

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

El tráfico vehicular es un problema habitual en varias ciudades, debido a un crecimiento económico y poblacional, la regularización en este sentido ha permitido la búsqueda de nuevas alternativas que contribuyan a una solución de manera sostenible, que beneficie al transporte y la ciudadanía en general.

El tráfico vehicular representa un desafío a resolver dado que la cantidad de vehículos es cada vez mayor. Esto se debe a la comercialización de productos los cuales deben ser trasladados, además la necesidad que tiene los usuarios para poder movilizarse a sus destinos con el fin de realizar sus actividades diarias.

Con este estudio se pretende solucionar uno de los problemas diarios que más aqueja y amenaza la calidad de circulación en el tramo Limitas -Caiza, brindando una mejor comodidad a los conductores como a los peatones que circulan por el área de influencia de estudio, mejorando en el proceso y las vías de desarrollo de la ciudad para mejorar la calidad de vida de la población.

También podemos rescatar la importancia que tiene este estudio por ser un documento importante acerca de la relación entre el congestionamiento y los parámetros que lo originan, el mismo servirá como una guía de consulta para estudios posteriores para posibles mejoras o nuevos diseños de ingeniería y aplicaciones de carácter práctico, de manera que ofrecerá beneficios tanto académicos como sociales determinando mediante la aplicación práctica de determinación de sus parámetros de estudio como ser velocidades, volúmenes, intensidad de tráfico y otros parámetros que nos ayudaran a obtener el estado actual del tráfico vehicular en esa zona.

### **1.2. Justificación**

El presente estudio tiene la finalidad de obtener información relevante al tráfico vehicular, que tendrá como objetivo proporcionar a los usuarios y peatones la posibilidad de tener un medio para desplazarse por las vías de manera que puedan administrar sus horarios y evitar contratiempos durante su tránsito.

El municipio de Yacuiba hace tiempo atrás experimenta un aumento constante en el número de vehículos en circulación, lo que ha resultado en un incremento progresivo como resultado, en ciertas vías interurbanas, en un lapso reciente, ha surgido un problema en el flujo vehicular, particularmente durante las horas y días de mayor tráfico, dando lugar a congestiones, accidentes y colisiones. A medida que el tiempo transcurrió esta situación caótica relacionada con el tránsito vehicular ha ido en aumento debido a la falta de una solución efectiva

El propósito del estudio que se desea realizar , es para prever en las zonas de numerosos flujos de vehículos los problemas que llegarían a tenerse en ciertas horas del día que son transitadas con mayor frecuencia, para evitar los accidentes, que en cualquier instante podría darse y de esta manera proporcionar a los usuarios conductores y peatones la posibilidad de experimentar un flujo vehicular sin restricciones, permitiéndoles apreciar la comodidad con la que pueden desplazarse de manera conjunta mientras transitan por las vías.

Para llevar a cabo el estudio de tráfico se determinará mediciones de volúmenes de vehículos livianos, medianos y pesados, como también así de velocidades de los motorizados que circulan por las vías en análisis. Para así conocer la capacidad con la que cuenta cada tramo y ver la calidad que presenta para dar acceso a los vehículos.

Una vez concluido el estudio, los beneficiarios serán los conductores, transportistas y peatones, al lograr un flujo vehicular eficiente, especialmente en áreas de alta actividad, evitando los problemas típicos como congestiones y retrasos. Esto permitirá un desplazamiento más fluido por las vías, brindando a los usuarios una movilidad sin obstáculo.

### **1.3.Planteamiento del problema**

#### **1.3.1. Situación problemática**

El congestionamiento vehicular es un problema propio de las ciudades que sobrepasan cierto limite dentro del ámbito de tráfico vehicular tanto en calles como en carreteras, sean estas ciudades de crecimiento o en vías de desarrollo, cuando la cantidad de conductores que ingresan a una vía supera su capacidad para permitir un flujo de tráfico fluido, ocurre la congestión vehicular

A causa del acelerado crecimiento en el Municipio de Yacuiba, la afluencia masiva de vehículos se convirtió en un problema diario de congestión de tráfico. Este problema no solo se limita a la zona central de la ciudad, sino que también afecta a las distintas comunidades que antes no experimentaban este tipo de inconvenientes.

No realizar un Estudio de Tráfico vehicular en el tramo en estudio puede llegar a aumentar el riesgo de accidentes, como colisiones entre vehículos o atropello a los peatones ya que a lo largo de esta vía se construyó centros educativos para los estudiantes por lo que es muy frecuente encontrar a personas en la vía.

Es fundamental llevar a cabo un Estudio de Tráfico Vehicular e implementarlo en esta vía, con el propósito de mejorar la circulación de vehículos y garantizar la seguridad tanto de los conductores como de los peatones, mediante la aplicación práctica la determinación de sus parámetros de estudio como ser velocidades, volúmenes, intensidad de tráfico y otros parámetros que nos ayudaran a obtener el estado actual del tráfico vehicular en esa zona

### **1.3.2. Formulación del Problema**

¿De qué manera un Estudio de Tráfico Vehicular puede brindar una oportuna solución a los problemas de tránsito existentes en el tramo limitas-Caiza de la ciudad de Yacuiba?

### **1.4.Delimitación Temporal y espacial**

#### **Delimitación temporal.**

La delimitación temporal está definida en tiempo “presente”

#### **Delimitación espacial.**

La temática principal se enfoca en el Estudio de Tráfico Vehicular.

La base de operaciones es en el tramo limitas- Caiza del municipio de Yacuiba

## **1.5.Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Estudiar el tráfico Vehicular en el tramo limitas- Caiza y Aledaños del Municipio de Yacuiba, de acuerdo a normas vigentes de tráfico interurbano, con el fin de elaborar medidas de control y reducción de la congestión vehicular

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Seleccionar subzonas críticas en congestión vehicular
- Elaborar los aforos correspondientes a las horas establecidas teniendo en cuenta los parámetros descritos en dicho estudio
- Analizar los resultados obtenidos del aforo vehicular e identificar puntos en congestión vehicular
- Proponer medidas de control de tráfico adecuadas al comportamiento vehicular del tramo estudiado
- Proponer medidas de control de tráfico que se ajusten al comportamiento vehicular para mejorar la congestión, aumentar la capacidad vehicular y optimizar el nivel de servicio
- Elaborar los precios unitarios y presupuesto de las medidas de control de tráfico que se determinen

## **1.6.Planteamiento de la Hipótesis y sus Variables**

### **1.6.1. Formulación de la Hipótesis.**

Si se realiza un estudio de Tráfico Vehicular para el área de estudio, siguiendo las normas de tráfico vigentes, entonces se puede mejorar el flujo vehicular y garantizar mayor seguridad para los conductores como al peatón.

### **1.6.2. Identificación y conceptualización de variables**

Variable única: Tráfico Vehicular

### 1.6.3. Conceptualización y operacionalización de las variables

Tabla 1.1 Conceptualización de variable

Variable	Concepto	Dimensión	Indicador	Valor/ acción
Tráfico vehicular	Cantidad de vehículos que circula por una vía, realizar el diagnóstico del estado actual vehicular y peatonal en vías interurbanas	➤ Cantidad de vehículos por una vía	Clasificación según el nivel de servicio	Si es eficiente la vía, el tráfico es normal y no hay congestión

Fuente: Elaboración propia

### 1.7. Alcance

El presente estudio se enfoca en una delimitada área en el tramo Limitas -Caiza y Aledaños del municipio de Yacuiba.

Donde se recolectarán los elementos esenciales para la justificación planteándose el problema que se pretende solucionar.

Se planteará el diseño metodológico para luego definir los factores básicos que intervienen en el estudio de tráfico vehicular en el respectivo tramo, estos elementos serán estudiados y evaluados en relación a los volúmenes, velocidades y capacidad vial para su correcta aplicación en la rama de la ingeniería civil.

Se deberá realizar aforos de los parámetros ya mencionados en las 24 horas del día durante una semana tanto en el carril de ingreso como en el carril de salida pudiendo así determinar las horas pico que serán de vital importancia en el análisis de algunos parámetros.

Para los parámetros de volúmenes se realizará la toma de datos (aforos), para la denominada toma de datos en fracciones de hora, bajo la siguiente metodología.

Se efectuarán aforos tres horas al día por fracciones de 15 min a 1hr, en los puntos establecidos.

Se realizarán tres veces al día, mañana, medio día y por la tarde generalmente en las horas pico.

También se realizarán aforos tres días a la semana, dos días hábiles y un día no hábil, con el fin de que estos sean representativos de todos los días de la semana.

Se procederá también al aforo de las velocidades de los vehículos que están en movimiento, por las zonas donde se generen mayor incidencia de tráfico, teniendo los horarios de las horas pico, para así poder ver su comportamiento y distribución, el aforo que se procederá a hacer será en las 30 intersecciones especificadas para el estudio, de ahí se harán las mediciones de los diferentes vehículos que pasan por la zona de estudio ubicándose en puntos específicos y anotando los tiempos que tienen de circulación al pasar por ese punto específico en estudio que se está analizando, tomando la distancia que recorre dicho vehículo con lo que se podrá desarrollar las velocidades con los que en ese momento pasa el vehículo por ese punto.

De manera similar se desarrollará el aforo de la clasificación de los vehículos siendo estos livianos, medianos y pesados, teniendo así los volúmenes de vehículos que pasan por cada zona analizada, anotando todos estos datos en planillas correspondientes.

En cuanto se refiere a la colocación de los semáforos se identificará si existen puntos en los cuales es necesaria la semaforización.

El propósito es realizar un análisis exhaustivo de la situación de tráfico con el propósito de identificar las medidas requeridas para regular el flujo vehicular, mejorando así la seguridad de los usuarios en la vía.

**CAPÍTULO II**

**ASPECTOS GENERALES SOBRE LA**

**INGENIERIA DE TRAFICO EN TRAMOS**

**VIALES**



## **CAPÍTULO II**

### **ASPECTOS GENERALES SOBRE LA INGENIERIA DE TRAFICO EN TRAMOS VIALES**

#### **2.1. Definición**

La ingeniería de tráfico es una rama de la ingeniería cuyo objetivo es estudiar, analizar y dar soluciones a la problemática del transporte.

Se entiende por transporte a toda forma o medio de llevar de un punto a otro pasajeros o cargas.

#### **2.2. Elementos del tráfico**

- Elementos peatón
- Elemento conductor
- Elemento vehículo
- Elemento vía

##### **2.2.1. Elemento peatón**

El peatón o transeúnte es la persona que camina a pie utilizando espacios adecuados para trasladarse de un lugar a otro en calles, avenidas y eventualmente en algunas carreteras.

Factor importante que complica los problemas de circulación.

Vulnerable.

Aprecia mejor las condiciones del tránsito por la lentitud de su circulación.

##### **2.2.2. Elemento conductor**

Es aquella persona que maneja un vehículo o motorizado que circula por una vía, el cual tiene un papel muy importante y que quizá se considere el elemento más importante en el presente estudio ya que este sujeto tiene que tener la capacidad, habilidad, responsabilidad para una conducción apropiada. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

## **Características del conductor**

Las características del conductor van relacionadas con diferentes factores que de una u otra forma influye en el comportamiento del conductor. Estos pueden ser:

Factores internos

Factores externos

### **Factores internos**

Son aquellos que provienen del conductor mismo como los aspectos físicos, psicológicos y de salud como:

La vista

El oído

Reacciones física y psicológica

### **La vista**

El órgano visual se asemeja mucho a una cámara fotográfica. Consta de una cavidad que tiene una lente en la parte frontal. Esta lente tiene un obturador, al igual que la cámara fotográfica, que puede ampliarse o reducirse de acuerdo con la cantidad de luz que quiera admitir esa cavidad interior. El órgano visual humano tiene una serie de celdas en la parte posterior, o retina, que son las que perciben el estímulo exterior y mandan el mensaje al cerebro.

Los músculos pueden variar la distancia focal mediante ciertos movimientos del ojo. Esto permite a la persona enfocar a distancia variable.

De la facultad de enfocar vamos a citar unas cuantas cifras que nos interesan a ese aspecto.

Para el movimiento de la cabeza del usuario se han hecho algunos experimentos para determinar cuánto tiempo tarda en ver un objeto, hacer un ligero movimiento y observar otro en dirección diferente. Reaccionar significa que el mensaje es enviado del ojo al cerebro y este ordena el movimiento a los músculos, para accionar. Para cambiar de ángulo se necesitan de 0,1 a 0,3 segundos. Finalmente, el tiempo necesario para enfocar es de 0,17 a 3 segundos, si se sale de un medio oscuro a uno de luz natural, en cuyo caso el

órgano visual humano tarda más tiempo en adaptarse. En el caso de la salida de un túnel, en promedio tarda como 3 segundos, dependiendo de cada individuo. Veamos cuánto tarda un conductor que llega a una esquina en saber únicamente si el paso está libre. Para voltear hacia la derecha necesita de 0,1 a 3 segundos; enfocar le lleva aproximadamente 0,3 segundos; voltear a la izquierda de 0,1 a 3 segundos, finalmente, enfocar otra vez. La suma total del tiempo necesario para voltear a la derecha, enfocar, voltear a la izquierda y enfocar, es de un segundo y cuarto, tomando valores máximos. Son valores obtenidos a través de experiencias directas, es decir, en forma empírica. Sin embargo, aun con una vista excelente existen ciertos momentos en que el conductor se queda momentáneamente ciego:

Por el deslumbramiento de luces altas emitidas por faros de vehículos que circulan en dirección contraria durante la noche. Este encegucimiento momentáneo se puede evitar con una adecuada educación vial.

El deslumbramiento originado por los rayos solares cuando el ángulo de estos es tal que dan una reflexión directa sobre los ojos.

Por bolsones de niebla densa cercanos al vehículo que se presentan en algunos tramos de carreteras.

### **El oído**

Es un sentido muy importante para el conductor para casos de emergencia cuando un peatón u otro conductor están distraídos, o este último puede hacer movimientos no permisibles, sin embargo, el uso de la bocina debe ser el estrictamente necesario.

Sabemos que una sobreexcitación del oído por ruidos molestos puede causar irritación anímica y disminuir el rendimiento del conductor. La pérdida de la capacidad auditiva no es un problema serio, puesto que puede ser corregida normalmente por una prótesis auditiva.

### **Reacciones física y psicológica**

Se determina dos tipos de reacciones que puede presentar el conductor las cuales son: la reacción física o condicionada y la reacción psicológica.

es de 0,17 a 3 segundos, si se sale de un medio oscuro a uno de luz natural, en cuyo caso el órgano visual humano tarda más tiempo en adaptarse. En el caso de la salida de un túnel, en promedio tarda como 3 segundos, dependiendo de cada individuo. Veamos cuánto tarda un conductor que llega a una esquina en saber únicamente si el paso está libre. Para voltear hacia la derecha necesita de 0,1 a 3 segundos; enfocar le lleva aproximadamente 0,3 segundos; voltear a la izquierda de 0,1 a 3 segundos, finalmente, enfocar otra vez. La suma total del tiempo necesario para voltear a la derecha, enfocar, voltear a la izquierda y enfocar, es de un segundo y cuarto, tomando valores máximos. Son valores obtenidos a través de experiencias directas, es decir, en forma empírica. Sin embargo, aun con una vista excelente existen ciertos momentos en que el conductor se queda momentáneamente ciego:

Por el deslumbramiento de luces altas emitidas por faros de vehículos que circulan en dirección contraria durante la noche. Este enceguecimiento momentáneo se puede evitar con una adecuada educación vial.

El deslumbramiento originado por los rayos solares cuando el ángulo de estos es tal que dan una reflexión directa sobre los ojos.

Por bolsones de niebla densa cercanos al vehículo que se presentan en algunos tramos de carreteras.

### **El oído**

Es un sentido muy importante para el conductor para casos de emergencia cuando un peatón u otro conductor están distraídos, o este último puede hacer movimientos no permisibles, sin embargo, el uso de la bocina debe ser el estrictamente necesario.

Sabemos que una sobreexcitación del oído por ruidos molestos puede causar irritación anímica y disminuir el rendimiento del conductor. La pérdida de la capacidad auditiva no es un problema serio, puesto que puede ser corregida normalmente por una prótesis auditiva.

### **Reacciones física y psicológica**

Se determina dos tipos de reacciones que puede presentar el conductor las cuales son: la reacción física o condicionada y la reacción psicológica

La relación **física o condicionada** está relacionada con el sector de conductores que han desarrollado ciertos hábitos. A las personas que están acostumbradas a utilizar cierta ruta especial, cierto camino o cierta calle, se les desarrolla un hábito que se convierte en destreza. Pueden llegar a cierto cruce y prever el peligro, pueden tener en cuenta cosas que la persona que pasa por primera vez no advierte. Entonces esas personas han desarrollado cierta habilidad, a la vez que una reacción condicionada, por haber usado ese camino muchas veces.

El conductor de un vehículo reacciona de acuerdo con los hábitos buenos o malos que se ha formado. Por lo general el hábito, la experiencia que ha adquirido el usuario, es la mejor defensa contra los accidentes.

**La reacción psicológica**, en cambio, es un proceso intelectual que culmina en un juicio. Se trata de estímulos que son percibidos y enviados al cerebro. Después de obtener una reacción se llega a una decisión para actuar. Son reacciones intelectuales del individuo, pero están afectadas por las emociones y otras causas que pueden modificar las facultades del mismo.

Podemos imaginar el diagrama de cómo llegan esas emociones, esos estímulos al cerebro a través de los órganos sensitivos del hombre: tacto, oído, vista, etc. Esas reacciones envían un mensaje al cerebro, este tiene que reaccionar a través de un proceso intelectual y tomar una decisión para actuar, finalmente, manda la orden al músculo apropiado, que actúa de inmediato.

Los factores que pueden modificar las facultades del individuo en este tiempo de reacción son los siguientes:

- La fatiga
- Las enfermedades
- El estado emocional del individuo
- El consumo de alcohol y drogas
- El clima
- Las condiciones del tiempo
- El cambio del día a la noche y viceversa

## **Factores externos**

Estos factores son aquellos que influyen en la reacción del conductor y no dependen de dicho conductor, sino del entorno de su recorrido, por ejemplo:

- La distancia de visibilidad de la vía
- Ancho de carril
- Presencia de cruces
- Señalización
- Fenómenos atmosféricos

## **Proceso de la percepción – reacción**

El proceso con el cual un conductor, un ciclista o un peatón evalúa y reacciona a un estímulo, puede dividirse en cuatro subprocesos:

**Percepción:** El conductor ve un dispositivo de control, una señal de peligro u objeto en el camino.

**Identificación:** El conductor identifica el objeto o dispositivo de control y así entiende el estímulo.

**Emoción:** El conductor decide qué acción tomar en respuesta al estímulo, por ejemplo: para el cambio al pedal del freno, pasar, virar, o al cambiar de carril.

**Reacción:** El conductor ejecuta la acción decidida durante el subproceso de las emociones.

El tiempo transcurre durante cada uno de estos subprocesos. El tiempo que transcurre desde el inicio de la percepción hasta el final de la reacción es el tiempo total requerido para la percepción, la identificación, las emociones y la solución, algunas veces llamado tiempo PIEV o comúnmente, tiempo de percepción-reacción.

El tiempo de percepción – reacción es un factor importante en la determinación de la distancia de frenado, además de la distancia mínima de visión requerida en una carretera y la longitud de la raya amarilla en una intersección señalada. El tiempo de percepción – reacción varía entre individuos, y de hecho varía para la misma persona dependiendo de la ocasión. Estos cambios en el tiempo de percepción – reacción dependen de cuan

complicada es la situación, la condición ambiental, la edad, el cansancio, influencia de drogas y/o alcohol y si el estímulo es previsto o inesperado. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

### **2.2.3. Elemento vehículo**

El vehículo es un medio de transporte que se lo utiliza para poder trasladarse de un lugar a otro.

#### **2.2.3.1. Características del vehículo**

Las características para el diseño geométrico de las carreteras se basan parcialmente en las características estáticas, cinemáticas y dinámicas de los vehículos. Las características estáticas consideran el peso y el tamaño de los vehículos; las características cinemáticas comprenden el movimiento del vehículo, consideran las fuerzas que causan el movimiento; las características dinámicas toman en cuenta las fuerzas que causan el movimiento del vehículo.

Por tanto, el diseño de una carretera incluye la selección de un vehículo de diseño, cuyas características cubran las relacionadas con la mayor parte de los vehículos que se espera usen la carretera. Estas características son aprovechadas para determinar criterios en el diseño geométrico, en el diseño de intersecciones y los requerimientos de distancia visual.

#### **2.2.3.2. Clasificación por tipo de vehículo**

La administradora boliviana de carreteras (ABC) clasifica los vehículos de la siguiente manera:

Vehículos livianos: Automóviles, camionetas hasta 1500 kg.

Locomoción colectiva: Buses rurales e interurbanos.

Camiones: Unidad simple para transporte de carga.

Camión con semirremolque o remolque: Unidad compuesta para transporte de carga.

Con esta clasificación vamos a nombrar y especificar los tipos de vehículos, los cuales se dividen en: vehículos livianos, vehículos medianos y vehículos pesados.

**vehículos livianos:**

- Bicicletas
- Motocicletas
- Taxis
- Vagonetas
- Camionetas pequeñas
- Jeep

**Vehículos medianos:**

- Camionetas de 4 o 6 cabinas
- Micros

**Vehículos pesados:**

- Camiones con remolque
- Camiones sin remolque

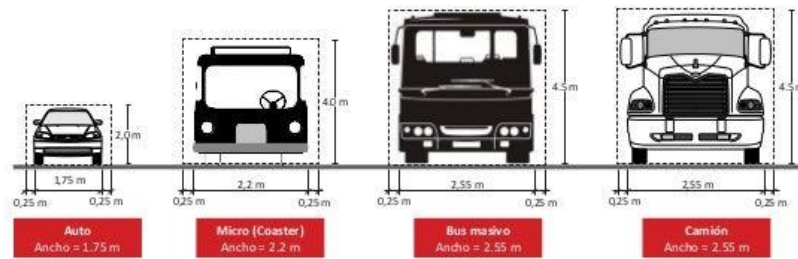
Tabla 2.1 Características de vehículos según el servicio nacional de caminos

Características Del vehículo	Ancho total (m)	Largo total (m)	Radio mínimo de Rueda Externa Delantera (m)	Radio mínimo de Rueda Externa Trasera (m)	Detalles
Automóviles	2.10	5.80	7.30	4.70	Vehículos livianos como automóviles, camionetas, vagonetas, minibuses, etc.
Autobuses y camiones	2.60	9.10	12.80	8.70	Vehículos comerciales de 2 ejes, comprenden a camiones y autobuses comerciales normalmente de 2 ejes y 6 ruedas
Autobuses interurbanos	2.60	12.20	12.80	7.10	Automóviles y camiones de mayores dimensiones. Los autobuses empleados generalmente para viajes de larga distancia y turismo. Estos vehículos son de mayor longitud que las CO y pueden contar con 6 ejes.
Camión Semi-remolque	2.60	16.80	13.70	6.00	Vehículo comercial articulado compuesto normalmente de una unidad tractora y un semirremolque o remolque de 2 ejes o más.

Fuente: Servicio nacional de caminos (S.N.C)



Figura 2.1 Dimensiones de vehículos parados



Fuente: Manual de diseño de calles para las ciudades bolivianas

#### 2.2.4. Elemento vía

La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo. La denominación de vía incluye a las carreteras caminos y las calles de la ciudad. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

##### 2.2.4.1. Partes integrales de una vía

En primer lugar, tenemos la superficie de rodamiento. Es aquella faja que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de los vehículos. En las calles de la ciudad el carril es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos. En las carreteras de primera categoría esta superficie será pavimentada. A ambos lados de la superficie de rodamiento están los acotamientos, que son las fajas laterales destinadas a alojar vehículos que se estacionan, por emergencia, a lo largo de la carretera. Paralelo a la carretera tenemos el drenaje longitudinal, también llamado cuneta.

También pueden existir contra – cunetas, en aquellos tramos donde se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que invadan la carretera o sobrecarguen la cuneta.

Sigue el drenaje transversal, que está formado por las alcantarillas y estructuras mayores (puentes), que permitirán que el agua cruce de un lado a otro de la carretera, sin invadir su superficie.

La rasante, como eje, es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera.

La subrasante es aquella superficie de terreno especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura del pavimento. Con relación al pavimento, se denomina así a la superficie especialmente tratada con materiales perdurables y que permiten un tránsito rápido, eficiente y sin polvo. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

### **2.3.Características del Transito**

El ingeniero vial debe conocer las características del tránsito, ya que esto le será útil durante el desarrollo de proyectos viales y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de diseño, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transporte. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

#### **2.3.1. Volumen de tránsito**

Se define volumen de tránsito, como el número y tipo vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada durante un periodo de tiempo determinado. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spínola/1994)

##### **2.3.1.1.Volúmenes de tránsito absolutos o totales**

Son volúmenes de tránsito que están clasificados de acuerdo al lapso de tiempo determinado para su cálculo, este lapso puede ser un año, un mes, una semana, un día o una hora.

Tránsito anual (TA).- Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 365 días consecutivos. (T = 1 año).

Tránsito mensual (TM).- Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 30 días consecutivos. (T = 1 mes).

Tránsito semanal (TS).- Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 7 días consecutivos. (T = 1 semana).

Tránsito diario (TD).- Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 24 horas consecutivas. (T = 1 día).

Tránsito horario (TH).- Es el número de vehículos que pasan en el lapso de 60 minutos consecutivos. (T = 1 hora).

Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y personas sobre puntos o secciones especificadas. Dichos volúmenes de tráfico son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonable de la calidad de servicio prestado a los usuarios.

Las unidades de tiempo para este volumen de tráfico son: el año, el mes, el día, la hora.

Así se tiene el volumen de tráfico anual, volumen de tráfico mensual, volumen de tráfico diario, volumen de tráfico horario.

Las unidades de tiempo para este volumen de tráfico son: el año, el mes, el día, la hora.

Así se tiene el volumen de tráfico anual, volumen de tráfico mensual, volumen de tráfico diario, volumen de tráfico diario.

En el estudio de carreteras, una de las unidades de medidas de volúmenes de tráfico más frecuentemente utilizada es el promedio diario de los volúmenes registrados durante un cierto periodo.

### **2.3.1.2. Volúmenes de tránsito promedio diarios (TPD)**

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días. En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedios diarios se clasifican en:

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

### **2.3.1.3. Volúmenes de Tránsito Horarios (VH)**

Su unidad de medida son los vehículos por hora, se clasifican de acuerdo a la hora seleccionada como se detalla a continuación:

#### **Volumen horario máximo anual (VHMA)**

Es el máximo volumen horario que pasa por un punto o sección transversal de una vía durante un año; es decir, 1 de 8760 horas en la que se registra el mayor volumen de tráfico.

#### **Volumen horario de máxima demanda (VHMD)**

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía durante 60 minutos consecutivos; representa el periodo de máxima demanda que se registra durante un día.

#### **Volumen horario de proyecto**

El volumen horario de proyecto o volumen horario de diseño, es un volumen proyectado que sirve para determinar las características geométricas de la vía. No se considera el máximo volumen horario como volumen de proyecto ya que se alcanzaría un costo elevado de inversión. La experiencia en otros países ha demostrado que tampoco resulta económico diseñar una vía para un volumen horario mayor al volumen horario trigésimo anual, por lo tanto, se considera al volumen horario trigésimo anual como el de diseño.

### **2.3.1.4. Distribución y composición del volumen de tránsito**

La variación de los volúmenes de tránsito por carriles presenta las siguientes características.

En vías urbanas de 3 o más carriles de operación en un sentido, la mayor velocidad y capacidad se desarrolla en el carril del medio, las paradas de autobuses y los giros a derecha e izquierda hacen que la circulación en los carriles laterales sea más lenta.

En carreteras, el carril cercano a la faja separadora central es utilizado por vehículos más rápidos y para rebases, presenta mayores volúmenes de tráfico en el carril inmediato al acotamiento.

En autopistas, se presentan mayores volúmenes en el carril cercano a la faja separadora central.

Se presenta variaciones de volumen respecto a la distribución direccional en calles que comunican el centro de una ciudad con la periferia, el flujo de tránsito es máximo hacia el centro en las mañanas y hacia la periferia en las tardes y noches.

En lo que respecta a la composición del tránsito, en un análisis de volúmenes se hace importante conocer la cantidad de automóviles, autobuses, camiones, etc., los mismos que se expresan en forma de porcentaje respecto al volumen total.

#### **2.3.1.5. Estudio de volúmenes de tránsito**

Los estudios sobre volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículo y/o personas, sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial de carreteras o calles. Dichos datos se expresan en relación con el tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de metodologías que permiten estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.

#### **Aforos de volumen**

Los aforos de volumen realizados en un punto o sección de una vía permiten obtener datos relacionados con el movimiento de automóviles respecto al tiempo y espacio, las características de los aforos dependen del tipo de análisis solicitado en una vía.

Existen diferentes tipos de métodos:

- Método manual
- Método mecánico
- Método de origen y destino

#### **Método manual**

Este método de aforo consiste en el llenado de planillas elaboradas de acuerdo al tipo de datos a recabar en la vía, a cargo de una o varias personas. Los tipos de datos pueden ser:

Composición vehicular

Flujo direccional y por carriles

Volúmenes totales

El tiempo de aforo pueden ser periodos de una hora o menos, un día, un mes o un año.

### **Método mecánico**

Se realiza mediante dispositivos mecánicos instalados en la vía, estos dispositivos son:

Detectores neumáticos: consiste en un tubo neumático colocado en forma transversal sobre la calzada que registra mediante impulsos causados por las ruedas de los vehículos el conteo de los ejes del mismo.

Contacto eléctrico: consiste en una placa de acero recubierta por una capa de hule que contiene una tira de acero flexible, que al accionar de las ruedas del vehículo cierra circuito y procede al conteo respectivo, con este dispositivo se pueden realizar conteos por carril y sentido.

Fotoeléctrico: consiste en una fuente emisora de luz colocada a un lado de la vía, realiza el conteo de vehículos cuando estos interfieren con la luz del dispositivo.

Radar: lanza ondas que al ser interceptadas por un vehículo en movimiento cambian de frecuencia, realizando así el conteo.

Fotografías: se toman fotografías del tramo y después se procede al conteo de vehículos.

### **Encuestas de origen y destino**

Se utilizan para recopilar datos sobre números y tipos de viajes incluyendo movimiento de vehículos y pasajeros, desde varias zonas de origen hacia zonas de destino. Se utiliza este tipo de encuestas para propósitos de planeación de mejoras o aperturas de vías. Se puede realizar este trabajo de distintas maneras:

Encuestas a conductores de vehículos: se consulta a los conductores el origen y destino de su trayectoria.

Tarjetas postales a los conductores en movimiento: se entrega tarjetas a los conductores para que estos llenen los datos requeridos en la misma y la envíen a una casilla en particular.

Placas de vehículos: se registra los números de placas entre dos a más puntos del área de estudio.

Encuestas domiciliarias.

### **2.3.2. Velocidad**

La velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que tarda en recorrerlo. La velocidad en carreteras generalmente se considera uniforme desde el punto de vista académico, si bien esto no es evidente en la realidad. Esa velocidad uniforme por definición es el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo que se tarda en recorrer esa distancia, o sea:

$$Velocidad = \frac{Distancia}{Tiempo}$$

La velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin que origine un equilibrio entre el usuario, vehículo y la vía de tal manera que se garantice seguridad. Existen diferentes tipos de velocidades:

Velocidad en un punto

Velocidad de recorrido total

Velocidad de cruceo

Velocidad directriz

#### **Velocidad en un punto**

Es la velocidad de un vehículo a su paso por un determinado punto de una carretera o de una calle. Como dicha velocidad se toma en el preciso instante del paso del vehículo por el punto, también se lo denomina velocidad instantánea.

El uso más frecuente de los estudios de velocidad de punto es el de determinar el efecto o la necesidad de diversos dispositivos para el control de tráfico, tales como señales preventivas, señales restrictivas de velocidad y zonificación de la velocidad.

## **Ubicación del estudio**

La localización para los estudios de la velocidad de punto depende del uso anticipado de los resultados.

Los estudios de velocidad usualmente se llevan a cabo en los siguientes lugares:

En intersecciones y otros puntos a mitad de la cuadra, que registran alta frecuencia de accidentes.

En puntos donde se propone la instalación de semáforos y señales de “PARE”.

En todas las arterias principales.

En puntos representativos escogidos para el estudio de datos básicos. Cuando un punto se está estudiando, es importante que los datos estén obtenidos imparcialmente. Para esto se requiere que los conductores sean inconscientes de que se está conduciendo tal estudio.

## **Tiempo y duración del estudio para el estudio de la velocidad**

La hora para conducir un estudio de la velocidad depende del propósito del estudio. En general, cuando el propósito del estudio es establecer límites de velocidad fijados, observar tendencias de la velocidad, o recoger datos básicos, se recomienda que el estudio esté conducido sobre el tráfico libre, generalmente durante horas pico. Sin embargo, cuando un estudio de la velocidad se conduce en respuesta a quejas del ciudadano, es útil que el período seleccionado para el estudio refleje la naturaleza de las quejas.

## **Velocidad de recorrido total**

La velocidad de recorrido es aquella que se define como la distancia que se recorre en un tramo definido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, tiempo que fluye en la relación y demoras, normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez de tráfico, cuando menor es la velocidad de recorrido total, mayor el congestionamiento de tráfico.

El tiempo que se tarda en recorrer la distancia de recorrido total tiene dos componentes que son:

El tiempo que se tarda en circulación propiamente dicho.



El tiempo de demoras cuando el vehículo no está en movimiento.

Este tiempo de demoras puede tener como causas, detención de vehículos, cruce de peatones, semáforos, etc.

$$VRT = \frac{dr}{tc + td}$$

Donde:

VRT = Velocidad de Recorrido Total (km/h).

tc = Tiempo de circulación (horas).

td = Tiempo de demoras (horas).

dr = Distancia de recorrido (km).

### **Velocidad de crucero**

También conocida como velocidad en marcha, es el recorrido total entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener esta velocidad de crucero es comparada con la velocidad de punto con el propósito de definir o establecer cuál es la incidencia por la causa de demora que tiene la velocidad de un vehículo en movimiento, normalmente la velocidad de crucero es menor que la velocidad de punto, la diferencia que existe entre estas dos podrá indicarnos cuánta es la incidencia y en magnitud el de las demoras en la velocidad del vehículo.

$$Vc = \frac{dr}{tc + td}$$

Donde:

Vc = Velocidad de crucero.

dr = Distancia de recorrido (km).

tc= Tiempo de circulación (horas).

td = Tiempo de demoras (horas). Velocidad directriz

Llamada también velocidad de diseño o de proyecto, es la velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, todos

los elementos geométricos de diseño como alineación horizontal, vertical y transversal, anchos de carriles, etcétera, dependen de esta velocidad.

La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía, de los futuros volúmenes de tránsito que se va mover sobre la misma, de las características topográficas de la zona, la disponibilidad de recursos económicos.

### **2.3.3. Densidad**

Es la capacidad de vehículos que circulan en una vía por unidad de longitud que normalmente se toma en un kilómetro, este parámetro es resultante de los anteriores es decir de la velocidad y volúmenes de tráfico cuya relación será:

$$Densidad = \frac{volumen}{velocidad}$$

En estos últimos años la densidad se la determina o se la mide con la ayuda de algunos instrumentos de video que nos permite enfocar longitudes donde se puede contabilizar el número de vehículos que se encuentran en el tramo determinado.

### **2.4. Congestionamiento**

Congestionamiento se refiere a las causas que evitan la circulación normal y restringen el movimiento en las calles y carreteras.

El congestionamiento esta ligado a tres factores fundamentales que son :

- a).- Restricción de maniobras
- b).- Reducción de velocidad
- c).- Incrementos de los tiempos de demoras

#### **a).- Restricción en las maniobras**

Se refiere a la dificultad que se presenta para la realización de movimientos o maniobras dentro del flujo vehicular, tales movimientos como ser giros a la izquierda, giros a la derecha sobre paso, ingresos a un estacionamiento, salidas de un estacionamiento, etc.

#### **b).- Reducción de Velocidad**

Otro factor que involucra el congestionamiento es la reducción de velocidad de circulación es decir que cuanto mayor congestionamiento existe se irán disminuyendo las velocidades, el cual irán en perjuicio de los costos de operación y de los tiempos de recorrido.

### **c).- Incrementos de los Tiempos de Demoras**

Este factor también se relaciona con el congestionamiento ya que a medida que aumenta este

habrá mayor tiempo de vehículos detenidos comparados con los tiempos de circulación o movimiento.

#### **2.4.1. Métodos para medir congestionamiento**

Partiendo de los 3 factores antes mencionados para hacer un análisis de grado de congestionamiento, reducciones de velocidad y el incremento de los tiempos de demoras para

ello existe algunos métodos de los cuales anotaremos los siguientes:

a).- Método de mediciones de un observador en altura

b).- Método de un vehículo dentro de la circulación

c).- Método de un vehículo de la circulación

a).- Método de medición de un observador en altura

Para el caso de aceras urbanas es posible que un observador ubicado en un edificio en altura apreciable donde tenga la visibilidad

#### **2.5.Capacidad Vehicular**

En un tiempo determinado con características de circulación a partir de los niveles de servicio entendiéndose por estos a condiciones cualitativas en la circulación vehicular de una calle o carretera. De acuerdo al manual de capacidad sea visto por conveniente definir tres tipos de capacidad que son:

- a). - Capacidad posible
- b). - Capacidad practica
- c). - Capacidad directriz

#### **a. Capacidad practica o posible**

Definimos a este tipo de capacidad como la cantidad máxima de vehículos que pueden pasar por un punto o de un carril o vía durante 1 hora bajo condiciones ideales de tránsito y características físicas y geométricas.

#### **b. Capacidad practica**

Entendemos por capacidad practica a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante hora sin que las condiciones de circulación originen demoras, peligros y restricciones intolerable en la maniobrabilidad de los vehículos por los conductores la medida de intolerable resulta ser subjetiva y relativa, por lo tanto, dependerá de cada estudio o proyecto cuyas características particulares ayuden a definir hasta donde puede ser tolerable un tipo de circulación.

#### **c. Capacidad directriz**

Para fines de diseño se ha establecido una definición de capacidad directriz a la cantidad de vehículos que pasan por un punto durante 1 hora teniéndose una condición de circulación correspondiente a un nivel de servicio C.

### **2.5.1. Niveles de servicio**

Los niveles de servicio son una medida cualitativa de las condiciones de circulación, estableciéndose por el manual de capacidad de la administración federal de caminos de USA considerados como una norma en los países americanos los niveles de servicio son:

#### **a. Nivel de servicio a**

Es aquel que por sus condiciones de circulación son de flujo libre, bajos volúmenes y altas velocidades hay poco o nada de limitación de maniobras por la presencia de otro vehículo, existiendo pocos o nulos retardos.

### **b. Nivel de servicio b**

Es aquel cuyas condiciones de circulación tiene un flujo estable en las que las velocidades empiezan a ser restringidas, pero con cierta libertad para definir su velocidad y su carril. Al existir un mayor volumen se hace algo más restringidas las maniobras de los vehículos.

### **c. Nivel de servicio c**

Corresponde a las condiciones de circulación aun en un flujo estable, pero con velocidades en maniobras que resultan más controladas por los mayores volúmenes, ya no existe libertad para elegir la velocidad, cambiar carriles o realizar acciones de rebase. Sin embargo, se considera todavía en condiciones apropiadas de circulación y por ello se ha establecido que este nivel de servicio es el más adecuado y equilibrado para fines de diseño.

### **d. Nivel de servicio d**

Las condiciones de circulación se acercan a un flujo inestable, con velocidades de circulación bajas, las fluctuaciones de volúmenes son mayores y por tanto las restricciones de maniobras muy frecuentes.

### **e. Nivel de servicio e**

Las condiciones de tráfico prácticamente son inestables las velocidades de operación son bajas, los volúmenes ya están cerca de la capacidad de la carretera y calle y pueden existir demoras o paradas de duración pequeña

### **f. Nivel de servicio f**

En este nivel las condiciones de circulación son de flujo forzado, velocidades bajas, detenciones frecuentes y mayores lapsos de tiempo considerándose a este nivel prácticamente de tráfico congestionado.

## **2.5.2. Análisis de la capacidad vehicular**

Aunque resulte bastante difícil establecer valores numéricos para la capacidad vehicular en calles y carreteras por los diversos factores que rodean a la circulación vehicular, los estudios más serios que se han realizado a nivel mundial son las que están reflejadas por el manual de capacidad de la administración federal de los EEUU que después de

numerosos estudios en diferentes tipos de carreteras donde variaban No de carriles volúmenes de tráfico, tipos de vehículos, condiciones de entorno, características físicas, geométricas, etc. establecieron algunas pautas generales para medición de capacidad de carreteras y calles diferentes tablas de valores o factores de incidencia en la reducción de esta capacidad.

Se establece como una capacidad teórica a la relación:

$$Capacidad\ teórica = \frac{1000 * vol\ horario}{e}$$

e= separación entre vehículos en un mismo carril

Esta capacidad teórica no ha logrado ser aplicable porque debido a los estudios difieren bastante en las condiciones practicas reales. Por ello el manual de capacidad establece para capacidades máximas = 2000 veh/hora por carril en condiciones ideales.

Estas condiciones ideales son de ancho de carriles máximas (3.65 ó 3.66 mts) bermas o acotamientos laterales cuyo ancho sea de 1.80 mts. o mayor y prácticamente 0% de camiones y autobuses considerados de tráfico pesado.

En la realidad no existen esas condiciones ideales ni en carreteras ni en calles urbanas, por lo tanto ha sido necesario establecer una relación más practica donde la :

$$Capacidad\ real = capacidad\ teórica * C1 * C2 * C3$$

C1\*C2\*C3= coeficientes de reducción de capacidad dados por el manual de capacidad

Debido a las condiciones diferentes que existe entre la circulación en carreteras y la circulación en calles urbanas, se ha diferenciado el estudio de capacidad en:

- a).- Capacidad para vías ininterrumpidas
- b).- Capacidad para vías interrumpidas

### **2.5.3. Capacidad en vías ininterrumpidas**

En este grupo están todas las carreteras y autopistas rurales o urbanas.

Para el análisis de la capacidad en vías ininterrumpidas se establece algunos valores prácticos

por el manual de capacidad, como capacidad teórica en la siguiente tabla:

Tabla 2.3 Condiciones ideales

<b>Tipo</b>	<b>Vias 2 carriles Ambos Sentidos</b>	<b>Vias 3 carriles Ambos Sentidos</b>	<b>Vias 4 carriles o mas Para el sentido de Corriente mas intenso Ambos Sentidos</b>
Capacidad Básica	200 veh/h	400 veh/h	200 veh/h
Capacidad Básica Urbana	1500 veh/h	2000 veh/h	1500 veh/h
Capacidad Básica Carreteras	900 veh/h	1500 veh/h	1000 veh/h

Fuente: Ingeniería de Trafico (Ing. Orgaz Fernández Jhonny)

#### **2.5.4. Capacidad en vías interrumpidas**

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras o vías interrumpidas en calles urbanas se considera a las vías de carácter interrumpido debido a que en la circulación existen una serie de factores que producen paralización y demoras en la circulación haciéndose el trafico interrumpido. Entre esos factores los más importantes son:

- a).- Semáforos en intersecciones a nivel
- b).- Agentes de tránsito que guían la circulación en intersecciones
- c).- Cruce de peatones
- d).- Detención de vehículos por diferentes causas
- e).- Detención de ómnibuses de transporte público para el ascenso o descenso de pasajeros
- f).- Dimensiones de los accesos a una intersección y su capacidad de visibilidad

Todos estos factores además de otros de menor incidencia afectan a la capacidad vehicular en calles urbanas o vías interrumpidas. Existe una gran complejidad de la determinación de la incidencia de cada uno de estos factores en la capacidad vehicular, no habiendo una acción individual de cada factor sino un efecto combinado de varios factores, por ello el manual de capacidad de la administración federal de caminos de USA que es la base de

estudios de capacidad en la mayoría de países de América establece una metodología para determinar la capacidad en vías interrumpidas a partir de la siguiente concepción básicos.

### **Capacidad básica**

Se considera capacidad básica a la cantidad de vehículos que circula en un carril de ancho de 3.65 mts. En un tiempo de 1 hora en un determinado punto. Teóricamente en las vías interrumpidas este valor ha alcanzado un máximo de 2000 veh/h. En vías interrumpidas este valor se reduce por los efectos y factores ya anotados dando un valor máximo de 1500 veh/h pero esta hora se considera solo como hora de luz verde.

Inicialmente el manual de capacidad considera a todos las intersecciones con semáforo, en el caso de que no existiese, se tiene la suposición que existe un agente de tránsito, en ambos casos existe un tiempo dándose de un flujo libre al cruce de vehicular que puede ser medible a esa cantidad de tiempo se denomina flujo de hora verde.

### **Capacidad practica**

En la práctica las condiciones de trazo urbano no nos dan las condiciones geométricas y condiciones de circulación ideales para medir como la capacidad teórica básica máxima sino más bien las condiciones son variables y se debe encontrar un valor de capacidad real de acuerdo a condiciones físicas y condiciones actuales, para ello el manual de capacidad de acuerdo a varios estudios de investigación ha determinado dos gráficas o ábacos que nos sirve de base para determinar una capacidad teórica considerando que el 10% del volumen es de camiones y ómnibuses y el 20% del volumen realiza movimientos de giros a la izquierda o la derecha.

La capacidad practica resultará del producto de la capacidad teórica obtenida de los ábacos por los factores de reducción que están determinados para diferentes casos.



### **Primer Caso**

Calles con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforo para los movimientos de giro.

Para este caso se determina primeramente la capacidad teórica en el ábaco correspondiente y se hacen las siguientes reducciones.

a).- Las capacidades prácticas en promedio son un 10% más bajas a los valores dados por el ábaco

b).- Sustraer un 1% por cada 1% que los ómnibuses y camiones pasen del 10% del número total de vehículos.

c).- Sustraer un 0.5% por cada 1% es que el tránsito que gira a la derecha pasa del 10% del tránsito total.

Sustraer un 1% por cada 1% en que el tránsito que gira a la izquierda pasa del 10% del volumen total.

d).- Por paradas de ómnibuses antes de la intersección restar el 10% por parada de ómnibuses después de la intersección, restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias

e).- Por estacionamientos permitidos restar 1.80 mts del ancho del acceso y luego hacer las correcciones ya indicadas.

Capac.Real = Capac, teorica correg.\*10% - (% exceso vehic. pesados) \*(%exceso de giros)

### **Segundo Caso**

Calle con circulación en ambos sentidos con carril suplementario para movimientos de giros pero sin indicación especial de semáforo.

Para este caso la metodología que se sigue es la siguiente:

a).- Se utiliza como capacidad practica el valor del ábaco correspondiente

b).- Añadir 5% por carril suplementario a la derecha, 10% por carril suplementario por giro a la izquierda. 15% cuando ambos carriles suplementario están agregados al ancho de acceso

c).- Por carril. De giro a la izquierda sumar el # de vehículos que giren a la izquierda, pero sin exceder la capacidad del carril suplementario. La capacidad del carril para girar a la izquierda debe ser estimada en términos del vehículo por hora de luz verde como la diferencia entre 1200 veh. y el volumen total de tránsito opuesto, con ello reajustar el porcentaje de vehículos que hacen giros a la izquierda y hacen giro a la derecha y utilizar los mismos porcentajes de reducción del primer caso

d).- Reducir por camiones y ómnibuses el 1% por cada 1% que pasen el 10% del # total de vehículos.

### **Tercer Caso**

Calles con circulación en un solo sentido.

Para este caso se determina la capacidad teórica a partir del segundo ábaco y se determina las siguientes correcciones

a).- Se considera como capacidad practica al 10% mas bajo del valor obtenido en el ábaco

b).- Se reduce por ómnibuses y camiones 1% por cada 1% que exceda del 10% del volumen total

c).- Restar 0.5% por cada 1% en el transito combinado que gira a izquierda o derecha exceda del 20% del tránsito total

d).- Usar el ancho normal de la calle al aplicar las curvas de los ábacos antes de efectuar las correcciones de los incisos a y b.

Agregar el 5% por carril suplementario para giros a la derecha y giros a la izquierda o 10% si se han previsto carriles suplementarios para ambos giros.

Para un carril suplementario de giro a la izquierda o derecha agregar al # de vehículos que giran con la siguiente relación.

$$600 * C / G$$

C= ciclo del semáforo (seg)

G=Tiempo de fase verde (seg)

## **2.6.Señalización**

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcázar tales objetivos. A través de la señalización se indica a conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía, evitando riesgos y demoras innecesarias.

### **Objetivos de la señalización**

Debido al constante incremento vehicular en ciudades y carreteras es necesario adoptar algunos sistemas de control de tráfico con el objeto de:

- Mejorar la seguridad del usuario.
- Dar mayor comodidad al usuario.
- Reducir el número de accidentes.

### **Autoridad legal**

La ABC (Administradora Boliviana de Carreteras) en la actualidad es la entidad gubernamental encargada de la red vial de Bolivia, tiene la responsabilidad de establecer el control del tráfico en dicha red.

El sistema de señalización adoptado, está basado en el manual interamericano de dispositivos para el control del tráfico en calles y carreteras.

### **Señales**

Las señales son símbolos, figuras y palabras pintadas en tableros colocados en postes que transmiten un mensaje visual a los conductores de vehículos. En vías de dos sentidos, las señales están colocadas a la derecha del sentido de avance de los vehículos y de cara al conductor para ser visibles claramente, sin distraer su atención.

En vías de un solo sentido y con más de un carril, las señales están colocadas a la derecha e izquierda del pavimento y su significado es aplicable a los vehículos que circulan por

dichos carriles. Estas señales tienen la característica de ser visibles durante el día y por la reflexión de las luces de los vehículos, también durante la noche.

La señalización básicamente se divide en:

Señalización vertical

Señalización horizontal

### **2.6.1. Señalización vertical**

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas a los lados o adyacentes a un camino que, mediante símbolos, letras, reglamentan las prohibiciones o restricciones respecto al uso de las vías, previenen a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, así como proporcionan información necesaria para guiar a los usuarios.

Toda señal vertical debe transmitir un mensaje nítido inequívoco al usuario de la vía, lo que se logra a través de símbolos o leyendas, donde estas últimas comprenden palabras o números.

#### **Colocación**

La ubicación de una señal vertical corresponde a un tema de gran importancia, considerando que de esto dependerá la visibilidad adecuada y la relación oportuna del usuario de la vía.

