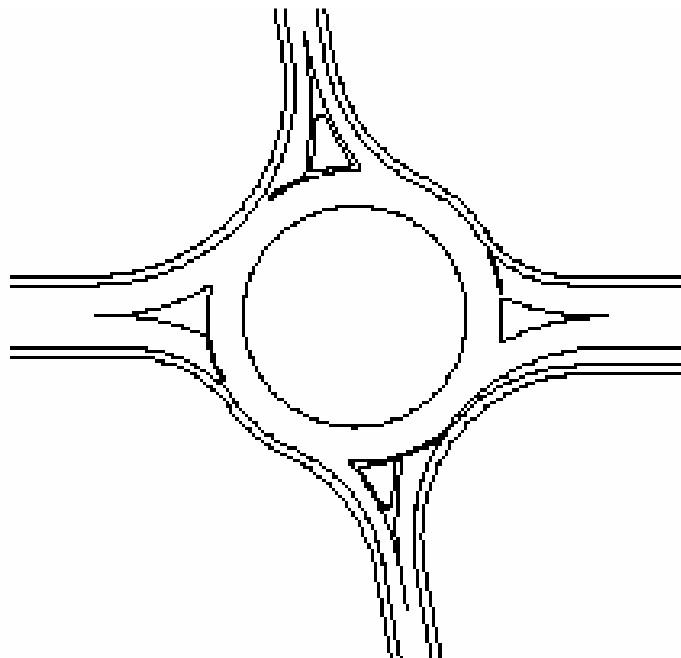
Las intersecciones con canalizadores se utilizan cuando el flujo de tránsito es igual o superior a los 300 vehículos por día.

Las intersecciones semaforizadas, dependiendo de los distintos tipos de semáforo escogido de acuerdo al modo de operación, se utiliza en: a.- zonas de baja densidad de circulación (semáforos de tiempos fijos), b.- en grandes núcleos urbanos (semáforos de control centralizado).

## 2.- INTERSECCIONES GIRATORIAS

### 2.1.- DEFINICIÓN

Una intersección giratoria es la confluencia de ramales, hacia un anillo de circulación rotatoria en sentido antihorario alrededor de un círculo central. Los vehículos que circulan sobre ella, tienen la prioridad de paso. <sup>4</sup>Fig. 2.1.



*Fig. 2.1 Intersección Giratoria*



## **2.2.- TIPOS**

Dependiendo de sus características intrínsecas, se distinguen los siguientes tipos de intersecciones giratorias:

- Intersecciones giratorias con diámetro inferior a cuatro metros.- Permiten el paso de vehículos pesados y la velocidad está limitada a 50 km/h para todos los accesos.<sup>5</sup>
- Intersecciones giratorias dobles.- Formadas por dos glorietas, de características geométricas semejantes, conectadas entre sí por un tramo recto de vía.
- Intersecciones giratorias a diferente nivel.- Se ubican en la parte alta o baja de una intersección a desnivel.
- Intersecciones giratorias partidas.- Se caracteriza por ser atravesada en el islote central, por la vía principal. Los vehículos que transitan por el anillo de circulación rotatorio, deben ceder el paso a los vehículos que viajan por la vía principal.
- Intersecciones giratorias semaforizadas.- Este tipo de intersección tiene incorporado un sistema de semaforización.

## **2.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

Para el diseño de una intersección giratoria, es necesario tener en cuenta los elementos intrínsecos de la rotonda; estos elementos están en función de la geometría, funcionalidad, capacidad y seguridad, los mismos que son:

- Anillo de circulación.- El anillo de circulación es la zona que corresponde a la calzada anular, por donde circunvala el tráfico vehicular. La calzada anular recepta el tráfico en la



## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

intersección, lo incorpora al anillo giratorio hasta que abandona la intersección por una de sus salidas.

Para receptor el volumen de tráfico, la calzada anular debe tener el mismo número de carriles, de la vía de conexión hacia la intersección, así como, de la vía de desfogue.

Por otra parte, el ancho de la calzada anular debe ser uniforme y lo suficientemente amplio para permitir el giro de los vehículos pesados más largos previstos dentro de la circulación vial.

- Islote central.- Es el espacio que se ubica hacia el borde interno de la calzada anular. El Islote sirve como:

- Obstáculo en la dirección de las vías que concurren hacia la intersección
- Para evitar puntos de conflicto en la circulación secante.

- Entradas y Salidas.- Por la preferencia que existe para la circulación dentro de la calzada anular, con respecto a las vías de conexión que se aproximan a la intersección, tanto las entradas como las salidas de la rotonda tienen características geométricas diferentes.