Toda señalización deberá instalarse dentro del cono visual del usuario, de manera que atraiga su atención y facilite su interpretación, tomando en cuenta la velocidad del vehículo, en el caso de conductores.

No obstante, a lo anterior, los postes y otros elementos estructurales de las señales verticales, pueden representar un peligro para los usuarios en caso de ser impactadas; por dicha razón deben instalarse alejadas de la calzada y construirse de tal forma que opongan menor resistencia en caso de accidentes.

Se debe analizar las siguientes condiciones para una correcta instalación de una señal vertical:

Distancia entre señal y la situación que generó su instalación (instalación

longitudinal).

Distancia entre la señal y el borde de la calzada (ubicación transversal).

Altura de la ubicación se la placa de la señal.

Orientación de la placa de la señal.

Distancia mínima entre señales.

### **Ubicación longitudinal**

La ubicación de una señal debe garantizar que un usuario que se desplaza a la velocidad máxima que permite la vía, será capaz de interpretar y comprender el mensaje que se le está transmitiendo, con el tiempo suficiente para efectuar las acciones que se requieran para una segura y eficiente operación.

Las distancias longitudinales correspondientes a la instalación de las señales, serán definidas caso a caso cuando se aborde la función de cada una, esto debido a que cuenta con diferentes criterios de ubicación de acuerdo a su utilidad.

En lo que se refiere a la separación que debe respetarse entre cada tipo de señal, en el sentido longitudinal, es decir paralelo al eje de la vía, la tabla que se muestra a continuación entrega distancias mínimas de separación entre diferentes tipos de señales, con la finalidad que el conductor del vehículo cuente con el tiempo suficiente para efectuar las maniobras adecuadas.

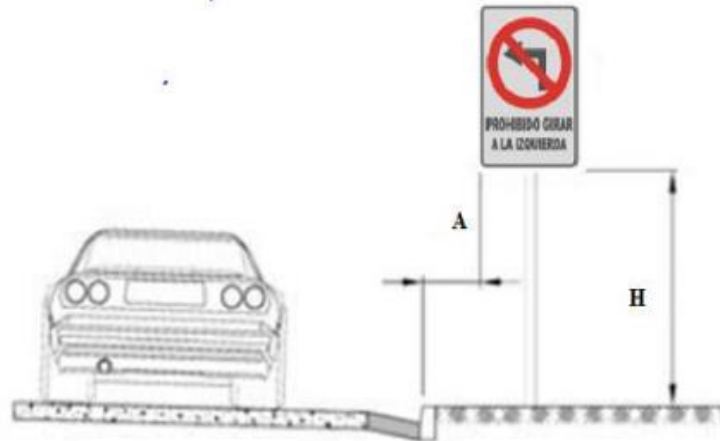
Tabla 2.4 Distancia mínima de separación entre señales

<b>Orden en que el conductor verá las señales</b>	<b>Velocidad (Km/h)</b>			
	120-110	100-90	80-60	50-30
Reglamentarias → Advertencia	50	50	30	20
Advertencia → Reglamentarias	50	50	30	20
Reglamentarias o Advertencia → Informativa	90	80	60	40
Informativa → Reglamentarias o Advertencia	60	50	40	30
Informativa → Informativa	110	90	70	50

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Cuando la instalación de una señal vertical coincida con el emplazamiento de otra señal vertical, las distancias indicadas anteriormente podrán ser modificadas en un  $\pm 20\%$  como máximo

Figura 2.2 Ubicación transversal de señales verticales



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Tabla 2.5 Ubicación transversal de señales verticales distancia y altura

Tipo de vía	A(m)	H(m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Carreteras	2,0	1,5	2,2
Caminos	1,5	1,5	2,2
Vías Urbanas	0,6	2,0	2,2

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Donde A corresponde a la distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical; H es la distancia entre la rasante a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal.

### Clasificación

Las señales verticales se clasifican en:

- Señales preventivas

- Señales reglamentarias
- Señales informativas

#### **2.6.1.1. Señales preventivas**

Son señales de advertencia de peligro, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Se identifican como base con el código SP.

No son de carácter obligatorio, pero es preciso dejarse guiar por su información para que no incurrir en riesgos o comportamientos que atenten nuestra seguridad.

Tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocadas verticalmente, son de color amarillo de fondo, con una línea negra perimetral y figura, símbolo leyenda son de color negro. Estas señales están colocadas antes del lugar donde existe peligro para dar tiempo al conductor a su reacción.

Para este tipo de señales, todos los elementos, tales como; fondo caracteres, orlas, símbolos, leyendas, pictogramas, excepto aquellos de color negro, deberá cumplir con un nivel de retroreflexión mínimo.

Las señales preventivas en las cuales se consideran otros colores además del amarillo y negro son:

SP-34 Semáforo (rojo, amarillo, negro y verde).

SP-35 Prevención de pare (amarillo, negro y lanco).

SP-36 Prevención de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)

#### **Ubicación**

Estas señales deben ubicarse con la debida anticipación, de tal manera que los conductores tengan el tiempo adecuado para recibir, identificas, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiera.

Figura 2.3 Señales preventivas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### 2.6.1.2. Señales reglamentarias

Las señales reglamentarias tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su trasgresión constituye infracción a las normas de tránsito y acarrea las sanciones previstas en la ley. Estas señales se identifican con el código SR.

En general, su forma es circular y solo se aceptará inscribir la señal en un rectángulo cuando lleve una leyenda adicional. Se exceptúan de esta condición geométrica las señales:

SR-01 pare, cuya forma es octogonal.

SR-02 ceda el paso cuya forma es triángulo equilátero con vértice hacia abajo.

SR-38 sentido único de circulación, es de forma rectangular.

SR-39 sentido de circulación doble, es de forma rectangular.

Los colores utilizados en estas señales son; fondo blanco, orlas y franjas diagonales de color rojo, símbolos y números en color negro.

Las acepciones a esta regla son:

SR-01 pare, cuyo color es rojo, orlas letras en blanco.



SR-38 sentido único de circulación, fondo negro, flecha y orlas blancas.

SR-39 sentido de circulación doble, fondo negro, flecha y orlas blanca.

SR-40 a la SR-43, paso obligado y ciclo vía, serán de fondo azul y símbolo blanco.

### Ubicación

Estas señales deberán instalarse al lado derecho de la vía, en el lugar preciso donde se quiera establecer la medida.

Por otro lado, se deberá ubicar una señal adicional al lado izquierdo de la vía, en toda condición cuando se trate de señales de tipo “no adelantar (SR-26), y en el caso de velocidad máxima (SR-30).

Estas señales podrán ser complementadas con placas informativas donde se podrán indicar días de las semana u horas en las cuales existe la prohibición.

Figura 2.4 Señales reglamentarias



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

## **Criterios de uso**

Las señales reglamentarias de prioridad, son aquellas que regulan el derecho preferente de paso y corresponden a: pare (SR-01) y ceda el paso (SR-02).

En toda intersección que no cuente con semáforos, no importando el flujo vehicular, se deberá regular la circulación vehicular mediante la colocación de al menos una señal de prioridad, colocada de acuerdo a las condiciones de visibilidad en el cruce o empalme.

Se utiliza la señal ceda el paso (SR-02), cuando la visibilidad en el cruce o empalme, permita al conductor del vehículo que transita por la calle de menor prioridad distinguir fácilmente cualquier vehículo que circule por la vía principal, disponiendo del tiempo y la distancia necesaria para ceder el paso antes de entrar al cruce o empalme, caso contrario se debe colocar una señal de pare (SR-01).

### **2.6.1.3. Señales informativas**

Este tipo de señales verticales no transmiten órdenes ni previenen sobre irregularidades o riesgo en la vía pública y carecen de consecuencias jurídicas.

Las señales informativas o de información, están destinadas a identificar, orientar y hacer referencia a lugares, servicios o cualquier otra información útil para el viajero.

En particular son utilizadas para informar sobre:

Enlaces o empalmes con otras vías.

Direcciones hacia destinos, calles o rutas.

Inicio de la salida de otras vías.

Distancia a la que se encuentran los destinos.

Nombres y rutas de las calles.

#### **Servicios.**

Lugares de atractivos turístico existentes en inmediaciones de la vía.

Nombres de ciudades, ríos, puentes, parques, etc.

Las señales de información por lo general son de forma rectangular o cuadrada. En las señales informativas, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco; el color de fondo

de las señales para autopistas y autovías, será azul y para las vías convencionales serán de color verde, con la excepción de las señales nombre y numeración de calles; las cuáles serán de color negro, y las señales de atractivo turístico, serán de color café.

### **Ubicación**

La ubicación longitudinal de las señales informativas queda determinada por su función, según la especificación de cada señal. Para su instalación, el lugar podrá ser ajustado hasta un 20%, dependiendo de las condiciones del sector y de los diferentes factores tales como la geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, etcétera.

Clasificación:

#### **Señales que guían a los usuarios a su destino:**

- De pre señalización (IP)
- De dirección (ID)
- De confirmación (IC)
- De identificación vial (IV)
- De localización (IL)

#### **Señales con otra información de interés:**

- De servicio (IS)
- De atractivo turístico (IT)
- Señales ambientales (IA)
- Otras señales para autopistas y autovías (IAA)
- Otras (IO)
- Informativas de control (ICO)
- Tamaño especial (IT(E)- IS(E))

Figura 2.5 Señales informativas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

En las señales informativas el mensaje se entrega a través de un sistema, cuya complejidad depende del tipo de vía que se señala y, en particular, su velocidad de operación, de la magnitud de flujo vehicular, del número de vehículos que salen, entran o cruzan la vía, del nivel de peligrosidad de la intersección, de los movimientos peatonales que existen en la zona.

### 2.6.2. Señalización horizontal

Este tipo de señalización corresponde a demarcaciones que se encuentran sobre el pavimento, como ser líneas, símbolos, letras, en las que se incluyen tachas retro-reflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito.

La señalización horizontal presenta mayor ventaja frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que este distraiga su atención de la pista por la que

circula. El lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de una la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por las variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo y otros. Por esta razón, en maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, siempre se deben reforzar con la señalización vertical correspondiente.

Todas las vías pavimentadas deberán contar con señalización horizontal, la cual deberá cumplir una función prioritaria en vías interurbanas y de apoyo a la señalización vertical.

#### **2.6.2.1. Según la altura**

Planas

Elevadas

##### **Planas**

Son señales son aquellas que presentan una altura de 6 mm de alto.

##### **Elevadas**

Son señales un poco más elevadas que las anteriores en un rango de 6 mm a 21 mm, utilizadas para completar a las primeras. Una demarcación elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por los focos de los vehículos, son visibles aun en condiciones de lluvia, situación en la cual, generalmente la demarcación plana pierde eficacia.

#### **2.6.2.2. Según su forma**

- Líneas longitudinales
- Líneas transversales
- Símbolos y leyendas
- Otras demarcaciones

##### **Líneas longitudinales**

Se emplean para delimitar pistas y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar pistas de uso exclusivo como por ejemplo de bicicletas o buses.

Este tipo de línea, se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía. Se tiene:

- Líneas de eje
- Líneas de carril
- Líneas de borde de calzada
- Líneas de prohibición de estacionamiento
- Líneas de transición (reducción y ampliación de pistas)

### **Líneas transversales**

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención a los vehículos motorizados, y para demarcar sendas destinadas al tránsito de paso de peatones o ciclistas, teniéndose los siguientes sub grupos:

Líneas de detención

Línea de detención cruce de prioridad estática ceda el paso

Línea de detención cruce de prioridad estática pare

Línea de detención cruce de prioridad variable sanforizado

### **Símbolos y leyendas**

Se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regula la circulación y advierte sobre peligros.

#### **2.6.2.3.Líneas longitudinales**

##### **Características básicas de las líneas longitudinales**

La línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor debe atravesarla ni circular sobre ella.

La línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color, significa que puede ser traspasable por el conductor.

##### **Líneas de eje**

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Estas líneas se ubican generalmente al centro

de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual.

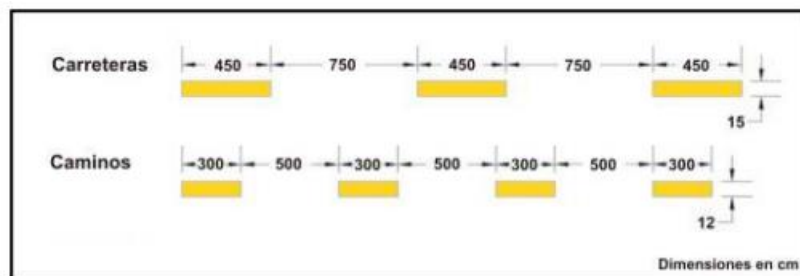
Dada la importancia de esta línea en la seguridad de tránsito, estas deberían encontrarse siempre presentes en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m. en calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

Estas líneas de eje podrán ser: discontinuas, continuas dobles o mixtas.

### **Línea amarilla discontinua**

Se utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto donde se permite la maniobra de adelantamiento.

Figura 2.6 Diseño de Líneas discontinuas

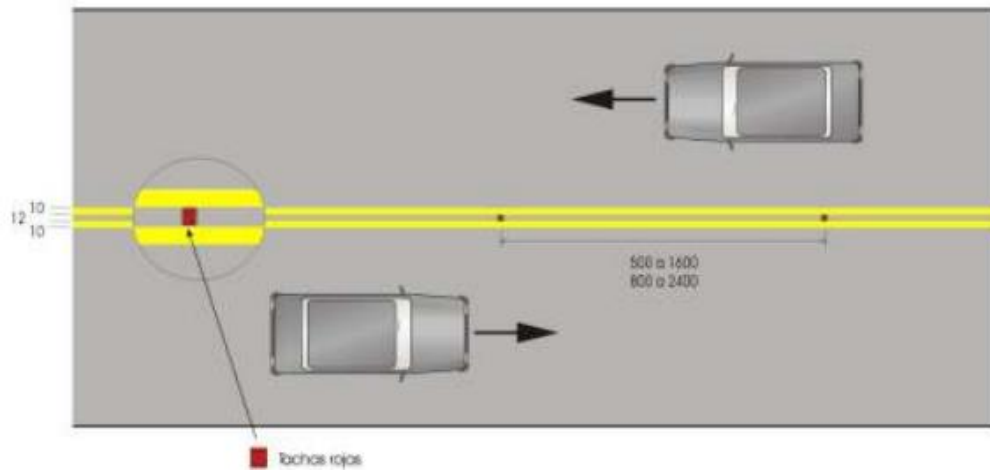


Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### **Línea doble amarilla continua**

Se las utiliza para demarcar la separación de carriles con sentido de flujo opuesto donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Figura 2.7 Ejemplo de Líneas continuas dobles



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### **Líneas de carril**

La función de las líneas de pista es ordenar el tránsito y posibilitar un uso más seguro y eficiente de las vías, especialmente en zonas congestionadas. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección, y pueden ser de dos tipos:

Continuas

Segmentadas

### **Línea blanca discontinua**

Utilizadas para demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo donde sí es permitida la maniobra de adelantamiento.

### **Línea blanca continua**

Como se ha indicado anteriormente, la línea continua sobre la calzada significa que ningún conductor con su vehículo debe atravesar ni circular sobre ella; las líneas continuas se utilizan para:

Demarcar la separación de carriles de un mismo sentido de flujo donde no es permitida la maniobra de adelantamiento.

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, también controlados por señales estáticas ceda el paso o pare, de igual



forma controlado por señales dinámicas “semáforo” en una línea de 20 metros medidos desde la línea de detención.

Demarcar el borde derecho de la calzada

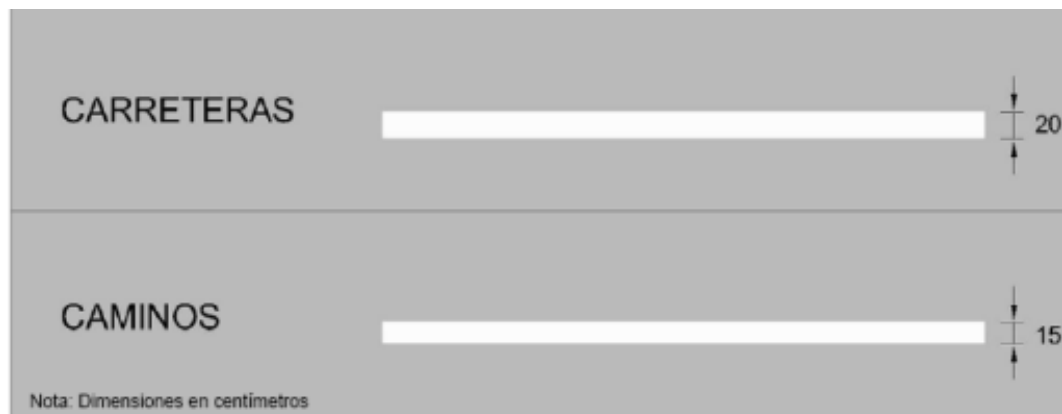
Indicando el término de la calzada estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente sobre ésta.

Estas demarcaciones, son la única orientación para un conductor cuando es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, de allí la importancia que presenta en caminos y carreteras bidireccionales.

En áreas urbanas, cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como, por ejemplo: curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no existe iluminación apropiada, estas líneas presentan una gran utilidad para el conductor, por lo tanto, deben ser consideradas en el diseño.

Estas líneas deberán disponerse de los anchos indicados en el esquema siguiente, en función del tipo de vía.

Figura 2.8 Dimensiones de demarcación continua



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### **Líneas transversales**

Estas pueden ser de dos tipos:

Líneas de detección

Líneas de cruce

### Líneas de detención

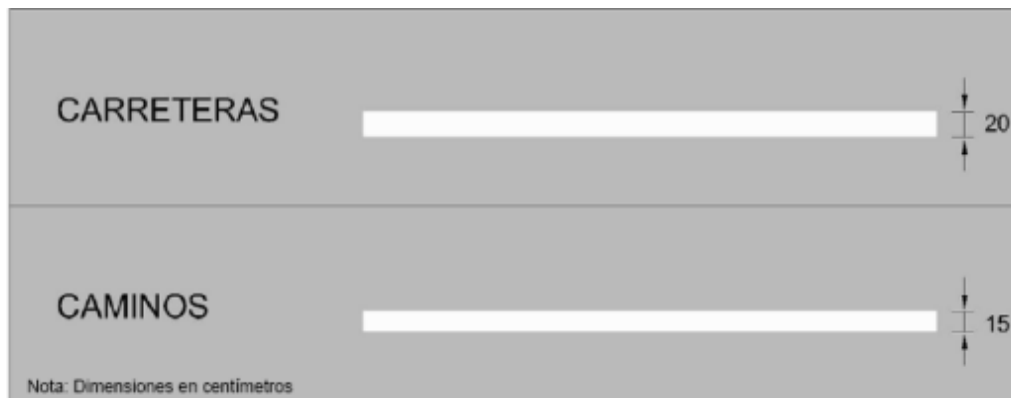
Estas líneas indican el lugar, ante el cual los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse.

### Señal ceda el paso

Corresponde a una demarcación transversal conformada por una línea segmentada doble, que complementa la señal vertical ceda el paso (SR-2).

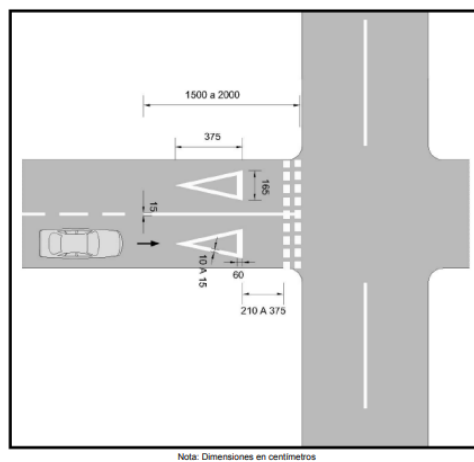
Indican al conductor que deben detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria.

Figura 2.9 Líneas de detención ceda el paso



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.10 Demarcación en cruce regulado señal CEDA EL PASO



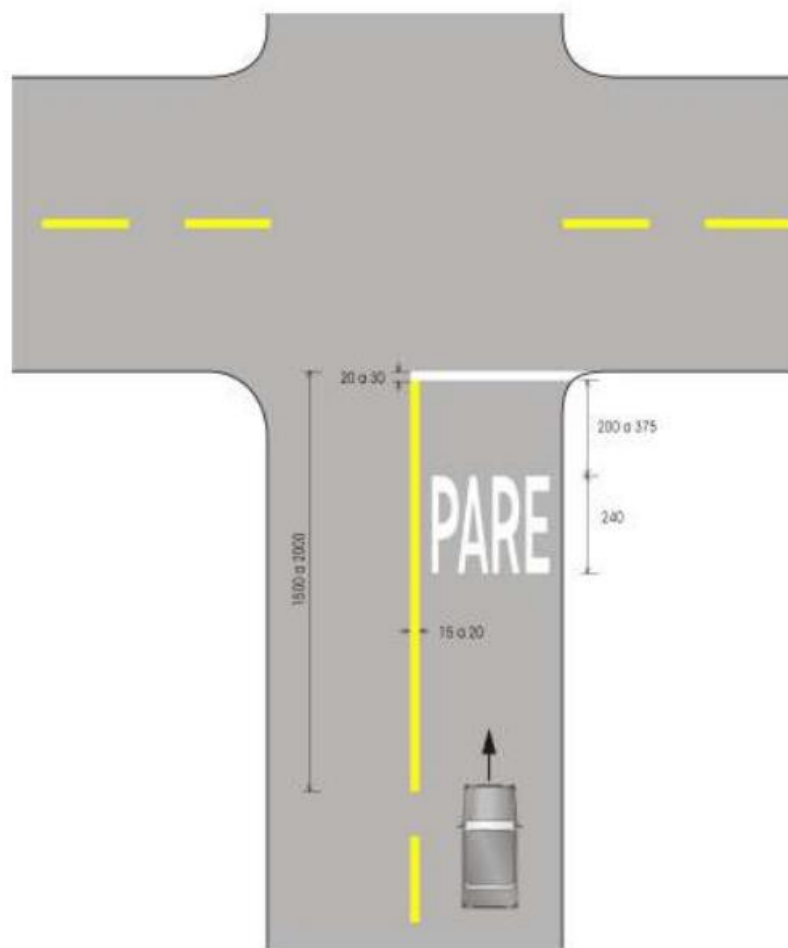
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### **Cruce controlado por señal pare**

Indica al conductor que enfrenta una señal pare, dónde el vehículo debe detenerse, debe ubicarse donde el conductor tenga buena visibilidad sobre la vía prioritaria para reanuda la marcha con seguridad.

Estas líneas siempre deben complementarse con la señal vertical pare (SR-01), y presentar las características que se muestran en la siguiente figura:

Figura 2.11 Señalización horizontal en cruce reglado con la señal pare



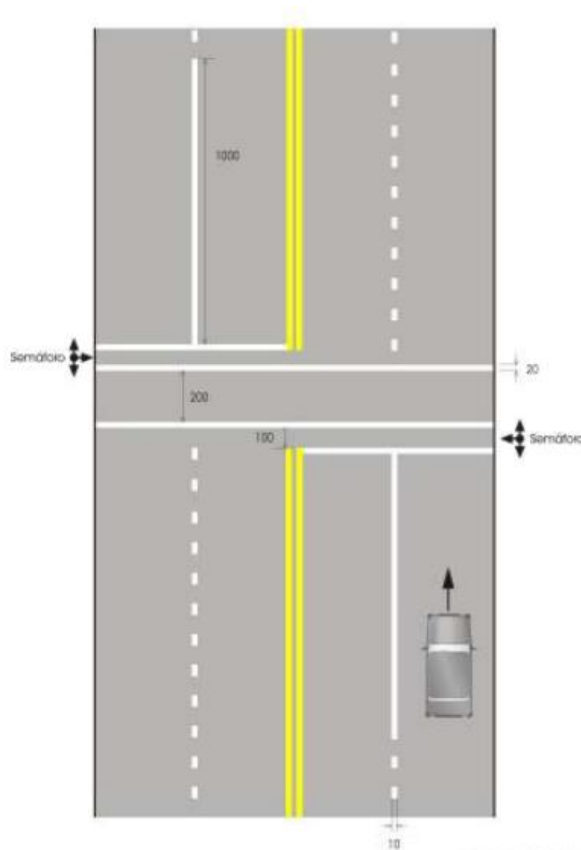
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

### **Cruce regulado por semáforo**

La demarcación transversal de un cruce peatonal regulado por semáforo está compuesta por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, el lugar más próximo al paso peatonal regulado donde el vehículo tendrá que detenerse. Se deberá ubicar a un (1) metro, de la línea de borde de la senda peatonal.

Figura 2.12 Demarcación en cruce peatonal regulado por semáforo



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

## Líneas de cruce

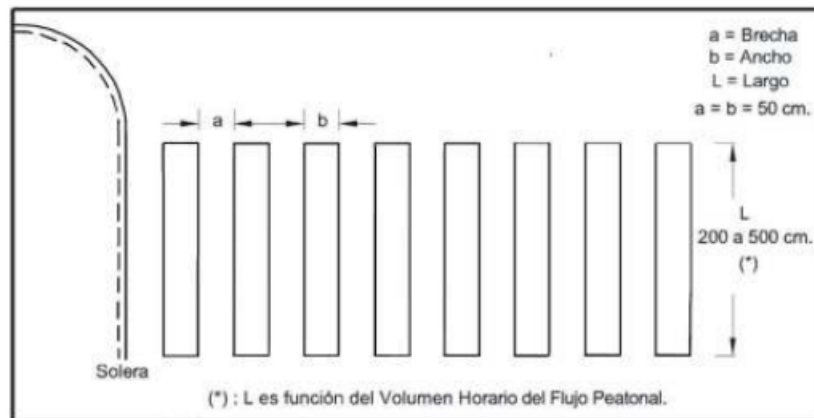
### Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra

Esta demarcación, se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de 50 cm, una brecha de 50 cm, y un largo constante que puede variar entre 2,0 - 5,0 m según volumen del flujo peatonal que solicitara el cruce. El borde de la banda más próxima a cada solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm. de ésta.