En las entradas a rotondas a través de vías hacia la intersección giratoria, se realiza una curvatura, en planta, con radios que varían entre 10 y 30 m.

En las salidas de rotondas hacia vías que se conectan con la intersección giratoria, los radios de curvatura del empalme entre la calzada anular y la vía de desfogue, deben ser mayores que los considerados en las entradas, así como, se recomienda carriles de salida más anchos.

- Isletas deflectoras.- Son los espacios físicos, en el punto de unión entre la intersección giratoria y los ramales que se conectan a ella, separando los sentidos de las vías de aproximación y desfogue que se conectan a la rotonda.





### 2.3.1.- Capacidad

La capacidad es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.<sup>14</sup>

La capacidad de una intersección giratoria está en función del volumen de tránsito en cada ingreso.

En el caso de tener una calzada anular de un solo carril se utiliza la fórmula<sup>6</sup>.

$$Q_e = 1500 - 5/6(Q_c + 0.2Q_s)$$

En donde:

$Q_e$  = Capacidad de una entrada (veh/h)

$Q_c$  = Tráfico que circula por la calzada anular (veh/h)

$Q_s$  = Tráfico que sale por la misma vía de entrada (veh/h)

Para la aplicación de la fórmula anterior, en el caso de intersecciones giratorias que no dispongan de un solo carril en la vía de acceso y en la calzada anular, se debe considerar:

- Para rotondas de más de 30 metros de diámetro, con un ancho de calzada anular de 8 metros, se debe utilizar el 70% de  $Q_c$

- Para rotondas urbanas de entre 10 y 30 metros de diámetro, con un ancho de calzada anular de 8 metros, se debe utilizar el 90% de  $Q_c$

- Para el caso en el que se tenga la entrada con dos carriles, se debe considerar  $1.4 \times Q_e$

Este proceso nos sirve para la estimación inicial del número de carriles y el diámetro mínimo de la rotonda.

### 2.3.2.- 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.<sup>14</sup>

En una intersección giratoria es recomendable que los vehículos que circulen por la calzada anular, así como, por los accesos, tengan una velocidad uniforme. De no presentarse uniformidad en la velocidad, la diferencia entre la velocidad de operación de los accesos no debe ser muy distante de la velocidad de diseño de la rotonda, para ello se establece la siguiente tabla, en la que se muestra la relación de velocidades: <sup>7</sup>Tabla 2.1

VELOCIDAD DE DISEÑO DE LOS ACCESOS (Km/h)	VELOCIDAD MEDIA DE OPERACIÓN DE LOS ACCESOS (Km/h)	VELOCIDAD DE DISEÑO DE LA ROTONDA (Km/h)	
		Mínima	Deseable
50	43	30	45
65	45	45	55
80 ó más	65 a 80	50	65

*Tabla 2.1*

### 2.3.3.- Geometría de la isleta central

La geometría de una isleta está en función de la velocidad de diseño de la rotonda, al número y ubicación de los accesos y de las distancias de entrecruzamiento.

Una vez definida la geometría de la isleta central, se trazan los segmentos de la rotonda utilizando los criterios de velocidad de diseño.



*<sup>7</sup>Se recomienda que los islotes centrales de forma circular o elipsoidal, sean de excentricidad entre  $\frac{3}{4}$  y 1, de diámetros comprendidos entre los 15 y los 30 metros.*

#### **2.3.4.- Accesos**

Los enlaces entre los accesos viales y la rotonda, para su óptimo funcionamiento, deben tener similares características de velocidad de circulación, por lo que sus radios de giro deben guardar relación con el diámetro de la rotonda.

#### **2.3.5.- Ancho de la calzada anular**

El ancho de la calzada anular depende directamente del número de carriles de la entrada más amplia. Debiendo considerar las normas de diseño geométrico de vías, en relación al diseño de sobre-anchos.

#### **2.3.6.- Peralte**

El peralte de una calzada anular en realidad es un contra-peralte, éste debe tener una pendiente del 3% para la evacuación de aguas lluvia.

#### **2.3.7.- Ángulos de las vías de acceso**

Por razones inherentes a la disminución de la velocidad, al momento de ingresar desde el acceso hacia la calzada anular de la rotonda, los ejes de los carriles de ingreso a la rotonda deberán formar un ángulo entre  $20^\circ$  y  $60^\circ$  con la tangente a la calzada circular.