La línea de detención asociada al cruce peatonal indicará al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse, tal como se puede apreciar en la Figura 2.12. Misma exigencia deberán cumplir Pasos Peatonales Tipo Cebra emplazados en esquinas.

En casos especiales de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor, dependiendo de la evaluación que se efectúe en cada situación.

Figura 2.13 Largo paso peatones frente a un lato flujo peatonal



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

El ancho de la senda es función del flujo peatonal

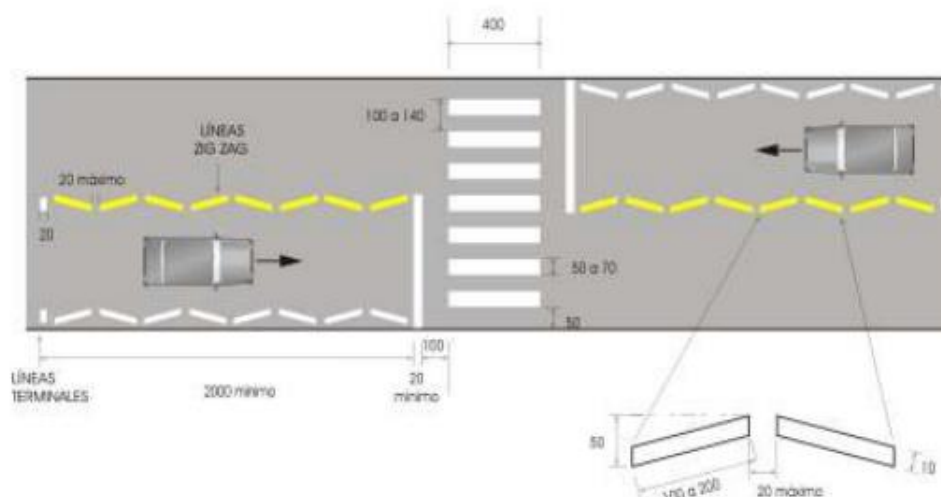
### Ancho senda Peatonal

Figura 2.14 Ancho peatonal

Flujo Peatonal (peatones/h)	Ancho Mínimo (m)
Menor o igual a 500	2,0
501 a 750	2,5
751 a 1000	3,0
1001 a 1250	3,5
1251 a 1500	4,0
1501 a 1750	4,5
Mayor a 1750	5,0

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura 2.15 Señalización horizontal en cruce peatonal tipo paso de cebra



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Estas líneas de cruce peatonal del tipo Paso de Cebra, deberán ser complementadas con demarcaciones de líneas tipo zig-zag, desde 20 m antes de la línea de detención, con la finalidad de advertir a los conductores la proximidad del Paso de Cebra,

### **Símbolos y leyendas**

Se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como ceda el paso y pare, leyendas como lento, entre otras.

Estas se clasifican en:

Flechas

Leyendas

Otros símbolos

La demarcación de flechas y leyendas es blanca, se puede usar colores distintos, tales como amarillo, negro, etc

### **Flechas**

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos.

Según las maniobras asociadas a ellas se tienen los siguientes tipos de flechas:

Flecha recta

Flecha de viraje

Flecha recta y de viraje

Flecha recta y de salida

Flecha de advertencia inicio línea de eje central continua

Flecha de incorporación a pistas de tránsito exclusivo

Flecha de incorporación a pistas de tránsito lento

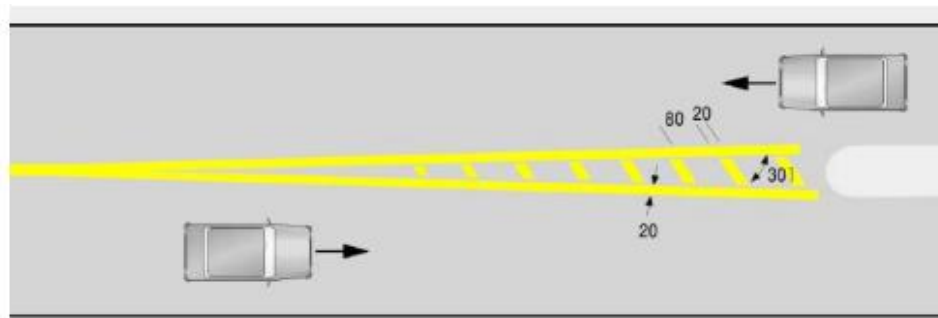
### Otras demarcaciones

#### Achurados

La función de los achurados es prevenir a los conductores la proximidad de las islas y bandejas, así como canalizar el flujo vehicular.

Se distinguen dos tipos de achurados como se muestran en la figura.

Figura 2.16 Demarcación tipo achurado



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

#### Resaltos

Son reductores de velocidad llamados resaltos. Estos dispositivos se emplean en accesos a intersecciones que presentan una alta tasa de accidentes, donde es necesario proteger el flujo peatonal y en vías en donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos: la ubicación de estos se empleará para resolver los siguientes problemas:

En cruces o vías de acceso no regulados, donde se requiera reducir a velocidad.

En tramos de caminos donde se registra exceso de velocidad.

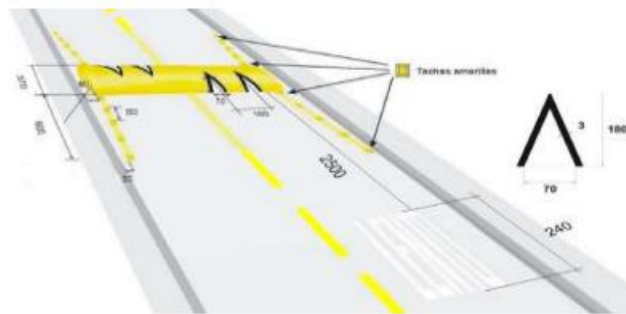
Cruces regulados por señal de prioridad, para que los conductores respeten la velocidad.

Zonas de escuelas y plazas de juegos infantiles.

Para la instalación de resaltos se requerirá, disponer los antecedentes estadísticos que registren accidentes, o en su defecto que las encuestas de los usuarios de la vía denuncien el exceso de velocidad.

Previo al resalto, siempre deberá demarcarse en el pavimento la leyenda lento.

Figura 2.17 Resalto



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

## 2.7.Semaforización

Entendemos por semaforización aquel factor de la ingeniería de tráfico cuyo objetivo es mejorar la circulación y además la misma en las intersecciones a través de dispositivos especialmente creados con este fin denominado semáforo.

Los semáforos son dispositivos de circulación del tráfico que han sido diseñados de tal forma que puedan ser accionados ya sea en forma manual o en forma automática instalados

normalmente en las intersecciones.

### 2.7.1. Clasificación de semáforos

Los semáforos se clasifican de acuerdo a su función operacional en:

- a. Semáforo de tiempo predeterminado
- b. Semáforo accionado por el tráfico



### **a).- Semáforo de tiempo predeterminado**

Son aquellos semáforos vehiculares que han sido diseñados para ejercer un control a través de señales luminosa cuyo tiempo de fase haya sido previamente determinado en función de las características volumétricas de la intersección. las características fundamentales de este tipo de semáforo son fijo el ciclo y el tiempo de cada fase que compone el ciclo (fase verde, fase amarilla, fase roja)

### **b).- Los semáforos accionados por el tráfico**

Son aquellos que ya sea que en forma manual o automática su operacionalidad dependerá del volumen de tráfico que circula en los accesos los que directamente determinara el tiempo de cada fase. Además de estos semáforos se tienen:

- Los semáforos peatonales

#### **Semáforos peatonales**

Los semáforos peatonales son señales luminosas instalados con el propósito de ordenar el tráfico de peatones en las intersecciones. Su instalación es complementaria a la semaforización vehicular.

Para que se pueda instalar una red de semáforos peatonales se debe cumplir ciertas condiciones:

la cantidad de peatones por hora en la intersección debe ser mayor a 150 en áreas no escolares y mayor a 250 en áreas escolares.

#### **Otras de las condiciones:**

- es que debe proveerse una fase exclusiva para el movimiento peatonal en una o mas direcciones donde el tráfico vehicular debe detenerse.
- Si los movimientos de giros son complicados que exigen a una fase semi exclusiva para ordenar el tráfico vehicular.
- Cuando los anchos de las vías que interceptan son tan amplios que los semáforos vehiculares no sirven adecuadamente a los peatones.
- Cuando una semaforización vehicular confunde al movimiento vehicular.

## **2.7.2. Características de los semáforos**

los semáforos tanto vehiculares como peatonales tienen sus propias características.

### **Características de los semáforos vehiculares**

Los semáforos vehiculares están constituidos por los siguientes elementos:

- a).- Cabeza
- b).- Caras
- c).- Focos
- d).- Postes

#### **Cabeza**

Se denomina cabeza de un semáforo al elemento que contiene las señales luminosas esta cabeza contiene un número determinado de caras en las diversas direcciones que a su vez contiene a las señales luminosas o focos.

La cabeza normalmente es un armazón metálico hueco que contiene a los reflectores de cada uno de las caras y a los cables que están conectados en algunos casos llevan además unas vísceras sobre cada una de las señales luminosas para evitar el reflejo del sol y mantener una buena visibilidad de la señal.

#### **Caras**

Cada cara de un semáforo contiene una o más elementos ópticos o lentes que están formado verticalmente

#### **Focos**

Son lentes ópticos formados cada uno de ellos una lampara un reflector cóncavo para concentrar el haz luminoso en una sola dirección un vidrio difusor circular de calor y vísceras arriba y a los costados eventualmente.

Los focos de cada cara ubicadas en un eje vertical van en la Sgte. posición el rojo en la parte alta inmediatamente debajo se ubica el amarillo o ámbar por último el verde.

Si hay señales adicionales como giros a la izquierda y giros a la derecha estas pueden ir debajo de la señal verde o a un costado

## **Función de los colores**

### **Foco rojo**

Indica que el tránsito frente a ese color debe parar antes de la línea de parada y permanecer detenido hasta que aparezca el color verde.

### **Foco amarillo**

Advierte que inmediatamente después aparecerá el rojo el conductor sin aun puede debe detenerse, es un foco o lente de precaución que de alguna manera debe ser un tiempo de reacción del conductor.

### **Foco verde**

El color verde tiene como objetivo permitir a los vehículos que se observan esta luz puedan seguir de frente o realizar giro a la izquierda o giro a la derecha. En algunos casos se debe dar preferencia en intersecciones de ambos sentidos al tránsito directo por los vehículos que van a realizar giro a la izquierda o derecha.

Aparte de estos tres colores fundamentales existen otros de tipo especial que son el foco verde con flecha de frente y el foco verde con flecha de giro a la izquierda o la derecha. El primero tiene el objetivo de que los vehículos tienen que circular en sentido directo sin la posibilidad de realizar giros a ningún lado. En el caso de los focos verdes con flecha de giro estas tienen como objetivo dar al tráfico la opción de que realicen giros indicados en un momento adecuado normalmente a veces coincidente con los focos rojos del otro sentido.

## **Ubicación de los semáforos**

Los semáforos de acuerdo al tipo de intersección estos deben ser ubicados en cada uno de los accesos de la intersección totalmente visible a los conductores. De acuerdo a las características físicas de la intersección y el número de carriles que puede presentarse en cada acceso pueden existir varias formas de ubicación de semáforos.

a).- Semáforos independientes sobre postes

b).- Semáforos con ménsula corta

c).- Semáforo con ménsula larga

d).- Semáforo colgantes

**a).- semáforos independientes**

Estos semáforos van ubicados en la entrada de cada acceso a 60 cm como mínimo del cordón de la acera cuya altura puede variar de 2.40 - 4.50 mts dependiendo de la visibilidad existente. Si bien desde el punto de vista operacional estos pueden resultar los más eficientes resultan los más antieconómico debido a que cada poste soporta una cabeza de semáforo de una sola cara.

**b).- semáforo con ménsula corta**

Cuando la visibilidad en la intersección no permite una buena ubicación del semáforo se recurre a estructuras metálicas tipo de ménsula que soportan la cabeza del semáforo un poco más el interior de la calzada y por lo tanto más visible

**c).- semáforo con ménsula larga**

Cuando los semáforos van a tener más de una cara y se quiere que estas sean igualmente visibles a cada acceso correspondiente se recurre a la utilización de estructuras metálicas tipo de ménsula pero que abarquen hasta de 1/3 a 2/3 de la intersección de tal forma que sea visible a todos los accesos, si bien la estructura se hace más caro en corto esto se equilibra por el número de caras que pueda tener la cabeza del semáforo.

**d).- semáforos colgantes**

Este tipo de semáforos se recomienda en intersección en las cuales se va a tener 4 accesos que puedan dar origen a 4 caras de la cabeza del semáforo que tienen que ser igualmente visible para, ello se busca un punto que será geométricamente concéntrico en la intersección y se coloca el semáforo soportado por cables que están anclados en las paredes de la intersección.

**Semáforos peatonales**

Estos tienen que ir ubicados ortogonalmente a los flujos peatonales marcado por el cruce

de peatones a una altura media de 2 metros de tal forma que sea visible a los peatones para iniciar el proceso de cruce de calzada, en algunas vías de carreteras o autopistas estos semáforos peatonales pueden ir sobre el mismo poste que soporta el semáforo vehicular, pero a diferente altura.

## **2.8.Estacionamiento**

Se definen como estacionamiento al área o superficie destinadas a la ocupación por parte de vehículos en un determinado tiempo que pueden estar ubicadas dentro o fuera de la vía. Con el fin de aclarar un poco este concepto vale la pena lo que es una parada corta, parada larga, estacionamiento, parqueo.

### **Parada Corta**

Se entiende por parada corta cuando el vehículo se detiene momentáneamente sobre la vía con el motor encendido y el conductor en su sitio, estas paradas cortas se producen en tiempos pequeños generalmente para el acceso o descenso de pasajeros o usuarios de vehículos ya sea particulares o públicas.

### **Parada Larga**

Se entiende por parada larga cuando el vehículo se detiene sobre la vía con el motor apagado, pero con el conductor en su sitio, este tipo de parada utiliza un tiempo mayor que el anterior, pero sigue siendo de carácter temporal o momentáneo.

### **Estacionamiento**

Se considera estacionamiento aquel acto en el cual el vehículo es detenido sobre la vía con el motor apagado y sin el conductor pudiendo considerarse el tiempo de detención permanente.

### **Parqueo**

Se entiende por parqueo a la detención de vehículos fuera de la vía, dejados en espacios especialmente establecidos para detener el vehículo en forma permanente y por tiempos largos.

### **Causas del estacionamiento**

El detener un vehículo ya sea momentánea o en forma permanente se debe a diferentes causas

que de acuerdo a estudios realizados normalmente los más usados son:

- Comerciales
- Laborables
- De negocios
- De diversión

Las primeras dos causas son las más importantes y las más usuales, porcentualmente las más importantes, incluidos a estas a los de transporte público que con un fin laboral tienen que detener su vehículo para el ascenso y descenso de pasajeros.

### **Tipos de estacionamientos**

Se tienen en la práctica dos tipos de estacionamiento de acuerdo al lugar de su ubicación, es decir:

a).- Estacionamiento sobre la vía

b).- Estacionamiento fuera de la vía

#### **a).- Estacionamiento sobre la vía**

Son aquellos estacionamientos ubicados sobre la vía de circulación ocupando un espacio que inicialmente no está definido para la detención de vehículos, pero que por circunstancias de bajos volúmenes de circulación y de necesidad de espacios para la detención de vehículos momentáneos o permanentes se hace uso de una parte de la vía para ocuparlo como estacionamiento de vehículos. Estos podrán ser estacionamientos paralelos o estacionamientos oblicuos.

### **Oferta y demanda en estacionamiento dentro de la vía**

El objetivo fundamental dentro del estudio de este ya sea para una vía, o zona o en conjunto para todo el trazo urbano es la determinación de la oferta de estacionamiento y la demanda del mismo y a partir de estos dos elementos tratar de encontrar un equilibrio entre ambos.

Determinación de la oferta de estacionamiento

La oferta de estacionamiento esta dado por la relación

$$\text{Oferta} = \text{N}^\circ \text{ de casillas} * \text{Indice de Ocupación}$$

El número de casillas se obtendrá a través de un levantamiento de la zona de estudio previo a la determinación de las medidas de diseño para cada casilla de estacionamiento. El levantamiento consiste en determinar la longitud de las cuadras en la zona de estudio y a partir de ellas determinar las longitudes útiles.

El índice de ocupación es el No de veces que puede ocupar un mismo espacio de estacionamiento en un tiempo determinado que normalmente es de 1 día o 1 hora. Este índice de ocupación se determina a través de un aforamiento en la zona de estudio para lo cual se hace un registro de las placas de los vehículos estacionados cada 15 minutos si son estudios de largo alcance podrán realizarse estos registros en 3 horas al y en 3 días a la semana y 3 épocas del año si el estudio es corto se debe hacer un registro en una semana en por lo menos 10 horas al día considerando las 10 horas de mayor flujo.

### **Demanda de estacionamiento**

$$\text{Demanda} = \text{N}^\circ \text{ de vehiculos para estacionarse} * \text{Indice de Ocupación}$$

El número de vehículos para estacionarse se obtendrá a través de un levantamiento de placas en la zona de estudio. El levantamiento consiste en determinar la cantidad de vehículos que ocupan los espacios de estacionamiento en la zona de estudio y el tiempo de ocupación de cada casilla.

Para completar un estudio de estacionamiento es imprescindible determinar la demanda ya sea de la zona de estudio o en general la demanda de una ciudad, es muy difícil determinar con exactitud cuál es esa demanda, en virtud de que dependen de una serie de factores o variables como ser población, No de parque automotor, volúmenes de circulación en la zona de estudio restricciones de estacionamiento, tiempo de estacionamiento, etc.

La influencia de cada uno de estas variables en la cantidad de demanda de estacionamiento no es totalmente fija sino también dependerá o varia con relación a las horas de circulación a las zonas de la ciudad al No de centros que genera estacionamientos, lo que impide tener un valor exacto y único de demanda de estacionamiento sin embargo en la práctica se debe

encontrar una metodología que nos permita determinar el valor de demanda de estacionamiento para una zona de estudio y compararla con la oferta para establecer si existe o no la necesidad de contar con mayor espacios de estacionamiento o restricción de áreas de estacionamiento.



**CAPÍTULO III**

**APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE LA**

**CAPACIDAD VEHICULAR**

## CAPÍTULO III

### APLICACIÓN PRÁCTICA SOBRE LA CAPACIDAD VEHICULAR

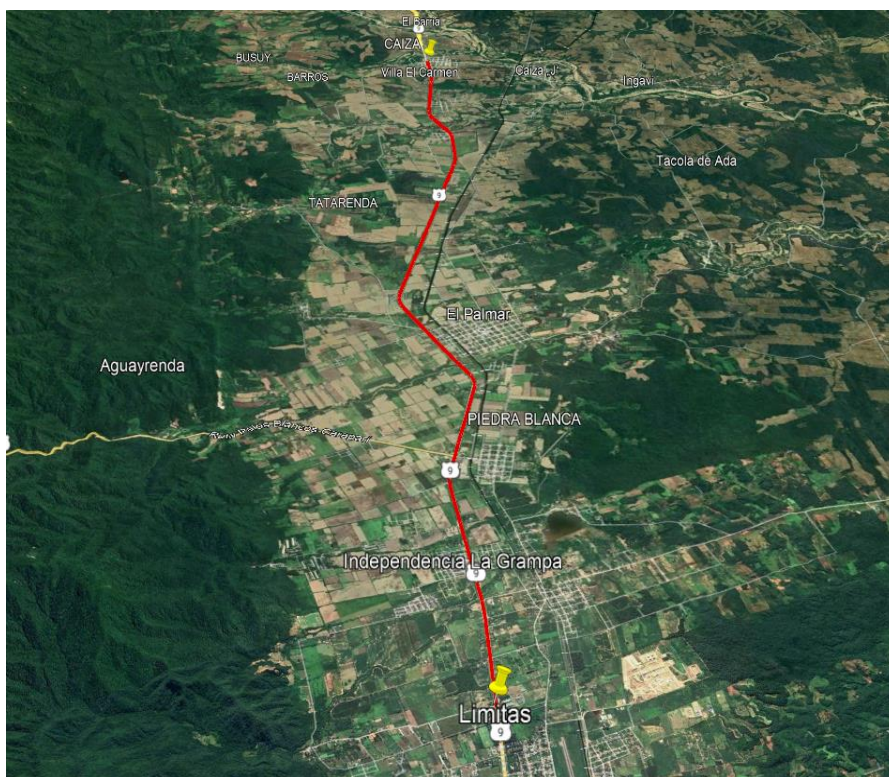
#### 3.1. Ubicación del Proyecto

Este estudio se encuentra ubicado en las afueras de la ciudad de Yacuiba, Provincia Gran Chaco en el departamento de Tarija.

El área de estudio se extiende desde la comunidad de Limitas, ubicada en el distrito 7, hasta el acceso a la comunidad de Caiza, que se encuentra en el distrito 8. Sus coordenadas geográficas se sitúan a  $21^{\circ}56'38.76''$  de latitud sur y  $21^{\circ}47'14.52''$  de latitud sur, junto con los  $63^{\circ}39'9.16''$  y  $63^{\circ}34'25.03''$  de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich.

Clima, su clima es semitropical con veranos cálidos e inviernos tibios. En el verano las lluvias son muy comunes en cambio en invierno apenas llueve. la temperatura media es de  $21^{\circ}\text{C}$ .

Figura 3.1 Ubicación de los puntos de aforo



Fuente: Imagen satelital (Google earth)

### **3.2. Características del área de estudio**

El tramo que es objeto de estudio corresponde a la carretera interdepartamental de Bolivia Ruta 9, este tramo presenta las siguientes características:

Tipo de pavimento: el pavimento en este tramo de carretera es de tipo flexible, compuesto principalmente por una capa de asfalto. Este tipo de pavimento es conocido por su flexibilidad y capacidad de adaptarse a las condiciones del terreno.

Estado del Pavimento: el pavimento del tramo se encuentra en condiciones deterioradas. Se observan grietas, ahuellamiento, hundimiento, baches, etc.

Longitud del tramo: la longitud del tramo de carretera estudiado es de 21 km, extendiéndose desde el kilómetro 513 hasta el kilómetro 534 de la ruta.

Anchos de acceso: a lo largo del tramo se encuentran 54 accesos, con ancho de carril promedio de 3.50 m y ancho de calzada de 11.84 m. Estos accesos permiten la entrada y salida de vehículos, contribuyendo a la conectividad de la zona.

Circulación: en este tramo se utiliza para el tráfico en ambos sentidos, la circulación varía, siendo ligera lo que puede influir en la capacidad de la vía y en las condiciones de tráfico.

Señalización: La señalización en este tramo es deficiente y necesita una revisión completa, las señales de tráfico y marcas viales no están en condiciones óptimas para garantizar la seguridad de los conductores. La señalización es un punto crítico a abordar en el estudio.

Comunidades: a lo largo del tramo se encuentran diversas comunidades, incluyendo: La comunidad de Limitas, Comunidad Bella Vista, Barrio el Periodista, comunidad Campo Pajoso, Comunidad Itavicua, comunidad Ojo del Agua, Comunidad San Francisco del Inti, Comunidad Palmar Estación, Comunidad Sanandita, comunidad Villa el Carmen, Comunidad Caiza Estación. Estas comunidades son puntos importantes de acceso y desempeñan un papel vital en la interconexión de la región.

Tabla 3.1 Nombre de las Intersecciones

<b>N°</b>	<b>Nombre de las Intersecciones</b>
1	Entrada a la Comunidad Limitas
2	Entrada al Parque Villa Fatima
3	Entre el Parque Villa Fatima/Ingreso Aroma 3 de Caballeria
4	Ingreso aroma 3 de Caballeria
5	Calle 7-Bella Vista
6	Calle 5-Bella Vista
7	Calle 3-Bella Vista
8	Calle 2-Bella Vista
9	Entre Calle 1 Bella vista / Entrada Principal Campo Pajoso
10	Entrada Principal Campo Pajoso
11	Entrada Empresa ASPROBAN
12	Entre Puente Ojo de Agua y Comunidad el Palmar
13	Entrada a la Agroindustria FABA
14	Entrada Principal El Palmar
15	Entrada a la Escuela Basica Policial ESPABOL
16	Entrada Principal Aguayrenda
17	Entrada al Instituto Tecnologico ITY
18	Entrada Silos Yacuiba EMAPA
19	1er Ingreso a la Comunidad San Francisco del INTI
20	4to Ingreso a la Comunidad San Francisco del INTI
21	5to Ingreso a la Comunidad San Francisco del INTI
22	6to Ingreso a la Comunidad San Francisco del INTI
23	Entre la Comunidad San Francisco del INTI /Comunidad San Antonio
24	1er Ingreso a la Comunidad San Antonio
25	2do Ingreso a la Comunidad San Antonio
26	4to Ingreso a la Comunidad San Antonio
27	Entrada a la UE Profesor Agreda-Caiza
28	Entrada al Coliseo Villa el Carmen
29	Entre la entrada al Coliseo Villa el Carmen/Entrada Principal CAIZA
30	Entrada Principal Caiza

Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Información de campo**

#### **3.3.1. Volúmenes de Trafico**

##### **3.3.1.1. Procedimiento de datos (Volúmenes)**

Se llevo a cabo el aforo de forma manual, lo que requirió la colaboración de varias personas para su ejecución. Estas personas se ubicaron en las intersecciones donde se realizó el aforo de cada acceso en las horas pico previamente determinadas. Este proceso se llevó a cabo durante un mes, abarcando dos días hábiles de la semana y un día no hábil, durante las cuatro semanas del mes.

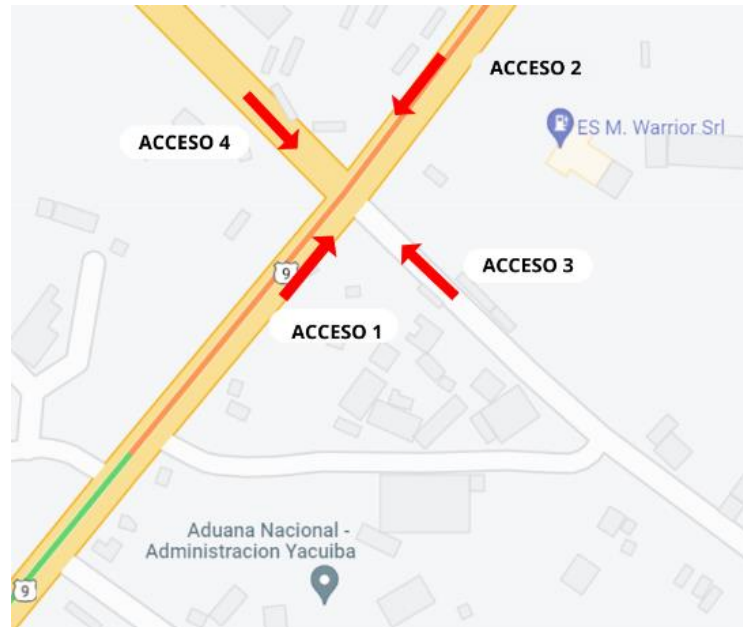
Dado que la recolección de datos se realizó de forma manual, sin la utilización de dispositivos mecánicos o electrónicos, existe una mayor probabilidad de cometer errores al registrar el número de vehículos. Por lo tanto, se requirió extrema atención para minimizar estos posibles errores y obtener datos lo más precisos posible. Esta metodología manual se adoptó debido a la falta de disponibilidad de sensores electrónicos de registro de tráfico en nuestro entorno. A pesar de estas limitaciones, se confía en que los aforos manuales proporcionaran datos confiables y útiles.

Para una mejor comprensión, se presenta un ejemplo de datos recopilados en la siguiente tabla de aforos correspondientes a la intersección 10, ubicada en el ingreso a la comunidad Campo Pajoso.

Se detallan los volúmenes vehiculares para cada acceso en las tres horas pico de recolección, realizadas en dos días hábiles de la semana y un día no hábil durante un mes. Este procedimiento se replicó de manera análoga para todas las demás intersecciones.

Ejemplo: se puede observar cómo se tabulo los datos para la intersección 10 que es en el ingreso a la comunidad Campo Pajoso en la que están el acceso 1,2,3,4

Figura 3.2. Identificación de los accesos en la intersección N° 10 en la comunidad de Campo Pajoso



Fuente: Google maps

Tabla 3.2 Datos de Volumen Vehicular Intersección N°10

		Intersección 10											
		ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
		7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00
Primera semana	1er día habil	1180	1332	724	472	896	660	32	26	53	45	52	15
	2do día habil	845	910	681	608	712	804	42	14	51	45	51	43
	3cer día habil	824	745	658	649	450	488	45	38	65	25	34	7
Segunda semana	1er día habil	964	1388	820	528	1016	764	43	22	38	24	26	20
	2do día habil	876	994	776	692	788	912	45	29	48	45	35	52
	3cer día habil	620	644	624	564	520	692	20	26	38	30	11	28
Tercera semana	1er día habil	538	440	539	496	397	660	36	35	28	37	36	48
	2do día habil	587	516	476	531	564	580	38	20	43	33	60	36
	3cer día habil	352	372	660	428	348	448	35	34	34	10	21	44
Cuarta semana	1er día habil	1083	858	859	556	638	562	53	46	24	42	58	33
	2do día habil	755	861	656	632	668	588	42	23	69	28	46	42
	3cer día habil	774	719	806	524	452	488	61	39	43	26	67	30

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un procesamiento de los datos aforados de los volúmenes vehiculares de las intersecciones mediante una estadística.

### 3.3.1.2. Depuración de datos de volumen de tráfico

En toda muestra estadística que se realice se debe calcular la dispersión de datos es decir entre que valores máximos y mínimos puede estar comprendido el valor obtenido en los aforos de cada punto y tramo.

Para obtener este rango, se sigue un proceso que implica ordenar todos los datos, calcular la media aritmética, determinar la desviación estándar y se define el rango de depuración.

Tabla 3.3 Procedimiento de datos de volúmenes vehiculares

		Intersección 10											
		ACCESO 1			ACCESO 2			ACCESO 3			ACCESO 4		
		7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00
Primera semana	1er día habil	1180	1332	724	472	896	660	32	26	53	45	52	15
	2do día habil	845	910	681	608	712	804	42	14	51	45	51	43
	3cer día habil	824	745	658	649	450	488	45	38	65	25	34	7
Segunda semana	1er día habil	964	1388	820	528	1016	764	43	22	38	24	26	20
	2do día habil	876	994	776	692	788	912	45	29	48	45	35	52
	3cer día habil	620	644	624	564	520	692	20	26	38	30	11	28
Tercera semana	1er día habil	538	440	539	496	397	660	36	35	28	37	36	48
	2do día habil	587	516	476	531	564	580	38	20	43	33	60	36
	3cer día habil	352	372	660	428	348	448	35	34	34	10	21	44
Cuarta semana	1er día habil	1083	858	859	556	638	562	53	46	24	42	58	33
	2do día habil	755	861	656	632	668	588	42	23	69	28	46	42
	3cer día habil	774	719	806	524	452	488	61	39	43	26	67	30
	Media	783,2	814,9	689,9	556,7	620,8	637,2	41	29,33	44,5	32,5	41,42	33,17
	Desviación	234,7	317,7	114,2	76,96	205,9	139,8	10,33	9,238	13,61	10,8	17,07	13,82
	Rango	1018	1133	804,2	633,6	826,6	777	51,33	38,57	58,11	43,3	58,49	46,98
		548,4	497,2	575,7	479,7	414,9	497,3	30,67	20,1	30,89	21,7	24,35	19,35
	Media	780,6	780,9	682,7	554,9	599	643,7	39,78	29,13	43,5	30,63	42,25	34,5

Fuente: Elaboración propia

Se calcula la media de cada grupo de los datos de volúmenes vehiculares como se muestra en la tabla, de las cuatro semanas con su correspondiente horario de aforo, seguidamente se calcula la desviación estándar para poder establecer los rangos para determinar que datos serán los que no corresponden para el cálculo final.

Se procede a la depuración de datos alejados los cuales se muestran en la tabla una vez depurados se procede a realizar un nuevo cálculo para la obtención de la media de acceso, con estos valores se calcula la media de cada uno de los accesos.



Para las demás intersecciones se realiza el mismo procedimiento.

Tabla 3.4 Depuración de datos de volumen vehicular Intersección N°10

		Intersección 10											
		7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00
<b>Primera semana</b>	1er dia habil	1180	1332	724	472	896	660	32	26	53	45	52	15
	2do dia habil	845	910	681	608	712	804	42	14	51	45	51	43
	3cer dia habil	824	745	658	649	450	488	45	38	65	25	34	7
<b>Segunda semana</b>	1er dia habil	964	1388	820	528	1016	764	43	22	38	24	26	20
	2do dia habil	876	994	776	692	788	912	45	29	48	45	35	52
	3cer dia habil	620	644	624	564	520	692	20	26	38	30	11	28
<b>Tercera semana</b>	1er dia habil	538	440	539	496	397	660	36	35	28	37	36	48
	2do dia habil	587	516	476	531	564	580	38	20	43	33	60	36
	3cer dia habil	352	372	660	428	348	448	35	34	34	10	21	44
<b>Cuarta semana</b>	1er dia habil	1083	858	859	556	638	562	53	46	24	42	58	33
	2do dia habil	755	861	656	632	668	588	42	23	69	28	46	42
	3cer dia habil	774	719	806	524	452	488	61	39	43	26	67	30
	Media	783	815	690	557	621	637	41	29	45	33	41	33
	Desviación	235	318	114	77	206	140	10	9	14	11	17	14
	Rango	1018	1133	804	634	827	777	51	39	58	43	58	47
		548	497	576	480	415	497	31	20	31	22	24	19
Media		780,6	780,9	682,7	554,9	599	643,7	39,78	29,13	43,5	30,63	42,25	34,5

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.1.3. Resumen resultados volúmenes vehiculares

En la siguiente tabla se muestran los resultados totales de volúmenes vehiculares intersección con sus respectivos accesos

Tabla 3.5. Resultados de volúmenes vehiculares

	ACCESO 1	ACCESO 2	ACCESO 3	ACCESO 4
Intersección N°1	639	490	9	10
Intersección N°2	475	475	13	16
Intersección N°3	521	423	18	19
Intersección N°4	436	457	21	21
Intersección N°5	338	350	10	5
Intersección N°6	311	348	6	3
Intersección N°7	477	393	8	6
Intersección N°8	326	340	10	3
Intersección N°9	684	622	13	7
Intersección N°10	748	599	37	36
Intersección N°11	566	564	12	8
Intersección N°12	504	487	13	10
Intersección N°13	299	487	5	4
Intersección N°14	415	288	15	14
Intersección N°15	271	245	6	10
Intersección N°16	285	273	0	8
Intersección N°17	428	347	14	8
Intersección N°18	425	406	7	9
Intersección N°19	426	432	5	5
Intersección N°20	240	239	0	7
Intersección N°21	259	226	6	5
Intersección N°22	258	223	5	3
Intersección N°23	263	267	9	12
Intersección N°24	312	294	9	7
Intersección N°25	288	290	6	10
Intersección N°26	268	252	8	8
Intersección N°27	334	347	0	16
Intersección N°28	430	448	0	15
Intersección N°29	448	314	14	12
Intersección N°30	522	429	44	28

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Velocidad Vehicular

#### 3.3.2.1. Procedimiento de datos

Una vez identificada la hora pico se procedió a realizar el aforo de velocidades en cada intersección.

Este aforo se realizó de manera manual, donde se mide una distancia de 25 m de circulación libre, previo a cada intersección y con un cronómetro se procedió a medir los tiempos para así obtener las velocidades, con los tiempos medidos y su distancia conocida es así que se realiza la elección de cinco vehículos al azar durante cada hora, para obtener la planilla de datos durante un mes.

Para calcular las velocidades de punto en (km/h), de los aforos de tiempos se usó la siguiente ecuación:

$$V = \frac{D}{T}$$

Donde:

V= Velocidad de punto (km/h)

D=Distancia de recorrido (km)

T= Tiempo de recorrido (h)

Tabla 3.6 Procesamiento de Datos y Resultados de Velocidades (m/seg)

PROCESAMIENTO DE DATOS VELOCIDADES (m/seg)													
		Intersección 1			Intersección 2			Intersección 3			Intersección 4		
		7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00
Primera semana	1er dia habil	2,74	1,82	2,63	1,52	2,49	2,86	1,99	2,45	3,24	2,63	2,58	3,05
		1,92	3,23	2,65	1,78	2,45	2,77	2,57	1,74	1,45	2,41	3,51	1,92
		2,17	2,67	3,22	1,66	1,98	2,47	1,89	3,14	2,71	3,02	3,57	1,76
		3,17	2,43	3,07	1,69	2,56	3,36	2,54	2,37	2,46	2,72	2,65	2,86
		1,86	2,45	2,98	2,21	1,67	4,21	1,71	2,23	1,92	3,04	2,34	2,47
	2do dia habil	2,23	4,01	2,12	1,51	1,97	2,69	1,84	3,23	2,87	1,94	2,48	1,39
		2,34	1,979	2,94	1,93	2,76	1,87	1,73	2,9	2,1	2,89	2,55	1,87
		2,53	3,95	2,33	1,54	2,37	3,7	2,28	2,23	2,2	1,88	2,1	1,1887
		2,84	3,29	2,96	1,5	2,45	1,42	1,68	2,35	2,08	2,67	2,34	2,45
		2,59	2,92	2,56	1,93	1,87	1,95	1,87	2,25	3,1	1,71	1,85	2,73
	3cer dia no habil	2,34	1,82	1,51	2,33	2,44	3,35	2,36	3,76	1,89	2,55	2,27	1,54
		2,81	2,69	2,36	2,16	1,97	2,45	2,22	2,58	2,98	2,75	2,25	1,2444
		2,11	2,93	1,63	1,95	2,47	1,94	2,08	2,44	2,21	2,13	2,3	1,86
		2,7	1,98	1,95	2,4	2,11	1,82	1,95	2,75	2,42	2,34	3,95	2,6
		3,05	2,7	3,97	2,11	2,05	2,91	1,97	2,31	3,07	2,16	2,53	2,45
Segunda semana	1er dia habil	3,25	2,74	3,69	3,54	4,25	3,25	3,97	3,58	2,23	1,8349	2,12	1,51
		2,85	2,22	3,98	3,84	3,25	3,4	3,94	3,96	3,34	1,979	2,94	1,93
		3,26	2,58	3,02	3,26	4,01	3,37	4,02	3,58	3,53	1,0454	3,33	1,54
		2,85	3,22	3,45	3,84	2,99	3,15	4,11	2,27	2,84	1,0145	2,96	1,5
		3,89	3,21	2,89	3,77	3,26	3,14	3,85	3,01	2,59	3,92	2,56	1,93
	2do dia habil	1,74	3,82	2,63	2,52	3,49	2,86	1,99	2,45	3,24	3,63	2,58	3,05
		3,92	1,4878	3,65	1,78	1,45	2,77	1,57	2,74	2,45	2,41	3,51	1,92
		2,17	2,67	2,22	1,66	3,98	4,47	3,89	3,14	3,71	1,7845	1,7845	1,76
		2,17	2,43	1,4878	3,69	1,56	4,36	4,54	4,37	2,46	3,72	2,65	2,86
		1,86	2,45	1,4878	2,21	1,67	3,21	2,71	3,23	1,92	1,5389	2,34	2,47
	3cer dia no habil	1,4878	2,82	3,63	1,52	2,49	1,86	2,98	1,45	4,24	3,63	2,58	3,05
		2,92	1,8349	1,878	2,78	4,45	4,77	2,57	1,74	2,45	3,41	1,5389	2,92
		2,17	1,878	3,22	2,66	3,98	1,47	2,89	1,8349	3,71	3,02	3,57	2,76
		1,8349	3,43	2,07	1,69	4,56	3,36	4,54	1,37	3,46	2,72	2,65	2,86
		2,8386	1,878	2,98	1,21	2,67	3,21	1,71	1,23	1,92	3,04	2,34	2,47

<b>Tercera semana</b>	<b>1er dia habil</b>	1,878	3,53	2,82	1,93	3,51	2,06	2,13	3,32	2,44	1,95	2,16	3,67
		2,03	1,878	3,05	2,99	2,5	3,37	2,98	2,05	2,73	3,17	1,91	2,46
		1,96	3,22	2,92	2,59	4,74	3,11	3,62	2,01	3,14	3,88	1,93	2,95
		2,14	3,27	2,25	1,97	2,42	1,82	3,24	2,14	2,27	3,02	2,84	2,62
		2,64	3,05	2,41	2,5	3,41	3,41	2,41	2,79	4,53	2,72	2,86	3,16
	<b>2do dia habil</b>	2,3	2,79	3,01	3,91	3,8	2,94	2,21	2,62	2,75	2,28	3,42	3,45
		2,34	3,53	3,21	1,6	4,12	1,97	2,13	3,13	2,53	1,69	3,12	2,28
		2,33	1,82	2,85	2,42	2,59	2,17	2,21	2,13	2,5	2,64	2,42	2,43
		2,46	2,61	2,95	3,26	2,18	2,14	2,16	2,12	2,49	1,88	3,46	2,99
		3,4	1,74	3,14	1,87	1,99	2,43	3,6	2,52	1,79	2,45	1,82	2,4
	<b>3cer dia no habil</b>	2,21	2,13	1,96	4,02	3,98	2,72	4,13	4,07	2,42	2,35	2,44	1,81
		2,4	2,57	3,21	2,03	3,51	3,46	3,69	2,05	2,46	2,31	1,6119	2,3
		2,08	2,88	2,25	1,77	3,27	1,96	3,74	3,33	3,37	1,6119	2,18	2,05
		3,78	3,21	2,01	2,4	3,07	2,08	3,2	3,68	2,98	3,41	2,42	2,22
		2,34	1,878	3,5	2,58	4,1	3,06	2,89	2,55	4,89	3,62	2,62	2,48
<b>Cuarta semana</b>	<b>1er dia habil</b>	3,34	1,7353	1,82	2,8393	1,7353	1,06	2,13	2,32	3,44	1,95	3,16	1,5612
		2,03	1,7178	2,05	1,99	4,5	2,37	1,98	1,05	3,73	1,5612	2,91	3,46
		3,96	3,22	3,92	4,59	3,74	3,11	4,62	2,01	3,14	3,88	2,93	2,95
		1,878	1,9353	2,25	2,8397	1,42	3,82	1,9353	1,14	3,27	3,02	2,84	3,62
		1,9653	3,05	1,878	2,5	3,41	4,41	4,41	3,79	4,53	3,72	2,86	1,5612
	<b>2do dia habil</b>	1,878	2,79	3,01	1,7485	3,8	1,94	2,21	1,62	3,75	2,28	3,42	3,45
		1,34	1,7485	1,7802	2,836	3,12	3,97	3,13	1,7485	3,53	1,69	1,5612	3,28
		1,658	2,82	2,85	3,42	2,59	2,17	3,8349	1,13	3,5	3,64	2,42	3,43
		1,658	2,61	2,95	2,26	2,18	3,14	1,16	3,12	3,49	2,88	3,46	3,99
		1,658	1,74	2,14	1,87	1,99	2,43	1,8349	2,52	1,79	2,45	2,82	2,4
	<b>3cer dia no habil</b>	1,21	1,5802	1,5802	3,02	3,6875	3,72	1,7178	3,6875	2,42	3,35	3,44	2,81
		1,8016	1,57	1,8016	2,03	3,51	2,46	3,69	3,6275	2,46	2,31	1,8349	3,3
		2,08	1,8016	1,25	3,77	2,27	1,96	3,1538	3,33	3,37	1,8349	2,18	2,05
		2,78	2,21	3,01	3,4	1,8349	3,08	2,2	2,68	2,98	3,0854	3,42	3,22
		2,34	2,01	2,5	2,58	2,1	2,06	2,89	2,55	3,0854	3,62	2,62	2,48

VELOCIDAD DE PUNTO (Km /hr)

		Intersección 1			Intersección 2			Intersección 3			Intersección 4		
		7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00	7:00-8:00	13:00-14:00	18:00-19:00
Primera Semana	1er día habil	32,8	49,5	34,2	59,2	36,1	31,5	45,2	36,7	27,8	34,2	34,9	29,5
		46,9	27,9	34,0	50,6	36,7	32,5	35,0	51,7	62,1	37,3	25,6	46,9
		41,5	33,7	28,0	54,2	45,5	36,4	47,6	28,7	33,2	29,8	25,2	51,1
		28,4	37,0	29,3	53,3	35,2	26,8	35,4	38,0	36,6	33,1	34,0	31,5
	48,4	36,7	30,2	40,7	53,9	21,4	52,6	40,4	46,9	29,6	38,5	36,4	
	40,4	22,4	42,5	59,6	45,7	33,5	48,9	27,9	31,4	46,4	36,3	64,7	
	38,5	45,5	30,6	46,6	32,6	48,1	52,0	31,0	42,9	31,1	35,3	48,1	
	35,6	22,8	38,6	58,4	38,0	24,3	39,5	40,4	40,9	47,9	42,9	75,7	
	31,7	27,4	30,4	60,0	36,7	63,4	53,6	38,3	43,3	33,7	38,5	36,7	
	34,7	30,8	35,2	46,6	48,1	46,2	48,1	40,0	29,0	52,6	48,6	33,0	
	38,5	49,5	59,6	38,6	36,9	26,9	38,1	23,9	47,6	35,3	39,6	58,4	
	32,0	33,5	38,1	41,7	45,7	36,7	40,5	34,9	30,2	32,7	40,0	72,3	
42,7	30,7	55,2	46,2	36,4	46,4	43,3	36,9	40,7	42,3	39,1	48,4		
33,3	45,5	46,2	37,5	42,7	49,5	46,2	32,7	37,2	38,5	22,8	34,6		
29,5	33,3	22,7	42,7	43,9	30,9	45,7	39,0	29,3	41,7	35,6	36,7		
27,7	32,8	24,4	25,4	21,2	27,7	22,7	25,1	40,4	49,1	42,5	59,6		
Segunda Semana	1er día habil	31,6	40,5	22,6	23,4	27,7	26,5	22,8	22,7	26,9	45,5	30,6	46,6
		27,6	34,9	29,8	27,6	22,4	26,7	22,4	25,1	25,5	86,1	27,0	58,4
		31,6	28,0	26,1	23,4	30,1	28,6	21,9	39,6	31,7	88,7	30,4	60,0
		23,1	28,0	31,1	23,9	27,6	28,7	23,4	29,9	34,7	23,0	35,2	46,6
	51,7	23,6	34,2	35,7	25,8	31,5	45,2	36,7	27,8	24,8	34,9	29,5	
	23,0	60,5	24,7	50,6	62,1	32,5	57,3	32,8	36,7	37,3	25,6	46,9	
	41,5	33,7	40,5	54,2	22,6	20,1	23,1	28,7	24,3	50,4	50,4	51,1	
	41,5	37,0	60,5	24,4	57,7	20,6	19,8	20,6	36,6	24,2	34,0	31,5	
	48,4	36,7	60,5	40,7	53,9	28,0	33,2	27,9	46,9	58,5	38,5	36,4	
	60,5	31,9	24,8	59,2	36,1	48,4	30,2	62,1	21,2	24,8	34,9	29,5	
	30,8	49,1	47,9	32,4	20,2	18,9	35,0	51,7	36,7	26,4	58,5	30,8	
	41,5	47,9	28,0	33,8	22,6	61,2	31,1	49,1	24,3	29,8	25,2	32,6	
49,1	26,2	43,5	53,3	19,7	26,8	19,8	65,7	26,0	33,1	34,0	31,5		
31,7	47,9	30,2	74,4	33,7	28,0	52,6	73,2	46,9	29,6	38,5	36,4		
Tercera Semana	1er día habil	47,9	25,5	31,9	46,6	25,6	43,7	42,3	27,1	36,9	46,2	41,7	24,5
		44,3	47,9	29,5	30,1	36,0	26,7	30,2	43,9	33,0	28,4	47,1	36,6
		45,9	28,0	30,8	34,7	19,0	28,9	24,9	44,8	28,7	23,2	46,6	30,5
		42,1	27,5	40,0	45,7	37,2	49,5	27,8	42,1	39,6	29,8	31,7	34,4
	34,1	29,5	37,3	36,0	26,4	26,4	37,3	32,3	19,9	33,1	31,5	28,5	
	39,1	32,3	29,9	23,0	23,7	30,6	40,7	34,4	32,7	39,5	26,3	26,1	
	38,5	25,5	28,0	56,3	21,8	45,7	42,3	28,8	35,6	53,3	28,8	39,5	
	38,6	49,5	31,6	37,2	34,7	41,5	40,7	42,3	36,0	34,1	37,2	37,0	
	36,6	34,5	30,5	27,6	41,3	42,1	41,7	42,5	36,1	47,9	26,0	30,1	
	26,5	51,7	28,7	48,1	45,2	37,0	25,0	35,7	50,3	36,7	49,5	37,5	
	40,7	42,3	45,9	22,4	22,6	33,1	21,8	22,1	37,2	38,3	36,9	49,7	
	37,5	35,0	28,0	44,3	25,6	26,0	24,4	43,9	36,6	39,0	55,8	39,1	
43,3	31,3	40,0	50,8	27,5	45,9	24,1	27,0	26,7	55,8	41,3	43,9		
23,8	28,0	44,8	37,5	29,3	43,3	28,1	24,5	30,2	26,4	37,2	40,5		
38,5	47,9	25,7	34,9	22,0	29,4	31,1	35,3	18,4	24,9	34,4	36,3		
Cuarta Semana	1er día habil	26,9	51,9	49,5	31,7	51,9	84,9	42,3	38,8	26,2	46,2	28,5	57,6
		44,3	52,4	43,9	45,2	20,0	38,0	45,5	85,7	24,1	57,6	30,9	26,0
		22,7	28,0	23,0	19,6	24,1	28,9	19,5	44,8	28,7	23,2	30,7	30,5
		47,9	46,5	40,0	31,7	63,4	23,6	46,5	78,9	27,5	29,8	31,7	24,9
	45,8	29,5	47,9	36,0	26,4	20,4	20,4	23,7	19,9	24,2	31,5	57,6	
	47,9	32,3	29,9	51,5	23,7	46,4	40,7	55,6	24,0	39,5	26,3	26,1	
	67,2	51,5	50,6	31,7	28,8	22,7	28,8	51,5	25,5	53,3	57,6	27,4	
	54,3	31,9	31,6	26,3	34,7	41,5	23,5	79,6	25,7	24,7	37,2	26,2	
	54,3	34,5	30,5	39,8	41,3	28,7	77,6	28,8	25,8	31,3	26,0	22,6	
	54,3	51,7	42,1	48,1	45,2	37,0	49,1	35,7	50,3	36,7	31,9	37,5	
	74,4	57,0	57,0	29,8	24,4	24,2	52,4	24,4	37,2	26,9	26,2	32,0	
	50,0	57,3	50,0	44,3	25,6	36,6	24,4	24,8	36,6	39,0	49,1	27,3	
43,3	50,0	72,0	23,9	39,6	45,9	28,5	27,0	26,7	49,1	41,3	43,9		
32,4	40,7	29,9	26,5	49,1	29,2	40,9	33,6	30,2	29,2	26,3	28,0		
38,5	44,8	36,0	34,9	42,9	43,7	31,1	35,3	29,2	24,9	34,4	36,3		