#### **2.3.8.- Visibilidad**

La visibilidad está ligada a la reducción de la velocidad al momento de ingresar por uno de los accesos hacia la calzada anular, esto se logra por el efecto de percepción – reacción del conductor, al momento de percatarse de la existencia de la intersección giratoria, próxima a su desplazamiento.



### **2.3.9.- Señalización**

Es muy importante que dentro de la zona considerada como *-área de intersección funcional-* se ubiquen las señales informativas y preventivas, que anuncien la proximidad a tomar la intersección giratoria.

### **2.4.- AMBITO DE APLICACIÓN**

Por su sencillez y fácil comprensión para el usuario este dispositivo se lo utiliza en intersecciones debido a la disminución de accidentes con respecto a una intersección regulada por semáforos, para un determinado volumen de tráfico.

En zonas urbanas o suburbanas con altos flujos de tráfico.

Para transiciones entre carreteras y vías urbanas.

Se recomienda el uso de glorietas, en zonas que estén ubicadas fuera de poblados, con velocidades altas de acceso y con pocas limitaciones de espacio.



### **3.- INTERSECCIONES A DISTINTO NIVEL**

#### **3.1.- DEFINICIÓN**

Son aquellas intersecciones que por su aplicación funcional, dan solución a los cruces entre dos o más vías, a través de la implementación de pasos a diferentes niveles, construidos de forma elevada o deprimida con respecto a la vía sobre el terreno natural.

Los pasos a distinto nivel, mejoran la capacidad y seguridad vial, así como la fluidez vehicular.

El alto costo inicial que representa considerar este tipo de intersección, como una solución para el emplazamiento en una determinada zona, hace que los justificativos estén orientados a una mejora notable para el tránsito vehicular; ya que, con la implementación de este tipo de infraestructura, existe un impacto considerable desde el punto de vista ornamental.

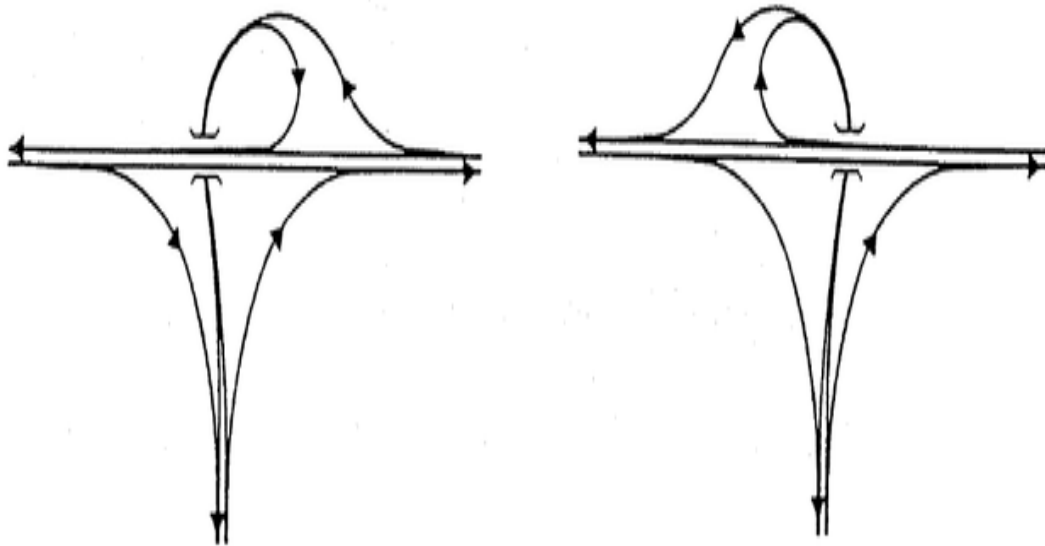
Este tipo de intersecciones se utiliza generalmente en cruces entre autopistas y vías principales. El uso de esta infraestructura, está supeditado al espacio físico, bajos niveles de servicio o una capacidad vial insuficiente.

#### **3.2.- TIPOS**

Se distinguen dos grupos principales:

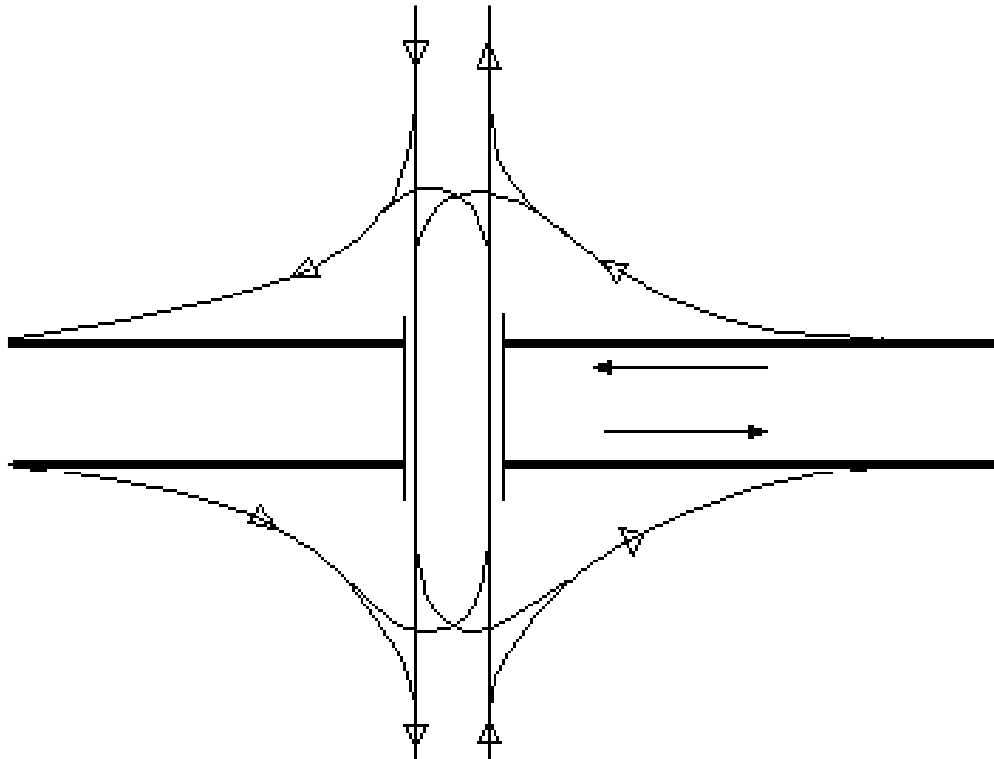
*Sin Solución de parada o enlaces puros, cuando resuelve el encuentro y cruce de vías a distinto nivel sin que se produzcan cruces de trayectorias ni puntos de parada de alguna de las corrientes de tránsito rodado, los más frecuentes son:<sup>7</sup>*

- Intersecciones de tres ramales: están las tipo T e Y, siendo la más común la tipo trompeta.
  - Intersección tipo trompeta.- Es una intersección compuesta de tres ramales, los giros a la derecha y a la izquierda se resuelven por medio de ramales directos. <sup>9</sup>Fig 3.1



*Fig 3.1*

- Intersección tipo diamante.- Es una intersección compuesta de cuatro ramales con condición de parada, todos los giros a la izquierda se resuelven con intersecciones. Se recomienda que la vía principal se diseñe utilizando el nivel inferior de la intersección. <sup>10</sup>Fig 3.2