<b>Media</b>	39,96	38,02	37,00	40,24	34,61	35,17	36,43	38,77	33,35	38,15	35,97	39,50
<b>Desviación</b>	10,52	10,13	11,05	12,22	11,37	12,02	12,06	14,67	8,69	13,48	8,43	12,42
<b>Rango</b>	50,48	48,15	48,05	52,47	45,98	47,18	48,49	53,44	42,04	51,63	44,40	51,92
	29,44	27,88	25,95	28,02	23,25	23,15	24,37	24,09	24,66	24,67	27,55	27,08

<b>Media</b>	39,80	36,08	34,94	40,42	34,21	33,64	36,96	35,67	32,28	35,44	35,55	37,02
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.2. Resumen de resultados de Velocidad Vehicular (Km/hr)

Tabla 3.7 Resumen de Resultados de Velocidad Vehicular (km/h)

<b>Intersecciones</b>	<b>Velocidades</b>
<b>Intersección 1</b>	36,94
<b>Intersección 2</b>	36,09
<b>Intersección 3</b>	34,97
<b>Intersección 4</b>	36,00
<b>Intersección 5</b>	35,39
<b>Intersección 6</b>	36,66
<b>Intersección 7</b>	36,07
<b>Intersección 8</b>	35,67
<b>Intersección 9</b>	42,66
<b>Intersección 10</b>	32,47
<b>Intersección 11</b>	57,42
<b>Intersección 12</b>	61,16
<b>Intersección 13</b>	60,45
<b>Intersección 14</b>	56,38
<b>Intersección 15</b>	47,28
<b>Intersección 16</b>	46,65
<b>Intersección 17</b>	69,22
<b>Intersección 18</b>	65,47
<b>Intersección 19</b>	62,68
<b>Intersección 20</b>	60,22
<b>Intersección 21</b>	61,30
<b>Intersección 22</b>	59,37
<b>Intersección 23</b>	59,11
<b>Intersección 24</b>	59,93
<b>Intersección 25</b>	62,33
<b>Intersección 26</b>	62,83
<b>Intersección 27</b>	50,87
<b>Intersección 28</b>	51,82
<b>Intersección 29</b>	47,28
<b>Intersección 30</b>	40,15

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Capacidad Vehicular

#### 3.3.3.1. Procedimiento de datos (Capacidad Vehicular)

Para el cálculo de capacidades se realizó con el método HCM del manual de los EEUU de vías interrumpidas, para cada intersección debido a que todos los estudios realizados de

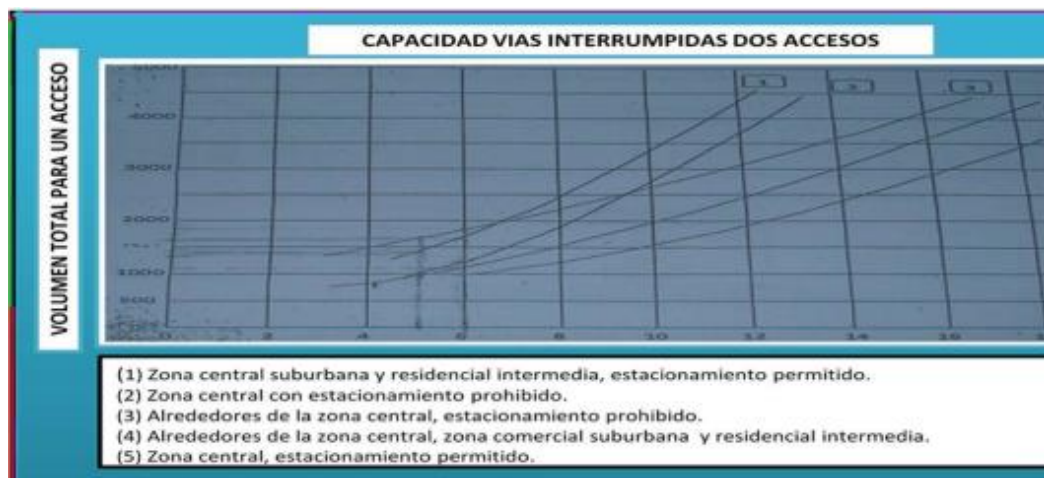
cálculos de capacidades en nuestro país fueron calculados con este método, ya que todavía no contamos con un manual de capacidades para vías interrumpidas.

Con ese método se analizó cada acceso que entra a la intersección que nos sirvió para el cálculo del nivel de servicio de toda la intersección estudiada.

Se toma en cuenta el 1% de vehículos pesados, el % de giro izquierdo y derecho, si existe parada antes y después de la intersección y si existe estacionamiento en cada intersección.

A continuación, se muestra el cálculo de capacidad de cada intersección.

Figura 3.3. Parámetro de Capacidad Vehicular



Fuente: Método HCM



## Intersección 1: Entrada a la Comunidad de Limitas -UAJMS (Yacuiba)

Figura 3.4 Intersección 1 Entrada a la Comunidad Limitas



Fuente: Google Maps

### Datos:

Zona centrar suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=639 veh/hr

Ancho de acceso=3.75

%GI=13.59

%GD=19.49

% Veh pes. =1

Acceso 1

**Capacidad teórica: 1100 veh/hr**

**Determinación de la capacidad practica**

**Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90**

Capacidad practica=990 veh/hr

Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =1%

**%vehículos pesados < 10%  $\implies$  fvp=1**

### **Factor de reducción por Giros a la Izquierda**

%Giros izquierda=13.59%

**fgi=0.863**

### **Factor de reducción por Giros a la Derecha**

%Giros Derecha =19.49%

**fgd=0.901**

### **Determinación de la Capacidad real**

**Capacidad real= Cap. Practica\*fvp\*fgi\*fgd**

Capacidad real=1100\*1\*0863\*0.901=773 veh/hr

## **ACCESO 2**

### **Datos:**

Zona centrar suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=490 veh/hr

Ancho de acceso=3.75

%GI=29.35

%GD=27.98

% Veh pes. =1

**Capacidad teórica: 1100 veh/hr**

### **Determinación de la capacidad practica**

**Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90**

Capacidad practica=990 veh/hr

Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =1%

**%vehículos pesados < 10%  $\implies$  fvp=1**

**Factor de reducción por Giros a la Izquierda**

%Giros izquierda=29.35%

**fgi=0.71**

**Factor de reducción por Giros a la Derecha**

%Giros Derecha =27.98%

**fgd=0.86**

**Determinación de la Capacidad real**

**Capacidad real= Cap. Practica\*fvp\*fgi\*fgd**

Capacidad real=990\*1\*0.71\*0.86=602 veh/hr

**Intersección 2: Entrada al Parque Villa Fátima**

Figura 3.5 Intersección 2 Entrada al Parque Villa Fátima



Fuente. Google Maps

**Datos:**

Zona central suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=490 veh/hr

Ancho de acceso=3.65

%GI=9.15

%GD=36.26

% Veh pes. =2

### **Acceso 1**

**Capacidad teórica: 1100 veh/hr**

**Determinación de la capacidad practica**

**Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90**

Capacidad practica=990 veh/hr

Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =2%

**%vehículos pesados < 10%  $\Rightarrow$  fvp=1**

**Factor de reducción por Giros a la Izquierda**

%Giros izquierda=9.15% < 10%      **fgi=1**

**Factor de reducción por Giros a la Derecha**

%Giros Derecha =36.26%

**fgd=0.819**

**Determinación de la Capacidad real**

**Capacidad real= Cap. Practica\*fvp\*fgi\*fgd**

Capacidad real=901.1 veh/hr

### **Acceso 2**

**Datos:**

Zona centrar suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=481 veh/hr

Ancho de acceso=3.65

%GI=37.06

%GD=37.76

% Veh pes. =2

**Capacidad teórica: 1100 veh/hr**

**Determinación de la capacidad practica**

**Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90**

Capacidad practica=990 veh/hr

Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =2%

**%vehículos pesados < 10%  $\Rightarrow$  fvp=1**

**Factor de reducción por Giros a la Izquierda**

%Giros izquierda=37.06%

**fgi=0.630**

**Factor de reducción por Giros a la Derecha**

%Giros Derecha =37.76%

**fgd=0.812**

**Determinación de la Capacidad real**

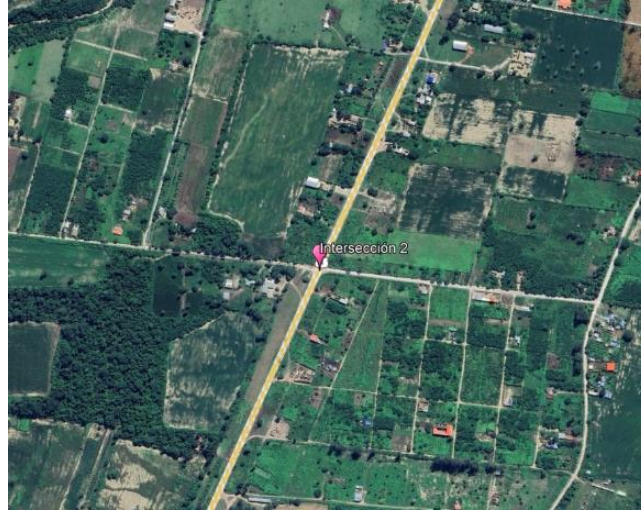
**Capacidad real= Cap. Practica\*fvp\*fgi\*fgd**

Capacidad real=562.8 veh/hr

### 3.3.3.2.Capacidad vías ininterrumpidas método INVIAS

#### Intersección 2: Entrada al Parque Villa Fátima

Figura 3.6 Intersección 2 Entrada al Parque Villa Fátima



Fuente: Google Maps

#### Datos:

Ancho de Carril= 3.75 m

Ancho de berma= 1.20 m

Tipo de terreno= Plano

Longitud tramo= 0.81 km

Pendiente= 1.5%

Distribución por Sentidos= 55/45

Porcentaje de No Rebase= 20 %

Volumen Horario= 951 veh/h

% Veh Livianos=77.87%

% Veh Pesados=22.5%

Estado de Superficie de Rodadura IRI=0 mm/m

Tabla 3.8 Porcentaje de Zonas de No Rebase

Tipo de Terreno	Porcentaje de Zonas de NO Rebase, %
Plano	0-20
Ondulado	20-40
Montañoso y Escarpado	40-100

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

### A: Calculo de la Capacidad

#### 1: Factor de Corrección por Pendiente (Fpe)

Tabla 3.9 Factor de Corrección por pendiente

Tabla 1. Factor de correccion por pendiente (Fpe)												
Pend. %	LONGITUD DE LA PENDIENTE EN (Km)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
2	0.99	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
3	0.98	0.97	0.96	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
4	0.98	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
5	0.98	0.95	0.94	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91
6	0.97	0.95	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89
7	0.96	0.93	0.91	0.89	0.89	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86
8	0.96	0.92	0.89	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84	0.84	0.84	0.83	0.84
9	0.94	0.89	0.85	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
10	0.92	0.85	0.81	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74
11	0.90	0.81	0.76	0.73	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.68	0.68
12	0.87	0.78	0.71	0.68	0.67	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	0.61	0.61

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación para L=0.5 Km

A=1

X=1.5

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=2

$$B=0.99$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.99) + 0.99 = 0.99$$

$$D=0.99$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1 Km

$$A=1$$

$$X=1.5$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=0.99$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.98) + 0.99 = 0.985$$

$$D=0.98$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=0.81 Km

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.99$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.985) + 0.99 = 0.987$$

$$D=0.985$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fpe= 0.987}$$



## 2: Factor de Corrección por sentidos (Fd)

Tabla 3.10 Factor de Corrección por sentidos

Tabla 2. factor de correccion por sentidos (Fd)						
Distribucion por sentidos A/D	% Zonas de no rebase					
	0	20	40	60	80	100
50/50	1	1	1	1	1	1
60/40	0.9	0.89	0.87	0.86	0.85	0.83
70/30	0.82	0.8	0.78	0.76	0.74	0.71
80/20	0.75	0.72	0.7	0.67	0.65	0.63
90/10	0.69	0.66	0.64	0.61	0.58	0.56
100/00	0.64	0.61	0.58	0.56	0.53	0.5

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación Distribución por Sentido 55/45

A=50/50

X=55/45

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=60/40

B=1

$$Y = \frac{\frac{55}{45} - 50/50}{\frac{60}{40} - 50/50} * (-1 + 0.99) + 1 = 0.95$$

D=0.99

Y=?

**Fd= 0.951**

### 3: Factor por efecto combinado del ancho de carril y berma (Feb)

Tabla 3.11 Factor por efecto combinado del ancho de carril y berma

Tabla 3. factor por efecto combinado del ancho de carril y berma (Feb)					
Ancho utilizable de berma (m)	Ancho de carril (m)				
	3.65	3.5	3.3	3	2.7
1.8	1	0.99	0.98	0.96	0.92
1.5	0.99	0.99	0.98	0.95	0.91
1.2	0.99	0.98	0.97	0.95	0.91
1	0.99	0.98	0.97	0.94	0.9
0.5	0.98	0.97	0.96	0.93	0.89
0	0.97	0.96	0.95	0.92	0.88

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

**Feb= 0.99**

#### 4: Factor por vehículos pesados en pendiente ascendente (Fp)\*

Tabla 3.12 Factor por vehículos pesados en pendiente ascendiente

Tabla 4. factor por vehiculos pesados en pendiente ascendiente (Fp)							
Pendiente ascendiente en %	Long de pendiente (km)	% DE Vehiculos pesados					
		10	20	30	40	50	60
0	TODAS	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
1	0.5	0.95	0.90	0.87	0.84	0.81	0.78
	1	0.94	0.89	0.86	0.83	0.80	0.77
	1.5	0.93	0.88	0.85	0.82	0.80	0.77
	2	0.92	0.87	0.85	0.82	0.79	0.76
	3	0.91	0.87	0.84	0.82	0.79	0.76
	4	0.91	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75
	>=5	0.90	0.87	0.83	0.81	0.78	0.75
2	0.5	0.94	0.90	0.85	0.83	0.80	0.77
	1	0.93	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76
	1.5	0.92	0.88	0.84	0.81	0.79	0.76
	2	0.90	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
	3	0.88	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73
	4	0.87	0.84	0.81	0.78	0.75	0.72
	>=5	0.86	0.83	0.80	0.77	0.74	0.72
3	0.5	0.94	0.89	0.84	0.81	0.78	0.75
	1	0.92	0.87	0.83	0.80	0.77	0.75
	1.5	0.89	0.85	0.81	0.78	0.75	0.73
	2	0.87	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	3	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
	4	0.85	0.81	0.78	0.75	0.72	0.70
	>=5	0.84	0.80	0.78	0.75	0.72	0.69
4	0.5	0.93	0.88	0.83	0.80	0.76	0.74
	1	0.89	0.83	0.80	0.77	0.74	0.71
	1.5	0.84	0.81	0.77	0.74	0.72	0.69
	2	0.83	0.79	0.76	0.73	0.70	0.68
	3	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.66
	4	0.81	0.77	0.74	0.71	0.68	0.65
	>=5	0.80	0.77	0.73	0.70	0.67	0.64

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación para Pendiente 1%; Veh Pesados 20%

A=0.5

X=0.81

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

$$B=0.90$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.90 + 0.89) + 0.90 = 0.894$$

$$D=0.89$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 1%; Veh Pesados 30%

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.87$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.87 + 0.86) + 0.87 = 0.864$$

$$D=0.86$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 2 %; Veh Pesados 20%

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.90$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.90 + 0.87) + 0.90 = 0.888$$

$$D=0.87$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 2 %; Veh Pesados 30%

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.85$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.85 + 0.85) + 0.85 = 0.85$$

$$D=0.85$$

Y=?

Interpolación para Veh Pesados 22.5% pendiente 1%

A=20

$$X=22.5 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=30

$$B=0.894 \quad Y = \frac{22.5-20}{30-20} * (-0.894 + 0.864) + 0.894 = 0.886$$

D=0.864

Y=?

Interpolación para Veh Pesados 22.5% pendiente 2%

A=20

$$X=22.5 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=30

$$B=0.888 \quad Y = \frac{22.5-20}{30-20} * (-0.888 + 0.85) + 0.888 = 0.878$$

D=0.85

Y=?

Interpolación para L=1.5 Km

A=1

$$X=1.5 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=2

$$B=0.886 \quad Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.886 + 0.878) + 0.886 = 0.882$$

D=0.878

Y=?

**Fp\*= 0.882**

**Capacidad Real:**

$$3200 * F_{pe} * F_d * F_{cb} * F_p = 3200 * 0.987 * 0.951 * 0.99 * 0.882 = 2623.50 = 2623 \text{ Veh/h}$$

**B: Calculo Nivel de Servicio**

**5: Velocidades media ideal de autom3viles a flujo libre en pendientes ascendentes**

Tabla 3.13 Velocidades media ideal de autom3viles a flujo libre en pendientes ascendentes

Tabla 6. Velocidades media ideal de automobiles a flujo libre en pendientes ascendentes												
Pend Asc %	LONGITUD DE LA PENDIENTE (Km)											
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
0	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1	88	86	86	86	85	85	85	85	85	85	85	85
2	86	82	81	81	80	80	80	80	80	80	80	80
3	83	79	77	76	75	75	75	75	75	75	75	75
4	82	77	74	72	70	70	69	69	69	69	68	68
5	81	74	70	68	66	66	65	65	64	64	64	64
6	80	73	67	65	63	62	61	61	60	60	60	60
7	85	69	63	60	59	56	55	55	54	54	54	54
8	76	66	60	55	54	52	51	51	50	50	49	49
9	70	59	52	49	48	46	44	44	43	43	43	43
10	66	52	46	42	41	40	39	38	38	37	37	37
11	61	46	39	38	35	34	33	31	31	30	30	30
12	55	39	34	30	29	27	27	26	26	25	25	25

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación para L=0.5 Km

$$A=1$$

$$X=1.5 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=88 \quad Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-88 + 86) + 88 = 0.87$$

$$D=86$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1 Km

$$A=1$$

$$X=1.5 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=86 \quad Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-86 + 82) + 86 = 0.84$$

$$D=82$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=0.81 Km

$$A=0.5$$

$$X=0.81 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B:87 \quad Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-87 + 82) + 87 = 85.14$$

$$D=84$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Vi= 85.14 \text{ km/h}}$$

## 6: Factores de Corrección al Nivel de Servicio por el efecto de la utilización de la capacidad (Fu)

Tabla 3.14 Factores de Corrección al Nivel de Servicio por el efecto de la utilización de la capacidad (Fu)

<b>Tabla 7. Factores de correccion al nivel de servicio por el efecto de la utilizacion de la capacidad (fu)</b>	
<b>Relacion Volumen/Capacidad</b>	<b>Factor de coreccion</b>
<b>0.1</b>	<b>0.99</b>
<b>0.2</b>	<b>0.98</b>
<b>0.3</b>	<b>0.96</b>
<b>0.4</b>	<b>0.92</b>
<b>0.5</b>	<b>0.87</b>
<b>0.6</b>	<b>0.82</b>
<b>0.7</b>	<b>0.75</b>
<b>0.8</b>	<b>0.68</b>
<b>0.9</b>	<b>0.59</b>
<b>1</b>	<b>0.5</b>

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

$$Q/C=V/C= 951/1093.2=0.7$$

$$Fu=0.75$$

$$Vi' = Vi * Fu$$

$$Vi' = 85.14 * 0.75 = 63.86 \text{ km/h}$$

## 8: Factores de corrección al nivel de Servicio por el Estado de la superficie de Rodadura

$$IRI:0$$

$$Fsr =1$$



**9: Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma (Fcb)**

Tabla 3.15 Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma (Fcb)

<b>Tabla 9. Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho carril y berma (fcb)</b>					
<b>Ancho de berma (m)</b>	<b>Ancho del carril (m)</b>				
	<b>3.65</b>	<b>3.5</b>	<b>3.3</b>	<b>3</b>	<b>2.7</b>
<b>1.8</b>	<b>1</b>	<b>0.97</b>	<b>0.93</b>	<b>0.85</b>	<b>0.73</b>
<b>1.5</b>	<b>0.98</b>	<b>0.95</b>	<b>0.91</b>	<b>0.83</b>	<b>0.71</b>
<b>1.2</b>	<b>0.96</b>	<b>0.93</b>	<b>0.89</b>	<b>0.81</b>	<b>0.7</b>
<b>1</b>	<b>0.95</b>	<b>0.92</b>	<b>0.88</b>	<b>0.8</b>	<b>0.69</b>
<b>0.5</b>	<b>0.91</b>	<b>0.88</b>	<b>0.84</b>	<b>0.76</b>	<b>0.66</b>
<b>0</b>	<b>0.88</b>	<b>0.85</b>	<b>0.81</b>	<b>0.73</b>	<b>0.63</b>

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

**Fcb=0.96**

$$V2 = Vi * Fb * fcr = 63.86 * 0.96 * 1 = 61.30 \text{ km/h}$$

**10: Factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp1)**

Tabla 3.16 Factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp1)

Tabla 10. Factores de corrección de nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (fp1)							
Pend Asc %	Longitud pendiente (km)	Velocidad media de automoviles (V2) km/h					
		>= 90	80	70	60	50	<=40
0	Todas	0.85	0.88	0.92	0.97	1	1
1	0.5	0.84	0.88	0.91	0.96	1	1
	1	0.8	0.84	0.89	0.95	1	1
	1.5	0.76	0.82	0.88	0.95	1	1
	2	0.75	0.82	0.88	0.95	1	1
	2.5	0.75	0.81	0.88	0.95	1	1
	3	0.75	0.81	0.88	0.95	1	1
	>= 3.5	0.75	0.81	0.88	0.95	1	1
2	0.5	X	0	0.91	0.95	1	1
	1	X	0.87	0.87	0.93	1	1
	1.5	X	0.82	0.85	0.92	0.99	1
	2	X	0.79	0.84	0.92	0.98	1
	2.5	X	0.79	0.84	0.92	0.98	1
	3	X	0.78	0.84	0.92	0.98	1
	>= 3.5	X	0.77	0.84	0.92	0.98	1

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación para Pendiente 1%; Vel 60 km/h

A=0.5

X=0.81

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

B=0.96

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.96 + 0.95) + 0.96 = 0.954$$

D=0.95

Y=?

Interpolación para Pendiente 2%; Vel 60 km/h

A=0.5

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.95$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-0.95 + 0.93) + 0.95 = 0.938$$

$$D=0.93$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 1%; Vel 50 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=1$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-1 + 1) + 1 = 1$$

$$D=1$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 2% Vel 50 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=1$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-1 + 1) + 1 = 1$$

$$D=1$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1.5 Km

$$A=1$$

$$X=1.5$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

B=0.948

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (0.948 + 0.929) + 0.948 = 0.939$$

D=0.929

Y=?

**Fp2= 0.939**

**11: Factor de corrección por la resistencia de vehículos pesados (Fp2)**

Tabla 3.17 Factor de corrección por la resistencia de vehículos pesados (Fp2)

Tabla 11. factores de correccion por la resistencia de vehiculos pesados (fp2)									
% DE VEHICULOS PESADOS	VOLUMENES EN AMBOS SENTIDOS (VEH/H)								
	<=50	100	200	300	400	500	600	800	>=1000
0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
10	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06	1.05	1.04	1.02	1
20	1.04	1.04	1.03	1.03	1.02	1.01	0.99	0.97	0.96
30	1.02	1.01	1	1	1	0.98	0.97	0.96	0.95
40	1	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94
50	0.98	0.97	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
60	0.95	0.94	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
70	0.93	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
80	0.92	0.91	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
90	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
100	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88	0.88

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

Interpolación para % Veh pesados 20%

A=800

X=979

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1000

B=0.97

$$Y = \frac{979-800}{1000-800} * (-0.97 + 0.96) + 0.97 = 0.961$$

D=0.96

Y=?

Interpolación para % Veh pesados 30%

$$A=800$$

$$X=979$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1000$$

$$B=0.96$$

$$Y = \frac{979-800}{1000-800} * (-0.96 + 0.95) + 0.96 = 0.951$$

$$D=0.95$$

$$Y=?$$

Interpolación para % Veh pesados 22.5%

$$A=20$$

$$X=22.5$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=30$$

$$B=0.961$$

$$Y = \frac{22.5-20}{30-20} * (-0.961 + 0.951) + 0.961 = 0.959$$

$$D=0.951$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fp2= 0.959}$$

$$\mathbf{V3 = V2 * Fp1 * Fp2 = 61.30 * 0.939 * 0.959 = 61.21 km/h}$$

**12: Velocidades en km/h que determinan los niveles de Servicio por Tipo de Terreno**

Tabla 3.18 Velocidades en km/h que determinan los niveles de Servicio por Tipo de Terreno

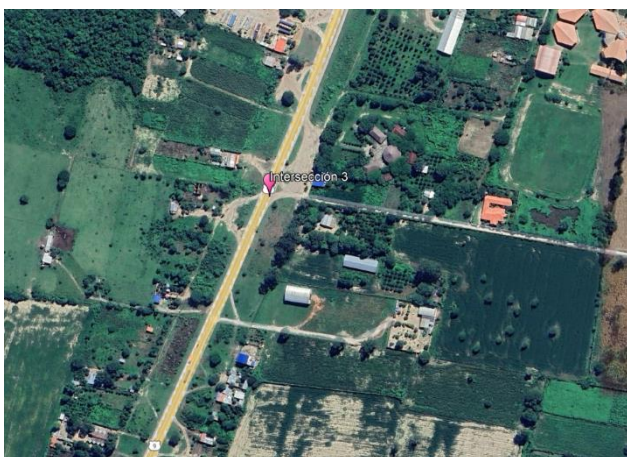
Tabla 13. velocidades en km/h que determinan los niveles de servicio por tipo de terreno						
Tipo de terreno (Pendiente longitudinal)	NIVELES DE SERVICIO					
	A	B	C	D	E	F
Plano (< 3%)	>83	72-83	62-72	52-62	42-52	<=42
Ondulado (=>3-<6%)	>68	59-68	51-59	43-51	34-43	<=34
Montañoso (>=6%-<8%)	>52	45-52	39-45	33-39	26-33	<=26
Escarpado (>=8%)	>36	31-36	27-31	23-27	18-23	<=18

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles  
 Ingresando a la tabla 3.16, Tipo de terreno Plano, con  $V_3=61.21$ , obtenemos un  $NS=C$

### **CAPACIDAD VIAS ININTERRUMPIDAS METODO INVIAS**

#### **Intersección 3: Entre el Parque Villa Fátima/Ingreso Aroma 3 de Caballería**

Figura 3.7 Intersección 3 Entre el Parque Villa Fátima/Ingreso Aroma 3 de Caballería



Fuente: Google maps

#### **Datos:**

Ancho de Carril= 3.75 m

Ancho de berma= 1.20 m

Tipo de terreno= Plano

Longitud tramo= 0.68 km

Pendiente= 1.4%

Distribución por Sentidos= 55/45

Porcentaje de No Rebase= 20 %

Volumen Horario= 951 veh/h

% Veh Pesados=17.3%

Estado de Superficie de Rodadura IRI=0 mm/m

Tabla 3.19 Porcentaje de Zonas de No Rebase

Tipo de Terreno	Porcentaje de Zonas de NO Rebase, %
Plano	0-20
Ondulado	20-40
Montañoso y Escarpado	40-100

Fuente: Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de dos carriles

## **A: Calculo de la Capacidad**

### **1: Factor de Corrección por Pendiente (Fpe)**

Interpolación para L=0.5 Km

A=1

X=1.5

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=2

B=0.99

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.99) + 0.99 = 0.99$$

D=0.99

Y=?

Interpolación para L=1 Km

A=1

$$X=1.5$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=0.99$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.98) + 0.99 = 0.985$$

$$D=0.98$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=0.81 Km

$$A=0.5$$

$$X=0.81$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.99$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-0.99 + 0.985) + 0.99 = 0.987$$

$$D=0.985$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fpe= 0.987}$$

## 2: Factor de Corrección por sentidos (Fd)

Interpolación Distribución por Sentido 55/45

$$A=50/50$$

$$X=55/45$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=60/40$$

$$B=1$$

$$Y = \frac{\frac{55}{45} - 50/50}{\frac{60}{40} - 50/50} * (-1 + 0.89) + 1 = 0.951$$

$$D=0.89$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fd= 0.951}$$

## 3: Factor por efecto combinado del ancho de carril y berma (Feb)



**Feb= 0.99**

**4: Factor por vehículos pesados en pendiente ascendiente (Fp)\***

Interpolación para Pendiente 1%; Veh Pesados 10 %

A=0.5

X=0.68

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

B=0.95

$$Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.95 + 0.94) + 0.95 = 0.946$$

D=0.94

Y=?

Interpolación para Pendiente 1%; Veh Pesados 20%

A=0.5

X=0.68

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

B=0.90

$$Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.90 + 0.89) + 0.90 = 0.896$$

D=0.89

Y=?

Interpolación para Pendiente 2 %; Veh Pesados 10%

A=0.5

X=0.68

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

B=0.90

$$Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.90 + 0.89) + 0.90 = 0.896$$

D=0.89

Y=?

Interpolación para Pendiente 2 %; Veh Pesados 30%

$$A=0.5$$

$$X=0.81 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.90 \quad Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.90 + 0.88) + 0.90 = 0.893$$

$$D=0.88$$

$$Y=?$$

Interpolación para Veh Pesados 17.3 % pendiente 1%

$$A=10$$

$$X=17.3 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=20$$

$$B=0.946 \quad Y = \frac{17.3-10}{20-10} * (-0.946 + 0.896) + 0.946 = 0.910$$

$$D=0.896$$

$$Y=?$$

Interpolación para Veh Pesados 17.3 % pendiente 1%

$$A=10$$

$$X=17.3 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=20$$

$$B=0.936 \quad Y = \frac{17.3-10}{20-10} * (-0.936 + 0.893) + 0.936 = 0.905$$

$$D=0.893$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1.4 Km

$$A=1$$

$$X=1.4$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=0.910$$

$$Y = \frac{1.4-1}{2-1} * (-0.910 + 0.905) + 0.910 = 0.908$$

$$D=0.905$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fp^* = 0.908}$$

### Capacidad Real:

$$3200 * Fpe * Fd * Fcb * Fp = 3200 * 0.988 * 0.951 * 0.99 * 0.908 = 2702.94 = 2702 \text{ Veh/h}$$

### B: Calculo Nivel de Servicio

### 5: Velocidades media ideal de automóviles a flujo libre en pendientes ascendentes

Interpolación para L=0.5 Km

$$A=1$$

$$X=1.5$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=88$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-88 + 86) + 88 = 87.2$$

$$D=86$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1 Km

$$A=1$$

$$X=1.4$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=86$$

$$Y = \frac{1.5-1}{2-1} * (-86 + 82) + 86 = 84.4$$

$$D=82$$

Y=?

Interpolación para L=0.68 Km

A=0.5

X=0.68

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

C=1

B=87

$$Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-87 + 84) + 87 = 86.19$$

D=84

Y=?

$$Vi = 86.19 \text{ km/h}$$

**6: Factores de Corrección al Nivel de Servicio por el efecto de la utilización de la capacidad (Fu)**

$$Q/C=V/C= 944/11274.9=0.74$$

**Fu=0.74**

$$Vi' = Vi * Fu$$

$$Vi' = 86.19 * 0.74 = 64.64 \text{ km/h}$$

**8: Factores de corrección al nivel de Servicio por el Estado de la superficie de Rodadura**

**IRI:0**

**Fsr =1**

**9: Factores de corrección al nivel de servicio por efecto combinado del ancho de carril y berma (Fcb)**

**Fcb=0.96**

$$V2 = Vi * Fb * fcr = 64.64 * 0.96 * 1 = 62.06 \text{ km/h}$$

**10: Factores de corrección al nivel de servicio por la presencia de vehículos pesados en pendientes ascendentes (Fp1)**

Interpolación para Pendiente 1%; Vel 60 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.68 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.96 \quad Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.96 + 0.95) + 0.96 = 0.956$$

$$D=0.95$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 2%; Vel 60 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.68 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=0.95 \quad Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-0.95 + 0.93) + 0.95 = 0.943$$

$$D=0.93$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 1%; Vel 50 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.68 \quad Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=1 \quad Y = \frac{0.68-0.5}{1-0.5} * (-1 + 1) + 1 = 1$$

$$D=1$$

$$Y=?$$

Interpolación para Pendiente 2% Vel 50 km/h

$$A=0.5$$

$$X=0.68$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1$$

$$B=1$$

$$Y = \frac{0.81-0.5}{1-0.5} * (-1 + 1) + 1 = 1$$

$$D=1$$

$$Y=?$$

Interpolación para L=1.4 Km

$$A=1$$

$$X=1.4$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=2$$

$$B=0.947$$

$$Y = \frac{1.4-1}{2-1} * (0.947 + 0.931) + 0.947 = 1$$

$$D=0.931$$

$$Y=?$$

### **Fp2= 1**

#### **11: Factor de corrección por la resistencia de vehículos pesados (Fp2)**

Interpolación para % Veh pesados 10%

$$A=800$$

$$X=944$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1000$$

$$B=1.02$$

$$Y = \frac{944-800}{1000-800} * (-1.02 + 1) + 1.02 = 1$$

$$D=1$$

$$Y=?$$

Interpolación para % Veh pesados 20%

$$A=800$$

$$X=944$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=1000$$

$$B=0.97$$

$$Y = \frac{944-800}{1000-800} * (-0.97 + 0.96) + 0.97 = 0.963$$

$$D=0.96$$

$$Y=?$$

Interpolación para % Veh pesados 22.5%

$$A=10$$

$$X=17.3$$

$$Y = \frac{X-A}{C-A} * (-B + D) + B$$

$$C=20$$

$$B=1$$

$$Y = \frac{17.3-10}{20-10} * (-1 + 0.963) + 1 = 0.974$$

$$D=0.963$$

$$Y=?$$

$$\mathbf{Fp2= 0.974}$$

$$\mathbf{V3 = V2 * Fp1 * Fp2 = 62.06 * 1 * 0.974 = 63 km/h}$$

## **12: Velocidades en km/h que determinan los niveles de Servicio por Tipo de Terreno**

Ingresando a la tabla 3.16, Tipo de terreno Plano, con V3=63 km/h, obtenemos un NS=C

### **3.3.3.3.Nivel de Servicio**

Para el nivel de servicio ya teniendo todas las capacidades de cada acceso y los volúmenes, se calculó la relación Volumen /Capacidad (V/C), volumen dividido entre la capacidad con este valor se entra a la tabla del nivel de servicio del método HCM de los EEUU y se elige el tipo de nivel de servicio de cada acceso, para el nivel de servicio de cada intersección se elige el mayor nivel de servicio de cada intersección.

Tabla 3.20 Resumen de Nivel de Servicio en Intersecciones

	Accesos	Volumen (veh/h)	Capacidad (veh/h)	Capacidad (veh/h)	V/C	Nivel de servicio	Descripción del flujo
Intersección 1	1	639	773,4	773	0,83	D	Proximo al flujo inestable
	2	490	602,8	602	0,81	D	Proximo al flujo inestable
Intersección 2	1	475	1466,7	1466	0,32	C	Proximo al flujo inestable
	2	475	1005,6	1005	0,47	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 3	1	521	1733,4	1733	0,30	C	Proximo al flujo inestable
	2	423	1229,1	1229	0,34	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 4	1	436	652,5	652	0,67	D	Proximo al flujo inestable
	2	457	861,1	861	0,53	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 5	1	338	711,0	711	0,48	C	Proximo al flujo inestable
	2	350	673,5	673	0,52	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 6	1	311	657,3	657	0,47	C	Proximo al flujo inestable
	2	348	695,3	695	0,50	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 7	1	477	683,4	683	0,70	D	Proximo al flujo inestable
	2	393	661,8	661	0,59	D	Proximo al flujo inestable
Intersección 8	1	684	799,9	799	0,86	D	Proximo al flujo inestable
	2	340	626,8	626	0,54	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 9	1	684	985,4	985	0,69	D	Proximo al flujo inestable
	2	622	872,0	872	0,71	D	Proximo al flujo inestable
Intersección 10	1	759	783,2	783	0,97	D	Proximo al flujo inestable
	2	608	848,4	848	0,72	D	Proximo al flujo inestable
Intersección 11	1	566	1582,4	1582	0,36	C	Proximo al flujo inestable
	2	564	1617,2	1617	0,35	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 12	1	504	1751,5	1751	0,29	B	Flujo estable
	2	487	1341,3	1341	0,36	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 13	1	299	726,9	726	0,41	C	Proximo al flujo inestable
	2	487	1706,3	1706	0,29	B	Flujo estable
Intersección 14	1	387	1009,7	1009	0,38	C	Proximo al flujo inestable
	2	288	644,7	644	0,45	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 15	1	271	651,6	651	0,42	C	Proximo al flujo inestable
	2	245	644,9	644	0,38	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 16	1	285	904,2	904	0,32	C	Proximo al flujo inestable
	2	273	1132,5	1132	0,24	B	Flujo estable
Intersección 17	1	542	1612,9	1612	0,34	B	Flujo estable
	2	499	987,6	987	0,51	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 18	1	559	1002,2	1002	0,56	C	Proximo al flujo inestable
	2	521	1549,9	1549	0,34	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 19	1	524	1809,6	1809	0,29	B	Flujo estable
	2	537	1729,0	1728	0,31	B	Flujo estable
Intersección 20	1	240	590,4	590	0,41	C	Proximo al flujo inestable
	2	239	786,0	785	0,30	B	Flujo estable
Intersección 21	1	259	1442,0	1441	0,18	B	Flujo estable
	2	226	1128,3	1128	0,20	B	Flujo estable
Intersección 22	1	258	656,2	656	0,39	C	Proximo al flujo inestable
	2	223	635,7	635	0,35	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 23	1	263	864,2	864	0,30	B	Flujo estable
	2	267	832,5	832	0,32	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 24	1	312	823,2	823	0,38	C	Proximo al flujo inestable
	2	294	932,3	932	0,32	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 25	1	288	890,1	890	0,32	C	Proximo al flujo inestable
	2	290	586,2	586	0,49	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 26	1	268	746,8	746	0,36	C	Proximo al flujo inestable
	2	252	491,5	491	0,51	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 27	1	349	1398,1	1398	0,25	B	Flujo estable
	2	347	1590,5	1590	0,22	B	Flujo estable
Intersección 28	1	314	581,0	580	0,54	C	Proximo al flujo inestable
	2	374	1085,4	1085	0,34	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 29	1	374	866,3	866	0,43	C	Proximo al flujo inestable
	2	317	539,8	539	0,59	C	Proximo al flujo inestable
Intersección 30	1	522	583,0	582	0,90	E	Flujo inestable
	2	429	405,1	405	1,06	E	Flujo inestable

Fuente: Elaboración propia



### **3.3.4. Señalización**

#### **3.3.4.1. Procedimiento de datos (Señalización)**

En el tramo de carretera comprendido entre el kilómetro 534 y el kilómetro 513 de la carretera interdepartamental, se encuentran diversas señalizaciones que cumplen funciones específicas para garantizar la seguridad vial de los conductores. A continuación, se detalla la ubicación de cada una de ellas:

#### **Señales Verticales**

**1.- Señal Preventiva – Superficie ondulada (SP -13):** A 200 m de la comunidad de Limitas, se ubica una señal preventiva. Esta señal se empleará para advertir al conductor la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos peligrosos o incontrolables del vehículo.

**2.- Señal Informativa de Localización (IL):** en el kilómetro 534, a 200 m de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se encuentra una señal informativa de localización, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**3.- Señal Preventiva Proximidad de paso de cebra (SP-67):** a 100 m de la entrada de la universidad, se ubica la señal preventiva de proximidad de paso de cebra. Esta señal preventiva debe instalarse para reforzar la advertencia sobre la proximidad del Paso de cebra.

**4.- Señal Informativa de Localización (IL):** antes del puente caipitandy está ubicada la señal informativa de localización, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**5.- Señal informativa de tamaño especial:** a la entrada de la Laguna Santa marta, se encuentra una señal de servicio y de información turística, estas señales son de fondo y pictograma de color azul en autopistas y autovías sus símbolos y leyendas son blancos, el letrero lleva en su parte superior el nombre de la localidad o área de servicio a la cual

corresponde y en su parte inferior los tres o seis pictogramas de servicio o atracción turística.

**6.- Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):** a 400 metros de la entrada a la comunidad de Caiza estación, está ubicada una señal de límite de velocidad en un letrero rectangular con el texto de “Velocidad máxima 40 km/h”, esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

**7.- Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):** de Sur a Norte antes del ingreso al Puente de Pajoso en el km 528, está ubicada una señal de prohibido adelantar, esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar maniobra mediante la cual el vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el ojo de la calzada o sin traspasar dicho eje.

**8.- Señal informativa de Localización IL:** en el km 528 al ingreso del puente Pajoso está ubicada una señal informativa de localización con el texto “Puente Pajoso”, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**9.- Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):** de Sur a Norte en el km 529 a 400 metros antes del control de llegar al control policial, está ubicada una señal de prohibido adelantar, esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar maniobra mediante la cual el vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el ojo de la calzada o sin traspasar dicho eje.

**10.- Señal de confirmación (IC):** en el km 529 está ubicada una señal de confirmación indicando 3 destinos y su distancia (Villamontes, pajoso, Tarija), estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a este y a otros destinos que la vía conduce.

**11.- Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4):** esta señal esta ubicada en el km 529, estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño sea menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**12.- Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):** a 50 m del km 529, está ubicada una señal de límite de velocidad en un letrero rectangular con el texto de “Velocidad máxima 40 km/h”, esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

**13.- Señal informativa de Preseñalización (IP):** antes del control policial está ubicada una señal informativa de preseñalización, estas señales informan sobre la proximidad de un enlace o empalme con otras vías, indicando las distancias a estos, el nombre o código de las vías y los destinos importantes que ellas permiten alcanzar.

**14.- Señal reglamentaria – Rentén (SR -35):** en el km 528 está ubicada una señal reglamentaria, esta señal se emplea para indicar al conductor la presencia de un control de aduana o policial en la vía por la que circula.

**15.- Señal Informativa tipo mapa:** a 200 metros del control policial se ubica una señal informativa tipo mapa.

**16.- Señal reglamentaria -PARE (SR-1):** en el km 528 está ubicada esta señal de pare, el cual su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha solo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente.

**17.- Señal informativa de Localización IL:** en el km 528 al ingreso del puente Pajoso está ubicada una señal informativa de localización con el texto “Pajoso 1”, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**18.- Señal Informativa tipo mapa:** de Sur a Norte en el cruce de campo pajoso, se ubica una señal informativa tipo mapa.

**19.- Señal informativa de Localización IL:** en el km 528 al ingreso del puente Pajoso está ubicada una señal informativa de localización con el texto “Puente Pajoso”, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**20.- Señal informativa de Confirmación (IC):** en el km 528 pasando el cruce de campo pajoso se ubica una señal informativa de confirmación, estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a este y a otros destinos que la vía conduce.

**21.- Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):** de Sur a Norte en el km 526 a 500 metros antes de la entrada a palmar está ubicada una señal de prohibido adelantar, esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar maniobra mediante la cual el vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el ojo de la calzada o sin traspasar dicho eje.

**22.- Señal Preventiva- Curva pronunciada izquierda (SP-3):** de Sur a Norte a 500 m del puente el palmar se ubica esta señal informativa, estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**23.- Señal informativa de Localización II:** en el km 526 al ingreso del puente “ojo de agua” está ubicada una señal informativa de localización con el texto “Puente ojo de agua”, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**24.- Señal preventiva – Intersección de vías (SP-18):** en el km 525 a 300 metros de la entrada a palmar se ubica la señal preventiva, se emplea para indicar en la ruta principal la proximidad de una intersección con otra carretera o camino.

**25.- Señal preventiva- Resalto (SP-14):** en el km 525 a 100 metros de la entrada a palmar, esta señal se emplea para advertir la proximidad de un resalto o de un reductor de velocidad en la superficie de la calzada.

**26.- Señal informativa – Señal de servicio al usuario Primeros auxilios (IS-1):** en el km 525 a 200 metros de la entrada a la comunidad de El Palmar, está ubicada una señal de primeros auxilios.

**27.- Señal Informativa tipo mapa:** de Sur a Norte en la entrada a la comunidad de El Palmar se ubica una señal informativa tipo mapa.

**28.-Señal informativa de dirección ID:** en el km 524 a 50 metros antes de la entrada a aguayrenda está ubicada una señal informativa de dirección, estas señales informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida.

**29.- Señal Informativa tipo mapa:** de Sur a Norte en la entrada a la comunidad de Aguayrenda se ubica una señal informativa tipo mapa.

**30.- Señal informativa de confirmación (IC):** en el km 524 a 400 metros de la tranca está ubicada una señal de confirmación, estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a este y a otro destino que la vía conduce.

**31.- Señal reglamentaria- Tránsito pesado a la derecha (SR-15):** en el km 524 a 400 metros de la tranca está ubicada una señal de tránsito pesado a la derecha, esta señal se empleará para indicar a los conductores de vehículos pesados, camiones y buses que deben circular por la derecha, a fin de dejar libre la o las pistas de la izquierda para facilitar los adelantamientos o sobrepasos.

**32.- Señal informativa de Localización IL:** en el km 524 a 50 metros del puente algarrobal está ubicada una señal informativa de localización con el texto “Puente Algarrobal”, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**33.- Señal reglamentaria -PARE (SR-1):** en el km 524 está ubicada esta señal de pare, el cual su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha solo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente.

**34.- Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):** de Sur a Norte en el km 524 a 100 metros del peaje está ubicada una señal de prohibido adelantar, esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar maniobra mediante la cual el vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el ojo de la calzada o sin traspasar dicho eje.

**35.- Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4):** esta señal está ubicada en el km 524 a 150 metros del peaje, estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño sea menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**36.- Señal informativa de dirección ID:** en el km 523 a 50 metros antes de la entrada a la comunidad de Itavicua está ubicada una señal informativa de dirección, estas señales informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida.

**37.- Señal informativa de tamaño especial:** frente a la entrada de la comunidad de Itavicua, se encuentra una señal de servicio y de información turística, estas señales son de fondo y pictograma de color azul en autopistas y autovías sus símbolos y leyendas son blancos, el letrero lleva en su parte superior el nombre de la localidad o área de servicio a la cual corresponde y en su parte inferior los tres o seis pictogramas de servicio o atracción turística.

**38.- Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):** a 200 m de la entrada a itavicua del km 523, está ubicada una señal de límite de velocidad en un letrero rectangular con el texto de “Velocidad máxima 70 km/h”, esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

**39.-Señales Preventivas – Animales en la vía (SP-55):** en el km 522 está ubicado una señal preventiva, esta señal se emplea para advertir al conductor la posibilidad de tránsito de animales sobre la vía.

**40.- Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):** en el km 521, está ubicada una señal de límite de velocidad en un letrero rectangular con el texto de “Velocidad máxima 70 km/h”, esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

**41.-Señal reglamentaria -Zona escolar (SP-53):** frente al Instituto Tecnológico “ITY” está ubicada una señal reglamentaria, esta señal advierte la posible presencia de escolares en la vía, debiéndose ubicarse en las proximidades de recintos escolares.

**42.- Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):** en el km 517, está ubicada una señal de límite de velocidad en un letrero rectangular con el texto de “Velocidad máxima

40 km/h”, esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

**43.- Señal reglamentaria -Zona escolar (SP-53):** en el km 517 está ubicado una señal reglamentaria, esta señal advierte la posible presencia de escolares en la vía, debiéndose ubicarse en las proximidades de recintos escolares.

**44.- Señal informativa de dirección ID:** en el km 517 en la comunidad de inti, está ubicada una señal informativa de dirección, estas señales informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida.

**45.- Señal Informativa de Localización (IL):** en el kilómetro 517, a 50 m de la del puente de Inti se encuentra una señal informativa de localización, estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores.

**46.- Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):** de Sur a Norte en el km 514 en la comunidad de San Antonio, está ubicada una señal de prohibido adelantar, esta señal se utiliza para indicar la prohibición de efectuar maniobra mediante la cual el vehículo se sitúa delante de otro u otros que le anteceden, ya sea traspasando el ojo de la calzada o sin traspasar dicho eje.

**47.- Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4):** de Norte a Sur en el km 514, estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño sea menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**48.- Señal reglamentaria -Zona escolar (SP-53):** de Norte a Sur en el km 513 a 300 metros de la entrada a la comunidad de Caiza Estación, está ubicado una señal reglamentaria, esta señal advierte la posible presencia de escolares en la vía, debiéndose ubicarse en las proximidades de recintos escolares.

**49.- Señal Preventiva- Curva pronunciada izquierda (SP-3):** de Norte a Sur en el km 515, se ubica esta señal informativa, estas señales se deben instalar para advertir la proximidad de una curva cuya velocidad de diseño es menor que la velocidad máxima o de operación del resto de la vía.

**50.- Señal informativa de dirección ID:** de Norte a Sur en el km 523, está ubicada una señal informativa de dirección, estas señales informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida.

**51.- Señal informativa de Confirmación (IC):** de Norte a Sur en el km 524 a 200 metros antes del llegar al peaje, se ubica una señal informativa de confirmación, estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a este y a otros destinos que la vía conduce.

**53.- Señal reglamentaria -PARE (SR-1):** de Norte a Sur en el km 524 está ubicada esta señal de pare, el cual su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha solo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente.

**54.- Señal informativa de dirección ID:** de Norte a Sur a 50 metros de la entrada a la comunidad de Aguayrenda, está ubicada una señal informativa de dirección, estas señales informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida.