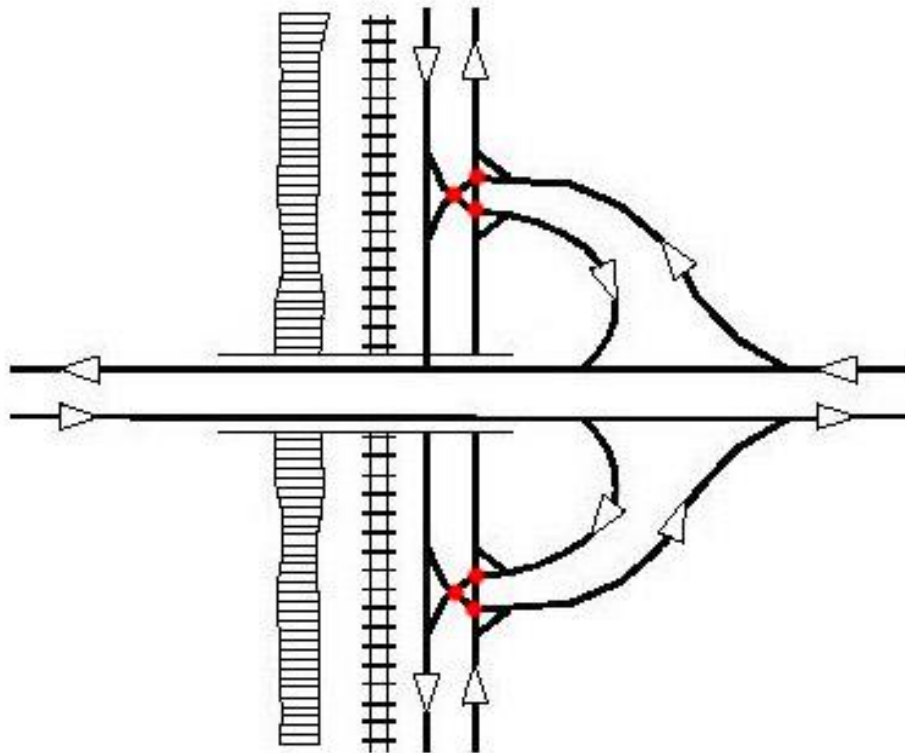
**Fig 3.2**

<sup>8</sup>Con solución de parada, o enlaces parciales, cuando disponiendo de elementos a más de un nivel, exige la solución a nivel de algunos cruces entre trayectorias vehiculares, lo que puede exigir la parada de alguna corriente circulatoria.

- Intersecciones de cuatro ramales: están la tipo Trébol, Trébol Parcial y Direccionales.

- Trébol parcial.- Es una intersección de cuatro ramales con condición de parada, con giro continuo a la izquierda a través de una vía de enlace. La característica de la

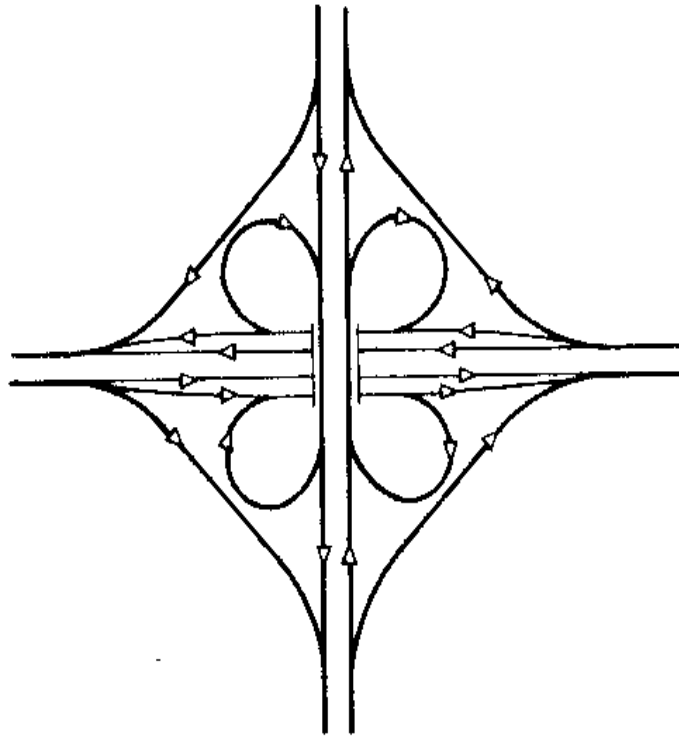
intersección de trébol parcial es, que las salidas y entradas a la derecha se realizan desde y hacia la vía principal respectivamente. <sup>11</sup>Fig 3.3



*Fig 3.3*

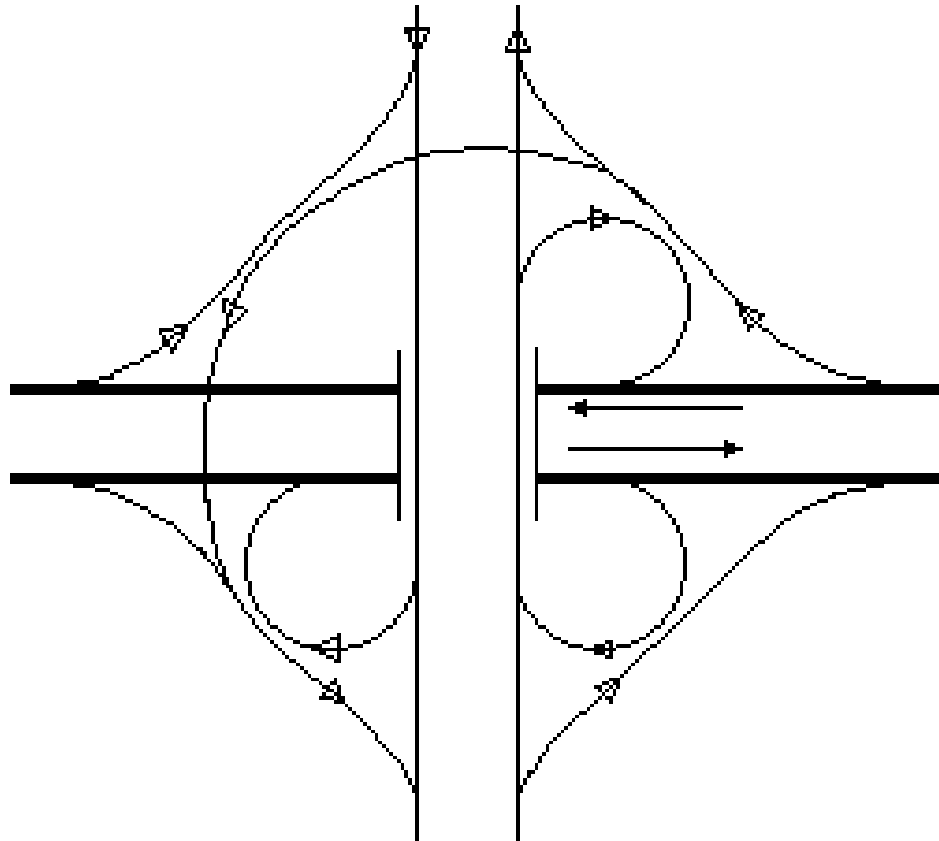
- Trébol completo.- Son intersecciones de cuatro ramales y de triple circulación, los giros a la izquierda se resuelven por medio de vías de enlace, y los giros a la derecha a través de ramales directos. <sup>12</sup>Fig 3.4





*Fig 3.4*

- **Direccionales.-** Son intersecciones de cuatro ramales y son utilizadas para el cruce entre autopistas, vías de la misma jerarquía y altas velocidades de circulación. <sup>10</sup>Fig 3.5



*Fig 3.5*



### **3.3.- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO**

#### **3.3.1 Criterios de diseño**

- Análisis y definición de la geometría de una intersección a distinto nivel, para ello debemos considerar:

- Topografía
- Suelos y Pavimentos
- Drenajes

#### **3.3.2 Longitud de ramales**

Está directamente relacionada con la aceleración y desaceleración que se produce dentro una vía hasta llegar a un punto de parada, por lo que en una desaceleración de 80 a 40 km/h, se necesitaría una longitud de 100 m, tomando en cuenta también la longitud de visibilidad de parada.

#### **3.3.3 Sección de entrecruzamiento**

Se define como la zona en donde se encuentran los diferentes flujos de vehículos que circulan en un mismo sentido.

El ancho del tramo de entrecruzamiento se expresa en número de carriles, y se calcula a través de la siguiente expresión:

$$N = \frac{F1 + F2 + W1 + W2Xk}{Vs}$$

Donde:

N: Ancho del tramo de entrecruzamiento en carriles

F1 y F2: Volúmenes de tránsito directo

W1: Volumen mayor que se entrecruza

W2: Volumen menor que se entrecruza

K: Factor de influencia de entrecruzamiento

Vs: Volumen de servicio correspondiente a la calidad del flujo deseado de acuerdo a: *Tabla 3.1*

Calidad de Flujo	Volumen de Servicio
	Veh/h/carril
I	2900
II	1900
III	1800
IV	1700
V	1800

*Tabla 3.1*

El número mínimo de carriles en la sección de entrecruzamiento viene dado por:

$$N = \frac{W1 + kW2 + F1 + F2}{C}$$

Donde:

N: Número de carriles

W1: Volumen mayor que se entrecruza

W2: Volumen menor que se entrecruza

F1 y F2: Volúmenes exteriores que no se entrecruzan

K: Factor de influencia de entrecruzamiento ( $1 < k < 3$ )

C: Capacidad normal del carril de la vía principal, según *Tabla 3.2*

Calidad de Flujo (C)	Volumen
	Veh/h/carril
I	2000
II	1900
III	1600
IV	1700
V	1600

*Tabla 3.2*

### 3.3.4 Gálbo

La altura en cualquier punto de un enlace será de 4.5 m

### 3.3.5 Pendientes y radios de giro

La pendiente longitudinal de las calzadas que confluyen debe ser, en lo posible, menor de 4% para facilitar el arranque de los vehículos que acceden a la calzada principal<sup>13</sup>

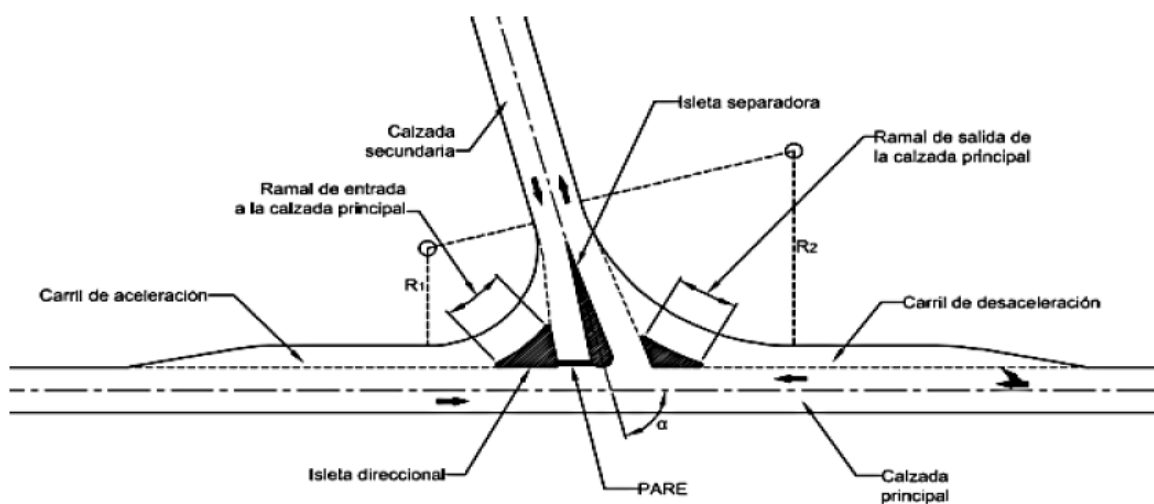
El radio mínimo de giro debe corresponder al radio mínimo de giro del vehículo del diseño seleccionado<sup>13</sup>.

El ángulo de entrada, debe estar comprendido entre 60° y 90°<sup>13</sup>.

### 3.3.6 Carriles de aceleración y desaceleración

En la <sup>13</sup>Fig 3.6 se puede apreciar dos diferentes tipos de carriles, el primer carril denominado carril de aceleración y el segundo, denominado carril de desaceleración.

- Carril de aceleración.- Se diseña un carril de aceleración para que los vehículos que deben incorporarse a la calzada principal puedan hacerlo con una velocidad similar a la de los vehículos que circulan por ésta. Los carriles de aceleración deben ser paralelos a la calzada principal
- Carril de desaceleración.- Tienen por objeto permitir que los vehículos que vayan a ingresar en un ramal de salida o en un ramal de enlace puedan reducir su velocidad hasta alcanzar la de la calzada secundaria o la del ramal de enlace. Su utilidad es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de velocidades.



**Fig 3.6**



### **3.4.- AMBITO DE APLICACIÓN**

Para intersecciones a distinto nivel, es recomendable que la vía, de acuerdo al estudio de tráfico, de mayor volumen de tránsito, ocupe el nivel inferior del empalme, por razones de disminución de costos en la construcción y mantenimiento.

Este tipo de enlaces se los utiliza para vías de gran capacidad, cruce de autopistas que tengan un TPDA mayor o igual a 20000 vehículos.

Las intersecciones que tengan vías de jerarquía similar, y además una alta velocidad de circulación, se recomiendan el uso de los enlaces puros.

La intersección tipo trébol completo, estará supeditado a la disponibilidad del suelo y a los costos de inversión iniciales; sin embargo, se podría emplear la intersección tipo trébol parcial, dependiendo de los volúmenes de tráfico.

Finalmente se recomienda los enlaces tipo diamante para intersecciones de gran intensidad.



#### **4.- CONCLUSIONES**

Para realizar el diseño de una intersección, de acuerdo a criterios de seguridad y eficiencia vial, es necesario contar con el espacio adecuado, que garantice la aplicación de las diversas soluciones propuestas para tal efecto; ya que, un espacio reducido, restringen las posibilidades que se desprenden del diseño.

El tipo de intersección seleccionada, a implementar, como una solución de nudo; debe considerar los datos de tráfico y jerarquía vial. Estos datos deberán ser confiables, por lo que se recomienda utilizar para su obtención, tecnologías actuales, que garanticen la calidad de los mismos.

Con el empleo de software especializado, se deberá realizar una modelación, con los datos recopilados en campo, que permita determinar con absoluta certeza el tipo de intersección a utilizar.

Se debe considerar dentro del diseño; que, cumpliendo con los parámetros establecidos para cada caso, el tipo de intersección, garantice la seguridad para peatones y conductores de los diferentes modos de transporte.

#### **RECOMENDACIONES**

Para cambiar un control de señalización de para a un control semaforizado, se debe considerar: 1.- Volumen mínimo de vehículos. 2.- Tránsito continuo interrumpido. 3.- Antecedentes de accidentes.

Las intersecciones giratorias se deben utilizar, en cruces de vías de escaso tráfico, en áreas urbanas y canalizadas, en áreas no urbanizables.





## DISEÑO DE INTERSECCIONES EN VIAS URBANAS

Para el diseño de intersecciones a distinto nivel, debe considerarse intensidades superiores a 20000 vehículos diarios o 1500 vehículos en la hora pico.



## **5.- REFERENCIA BIBLIOGRAFICA**

### **<sup>1</sup>AASHTO (2012)**

A policy on geometric design of highways and streets  
AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials),  
Washington, D.C.

### **<sup>2</sup>TRAFFIC ENGINEERING**

fourth edition/United States/Roger P. Roess, Elena S. Prassas, William R.  
McShane/2011/Pearson

### **<sup>3</sup>MANUAL DE CARRETERAS**

[https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiDrbnmhbDLAhVB1R4KHcSfAEIQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fsrrio.ua.es%2Fproyectos%2Fmanual\\_%2520carreteras%2F01010501.pdf&usg=AFQjCNEyXoIQogwdzV\\_M44AXaVbGV\\_xM\\_w&sig2=MsvmohlaRkWX\\_Bd16JFzvQ/](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiDrbnmhbDLAhVB1R4KHcSfAEIQFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fsrrio.ua.es%2Fproyectos%2Fmanual_%2520carreteras%2F01010501.pdf&usg=AFQjCNEyXoIQogwdzV_M44AXaVbGV_xM_w&sig2=MsvmohlaRkWX_Bd16JFzvQ/) Luis  
Bañón Blazquez/2016

### **<sup>4</sup>INTRODUCCION A LAS INTERSECCIONES GIRATORIAS**

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3375/368145.pdf;jsessionid=D698AB0CA37AAF8C17916A54192C29A5?sequence=5>

### **<sup>5</sup>INTRODUCCION A LAS INTERSECCIONES GIRATORIAS**

GLORIETAS: CONCEPTO Y CLASES DE INTERSECCIONES GIRATORIAS.  
UTILIDAD DE LAS GLORIETAS. CRITERIOS GENERALES PARA LA  
IMPLANTACIÓN DE GLORIETAS. RECOMENDACIONES GEOMÉTRICAS.  
FUNCIONAMIENTO DE UNA GLORIETA. CAPACIDAD. FACTORES QUE  
INFLUYEN EN LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN. CARACTERÍSTICAS DEL  
TRAZADO/2011/Adolfo Mozota Azcutia/Gestión Técnica de Tráfico.

### **<sup>6</sup>CETUR**

Voirie urbaine. Guide general de la voirie urbaine. Conception, aménagement, Exploitation



CETUR. Bagnaux, Francia.

### **<sup>7</sup>DISEÑO GEOMETRICO DE VIAS URBANAS**

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional La Plata/Rocío Rolón

### **<sup>8</sup>INSTRUCCION DE VIA PÚBLICA**

Ayuntamiento de Madrid/Intersecciones a distinto nivel/2000

<sup>9</sup>[http://www.wikivia.org/wikivia/images/5/5c/Enlace\\_trompeta\\_inferior.png](http://www.wikivia.org/wikivia/images/5/5c/Enlace_trompeta_inferior.png)

<sup>10</sup>Universidad Nacional de Colombia/Prediseño Geométrico a Nivel y a Desnivel de la Intersección El Jazmín/Suárez Joya – Patoja Santander/2005

<sup>11</sup>[http://www.wikivia.org/wikivia/images/8/8c/Croquis\\_puntos\\_de\\_conflicto-2.jpg](http://www.wikivia.org/wikivia/images/8/8c/Croquis_puntos_de_conflicto-2.jpg)

<sup>12</sup>[http://1.bp.blogspot.com/\\_j7T154Rrw/TfMqJm2zULI/AAAAAAAAADts/94YqrMI-\\_Us/s1600/trebol+completo+001.jpg](http://1.bp.blogspot.com/_j7T154Rrw/TfMqJm2zULI/AAAAAAAAADts/94YqrMI-_Us/s1600/trebol+completo+001.jpg)

### **<sup>13</sup>NEVI**

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador/Volumen No.2-Libro A Normas para Estudios y Diseños Viales/Norma Ecuatoriana Vial/2013

### **<sup>14</sup>INGENIERIA DE TRANSITO**

Fundamentos y aplicaciones 8<sup>va</sup> edición/2015//Rafael Cal y Mayor – James Cárdenas/Alfaomega/ISBN 978-958-682-877-2