**55.- Señal informativa de tamaño especial:** de Norte a Sur en la entrada de la comunidad de Aguayrenda, se encuentra una señal de servicio y de información turística, estas señales son de fondo y pictograma de color azul en autopistas y autovías sus símbolos y leyendas son blancos, el letrero lleva en su parte superior el nombre de la localidad o área de servicio a la cual corresponde y en su parte inferior los tres o seis pictogramas de servicio o atracción turística.

### **Señales Horizontales**

**1.-Otras demarcaciones- Resalto tipo cojín:** de Sur a norte a 50 metros antes del ingreso a la universidad.

**2.- Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra:** al ingreso a la Universidad.

**3.- Otras demarcaciones- Resalto:** de Sur a norte a 50 metros del ingreso a la universidad.



- 4.- Otras demarcaciones- Resalto:** de Sur a norte a 50 metros del ingreso al Barrio el Chaqueño.
- 5.- Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra:** al ingreso al Barrio el Chaqueño.
- 6.- Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra:** de Sur a Norte pasando 50 metros del ingreso al Barrio el Chaqueño.
- 7.- Otras demarcaciones- Resalto:** de Sur a norte a la entrada del Balneario el Edén.
- 8.- Otras demarcaciones- Resalto:** de Sur a norte a 300 metros del cruce de pajoso.
- 9.- Símbolos y Leyendas-Velocidad Máxima (SR-1):** de Sur a Norte a 300 metros de la entrada a El Palmar.
- 10.- Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra:** de Sur a Norte frente al Instituto Tecnológico “ITY”.
- 11.- Otras demarcaciones- Resalto:** de Sur a norte a 50 metros pasando el Instituto Tecnológico “ITY”.
- 12.- Otras demarcaciones- Resalto tipo cojín:** de Sur a norte a 500 metros antes de llegar al ingreso a la comunidad de Caiza Estación.
- 13.- Símbolos y Leyendas-Velocidad Máxima (SR-1):** de Sur a Norte a 500 metros antes de llegar al ingreso a la comunidad de Caiza Estación.
- 14.- Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra:** de Sur a Norte a 400 metros del ingreso a la comunidad de Caiza Estación.





### 3.3.5. Resumen resultados Señalización

Figura 3.8 Resumen Resultados de Señalización

#### SEÑALIZACIÓN VERTICAL

	<p><b>Señal Preventiva – Superficie ondulada (SP-13)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal Informativa de Localización (IL)</b></p> <p>Mal Estado: Se encuentra fuera del eje de la vía, no cumple con las condiciones de instalación</p>
	<p><b>Señal Preventiva Proximidad de paso de cebra (SP-67)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal Informativa de Localización (IL)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de tamaño especial</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;">Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30)</p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;">Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26):</p> <p>Regular Estado: Presenta la perdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;">Señal informativa de Localización IL</p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>

	<p><b>Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal informativa de Preseñalización (IP)</b></p> <p>Mal Estado: Se encuentra en mal estado, a causa del vandalismo, ya que pintaron en el centro del tablero, impidiendo que cumpla con su objetivo.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Señal reglamentaria – Renten (SR -35)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Informativa tipo mapa</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal reglamentaria -PARE (SR-1):</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de Localización IL</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>



	<p style="text-align: center;"><b>Señal Informativa tipo mapa</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de Confirmación (IC)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Preventiva- Curva pronunciada izquierda (SP-3)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>


	<p style="text-align: center;"><b>Señal Informativa tipo mapa</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de dirección ID</b></p> <p>Mal Estado: Se encuentra fuera del eje de la vía, no cumple con las condiciones óptimas para su normal funcionamiento</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Informativa tipo mapa</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal reglamentaria- Transito pesado a la derecha (SR-15)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de Localización IL</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal reglamentaria -PARE (SR-1)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>



	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de dirección ID</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de tamaño especial</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Reglamentaria -Velocidad máxima (SR-30):</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señales Preventivas – Animales en la vía (SP-55)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de Localización IL</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal preventiva – Intersección de vías (SP-18)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal preventiva- Resalto (SP-14)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa – Señal de servicio al usuario Primeros auxilios (IS-1)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de dirección ID</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Informativa de Localización (IL)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal Reglamentaria – Prohibido adelantar (SR-26)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal preventiva – Curva pronunciada derecha (SP- 4)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>

	<p><b>Señal reglamentaria -Zona escolar (SP-53)</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal informativa de dirección ID</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p><b>Señal informativa de Confirmación (IC):</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p><b>Señal reglamentaria -PARE (SR-1)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>



	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de dirección ID</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de tamaño especial</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal de confirmación (IC)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia y el polvo, principios de oxidación.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Señal informativa de Localización IL</b></p> <p>Buen Estado: No presenta ninguna anomalía, se encuentran en condiciones óptimas para su normal funcionamiento; cumple con los colores reglamentarios, el buen estado de su estructura y su total visualización.</p>

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.9 Resumen Resultados de Señalización Horizontal



## SEÑAL HORIZONTALES

	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- Resalto</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de resalto cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>

	<p><b>Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>
	<p><b>Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>
	<p><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>
	<p><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>

	<p style="text-align: center;"><b>Simbolos y Leyendas-Velocidad Máxima (SR-1)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la perdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Regular Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehiculos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Líneas de cruce – Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la perdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- bandas alertadoras</b></p> <p>Regular Estado: hay presencia de banda alertadoras, cuya función es reducir la velocidad de los vehiculos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>



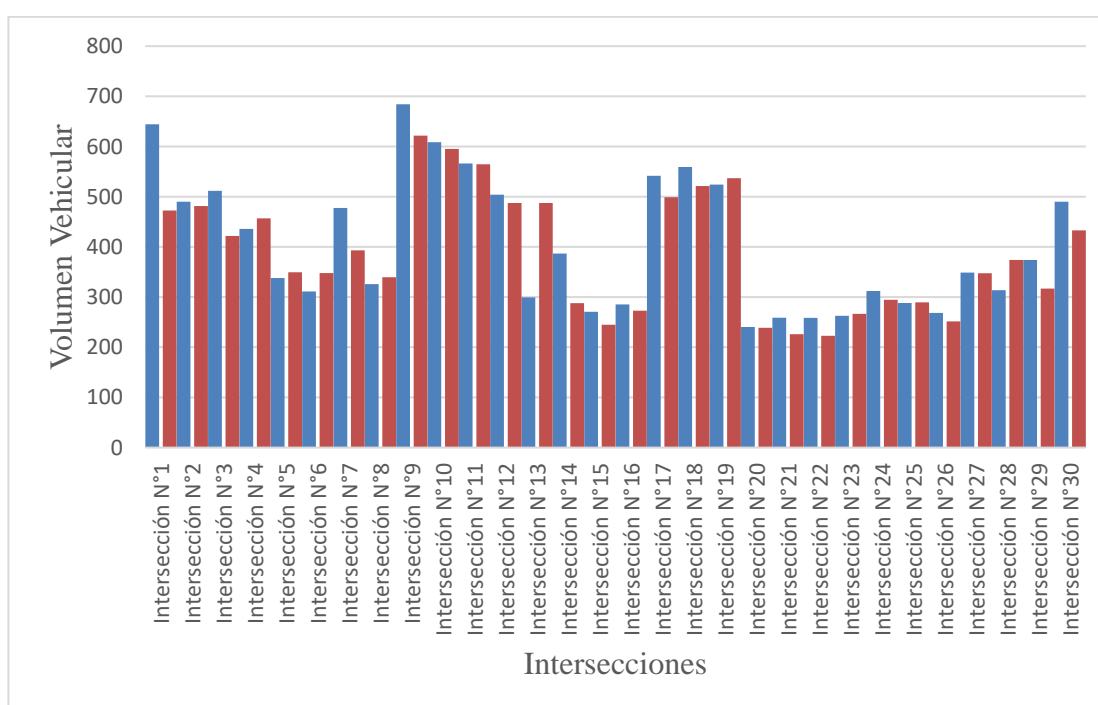
	<p style="text-align: center;"><b>Otras demarcaciones- Resalto</b></p> <p>Mal Estado: hay presencia de resalto cuya función es reducir la velocidad de los vehículos que circulan por la calzada, el cual se encuentra sin pintar y sin la respectiva señalización.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Símbolos y Leyendas-Velocidad Máxima (SR-1)</b></p> <p>Regular Estado: Presenta la pérdida de color a consecuencia de agentes externos como el sol, la lluvia.</p>

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5.1. Análisis de Resultados de Volumen. -

En la Intersección de la Universidad Juan Misael Saracho siendo la Intersección 1 , en la intersección 7 (Comunidad de Bella Vista), Intersección 10 (Campo Pajoso), Intersección 14 (Comunidad el Palmar), Intersección 30 (Comunidad de Caiza Estación), siendo estas las más críticas donde podemos observar en la tabla 3.3 , el volumen de cada acceso sobrepasa los 200 vehículos por hora más que todo su circulación es por el acceso 1 y 2 es porque tiene mayor flujo vehicular en sus horas pico, donde también existen a presencia de vehículos pesado.

Tabla 3.21 Volumen Vehicular (veh/h)



Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5.2. Análisis de Resultados de las Velocidades. –

La velocidad se relaciona entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo, para un vehículo representa la relación en movimiento y se expresa en (km/hr).

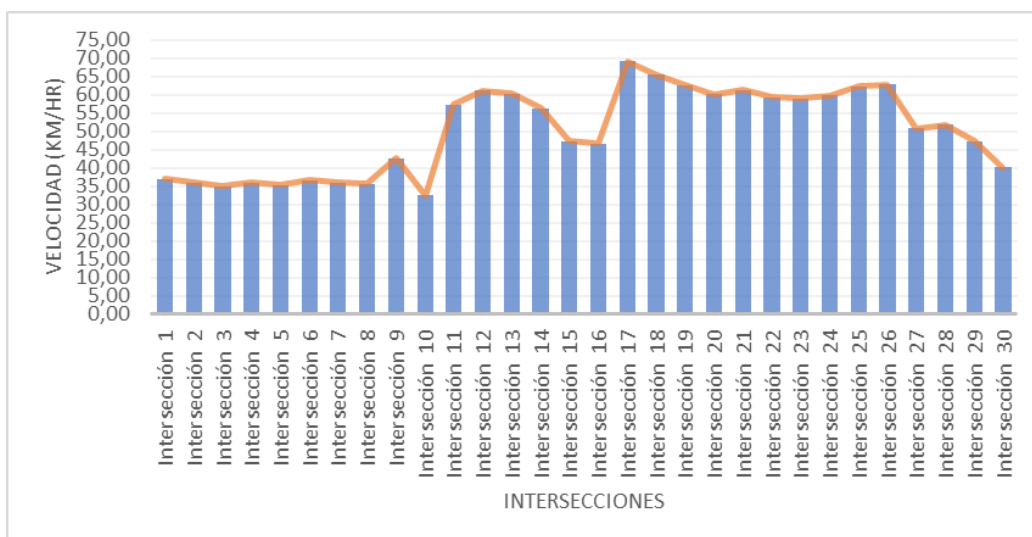
Las velocidades en las diferentes intersecciones son casi constantes debido a que algunas de las intersecciones hay una reducción en comparación con los demás accesos.

En la tabla de Resultados de Velocidad vehicular se observa que las velocidades no sobrepasan los (70 km/h), pero no bajan de los (30 km/h), debido a muchos factores encontrados en las mediciones de la velocidad.

Las velocidades entre los rangos (32-36 km/h) se encuentran en una de las intersecciones donde la velocidad tiende a reducir un poco debido a que estas vías se encuentran en un nivel de servicio D lo cual significa que las condiciones de tráfico son prácticamente inestables provocando demoras o paradas de duración pequeña.

Las velocidades que se encuentran en los rangos de (62 y 70 km/hr) es porque estas intersecciones son pocos transitadas por que la población en esa área recién se está extendiendo y son poco habitadas.

Tabla 3.22 Velocidad Vehicular (km/h)



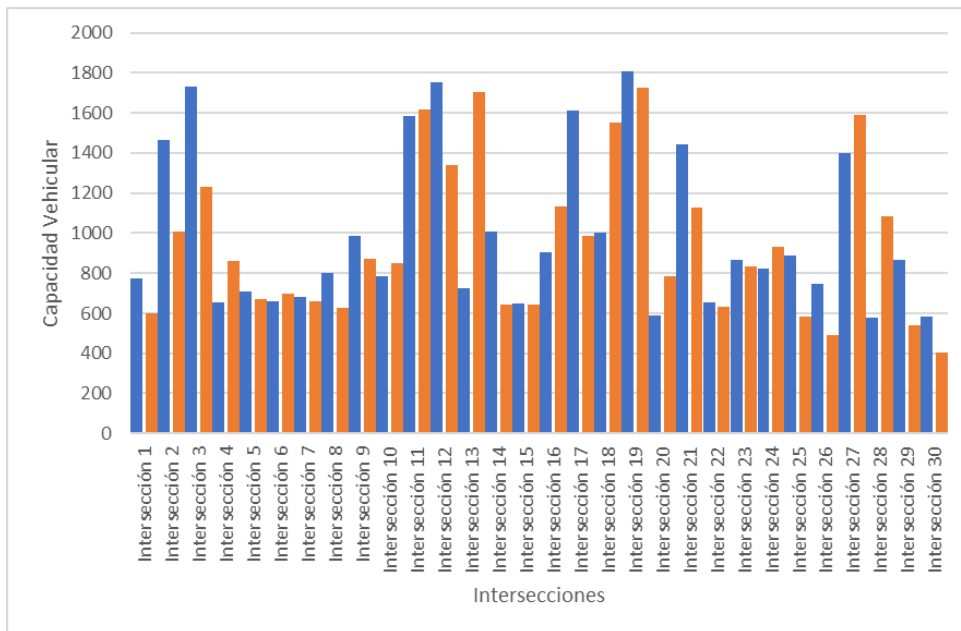
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5.3. Análisis de los Resultados de la Capacidad Vehicular. –

La capacidad vehicular es un parámetro de la ingeniería de tráfico que nos permite evaluar las condiciones físicas y de operación respecto a la cantidad de vehículos que tiene las vías urbanas. En la Intersección 1, acceso 1 y 2 la capacidad vehicular es mayor al volumen, lo que implica que en dicho acceso se tiene un nivel de servicio D, el cual nos indica que el flujo próximo a inestable lo cual representa un grado de congestión visible para el usuario.

La intersección N°10, presenta un grado de congestionamiento con un nivel de servicio tipo D y esto debido al ingreso de vehículos en el acceso 3 y 4 donde se registran giros a la izquierda provocando caos vehicular además los usuarios no cuentan con señalización de restricciones para evitar estos conflictos.

Tabla 3.23 Capacidad Vehicular (Veh/h)



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.Propuesta de Alternativas de Solución

#### Alternativa N°1 Instalación de Placas de Señalización

Como se pudo observar en la tabla de niveles de servicio en las intersecciones N°1,4,8,10,30 sobre el tramo carretero donde la mayor parte de sus accesos presentan un nivel de servicio tipo D, estas intersecciones presentan mayores dificultades que las anteriores, debido a que los conductores realizan paradas cortas y largas sobre la vía ocasionando un retraso del flujo vehicular, es por esto que se propone como primera alternativa implementar señales tanto verticales y horizontales en las diferentes intersecciones, como también proponer Áreas de parqueo a lo largo del tramo en lugares específicos donde sea necesario.

Tabla 3.24 Propuesta de Señales a implementar

Señales Verticales
SP-53 Zona Escolar
SP-14 Resalto
SP-13 Superficie Ondulada
SP-30 Velocidad máxima 30 km/h
SP-24 Bifurcación Derecha
SR-1 Pare

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.25 Propuesta de Señales a implementar

Señales Horizontales
Resalto
Bandas alertador
Marca en el pavimento Velocidad máxima
Tachas reflectivas

Fuente: Elaboración propia

**Intersección N°1: Entrada a la Comunidad Limitas**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, como SR-30 (indicando la velocidad máxima) y SR-1 Pare (indicando parada), así como señales horizontales que incluyan marcas en el pavimento para indicar una velocidad máxima de 30 km/h, resaltos y tachas reflectivas.

**Intersecciones:** N°2, N°3, N°5, N°6, N°7, N°11, N°12, N°13, N°15, N°16, N°18, N°19, N°20, N°21, N°22, N°23, N°24, N°25, N°26, N°27, N°28, N°29.

En estas intersecciones, no es necesario implementar ninguna alternativa de solución para la congestión vehicular, ya que el flujo en este punto se mantiene estable.

#### **Intersección N°4: Ingreso Aroma 3 de Caballería**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, como SR-30 (indicando la velocidad máxima), SP-13 Superficie Ondulada, SP-24 Bifurcación derecha, así como señales horizontales que incluyan marcas en el pavimento para indicar una velocidad máxima de 30 km/h, resaltos, tachas reflectivas, Líneas Transversales reductoras de velocidad.

#### **Intersección N°9: Entre Calle 1 Bella vista / Entrada Principal Campo Pajoso**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, SP-13 Superficie Ondulada, así como señales horizontales, Borde alertador.

#### **Intersección N°10: Entrada Principal Campo Pajoso**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, SP-13 Superficie Ondulada, así como señales horizontales, Borde alertador.

#### **Intersección N°14: Entrada Principal El Palmar**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, SP-13 Superficie Ondulada, SP-24 Bifurcación derecha, SP-14 Resalto, así como señales horizontales, tachas reflectivas, Borde alertador.

#### **Intersección N°17: Entrada al Instituto Tecnológico ITY**

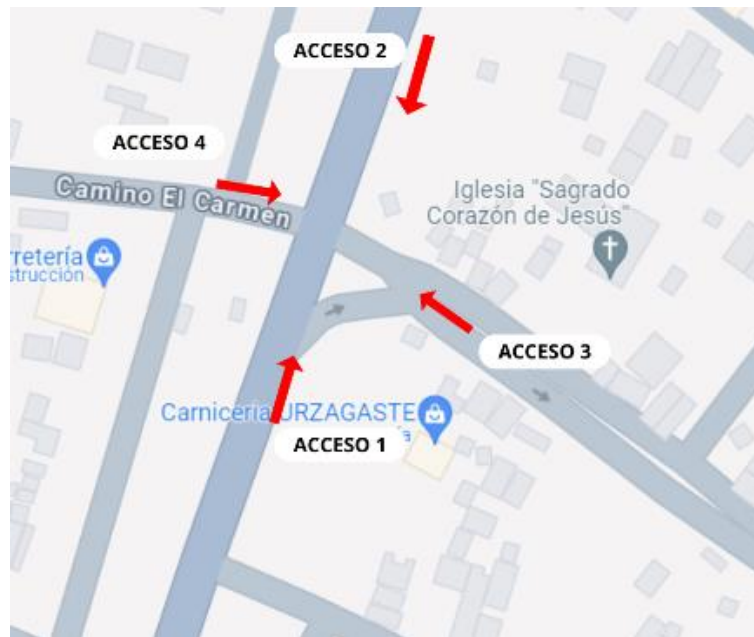
En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, SP-13 Superficie Ondulada, SP-14 Resalto, así como señales horizontales, tachas reflectivas, Borde alertador.

#### **Intersección 30: Entrada Principal Caiza**

En la intersección, se propone la instalación de señales verticales, como SP-14 Resalto, SP-13 Superficie Ondulada, SP-53 Zona Escolar, así como señales horizontales que incluyan, Borde Alertador, resaltos y tachas reflectivas.

También se propone implementar semáforos debido a que el valor de Nivel de Servicio es “E”, donde las condiciones de tráfico son prácticamente son inestables, donde se procede a realizar el cálculo representativo para cada intersección.

Figura 3.10 Intersección 30 Caiza



Fuente: Google Maps

Datos:

Velocidad de punto (V)=46,42 km/h

Volumen principal (1) =522 veh/h

Volumen secundario (3) = 55 veh/h

Se asume:

TAP= 5 seg

TAS=3 seg

C=60 seg

Tiempo de ciclo:

$$Tc = Tvp + Tvs + Tap + Tas \quad ec. (1)$$

$$\frac{Tvp}{Tvs} = \frac{Vp*Tap}{Vs*Tas} \quad ec. (2)$$

Resolviendo el Sistema de ecuaciones:

$$Ec (1) \quad 60 \text{ seg} = Tvp + Tvs + 8 \text{ seg}$$

$$Tvp = 52 - Tvs \quad ec. (3)$$

De la ecuación (2):

$$\frac{Tvp}{Tvs} = 15.81 \quad ec. (4)$$

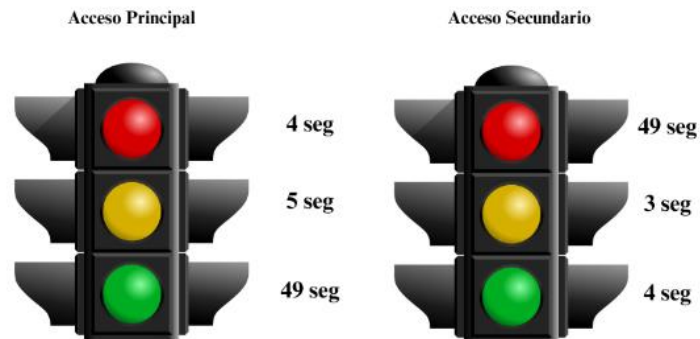
Resolviendo la ecuación (3) y (4):

$$Tvp = 48.9 \text{ seg} \sim 49 \text{ seg}$$

$$Tvs = 3.09 \text{ seg} \sim 4 \text{ seg}$$



Figura 3.11 Ejemplo de Tiempo de Ciclo y fases



Fuente: Elaboración propia

Calculo para el acceso 2 y 4:

Volumen principal (1) = 429 veh/h

Volumen secundario (3) = 37 veh/h

Se asume:

TAP= 5 seg

TAS=3 seg

C=60 seg

Tiempo de ciclo:

$$Tc = Tvp + Tvs + Tap + Tas \quad ec. (1)$$

$$\frac{Tvp}{Tvs} = \frac{Vp \cdot Tap}{Vs \cdot Tas} \quad ec. (2)$$

Resolviendo el Sistema de ecuaciones:

$$Ec (1) \quad 60 \text{ seg} = Tvp + Tvs + 8 \text{ seg}$$

$$Tvp = 52 - Tvs \quad ec. (3)$$

De la ecuación (2):

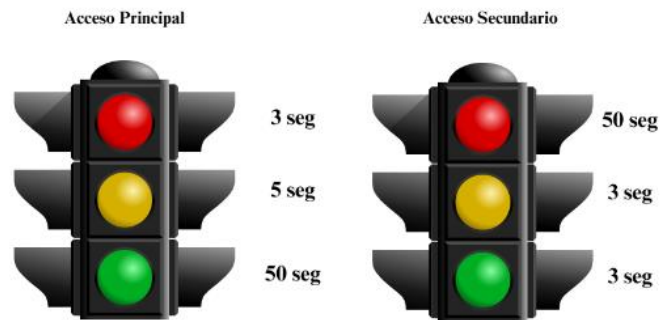
$$\frac{Tvp}{Tvs} = 19.32 \text{ ec. (4)}$$

Resolviendo la ecuación (3) y (4):

$$Tvp = 49.45 \text{ seg} \sim 50 \text{ seg}$$

$$Tvs = 2.56 \text{ seg} \sim 3 \text{ seg}$$

Figura 3.12 Ejemplo de Tiempo de Ciclo y fases



Fuente: Elaboración propia

### **Alternativa N° 2 (Complementaria) Mantenimiento y reposición de placas de Señales**

Como segunda alternativa se propone hacer un mantenimiento a todas las señales tanto verticales como horizontales que ya se encuentran sobre el tramo de estudio para que puedan seguir desempeñando su función en el tramo, como también la reubicación y reposición de señales que se encuentren en deterioro o mal ubicadas.

Se pretende realizar el mantenimiento y reposición de las siguientes señales:

#### **Reposición o Reemplazo de Placas de Señales Verticales**

Reposición o reemplazo de las placas de señales verticales: preventivas, informativas y reglamentarias, debido a su deterioro o pérdida o la instalación de nuevas señales en sitios que la requieran

#### **Ubicación en el tramo:**

kilómetro 534, a 200 m de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se encuentra una señal informativa de localización.

## Fotografía representativa: Intersección N°1



Fuente: Elaboración Propia

### **Reposición o Reemplazo de Resalto bandas alertadoras**

Reposición o reemplazo de las placas de señales horizontales, debido a su deterioro o pérdida o el pintado de nuevas señales en sitios que la requieran

### **Ubicación en el tramo:**

kilómetro 534, a 200 m de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se encuentra una señal informativa de localización.

### **Fotografía representativa: Intersección N°1**



Fuente: Elaboración Propia

#### **Reposición o Reemplazo de borde alertador**

Reposición de la señalización horizontal en general, permitiendo brindar al usuario un mensaje continuo, definiendo el espacio por el cual debe circular, favoreciendo el tránsito ordenado y seguro.

#### **Ubicación en el tramo:**

300 metros de la entrada a El Palmar.

### **Fotografía representativa: Intersección 14**



Fuente: Elaboración Propia

#### **Reposición de marcas en el Pavimento**

Reposición de la señalización horizontal en general, permitiendo brindar al usuario un mensaje continuo, definiendo el espacio por el cual debe circular, favoreciendo el tránsito ordenado y seguro.

#### **Ubicación en el tramo:**

Km 531 Entrada a la Comunidad de Bella vista

## **Fotografía representativa: Intersección 7**



Fuente: Elaboración Propia

### **Reposición o instalación de placas de señales verticales**

Reposición o reemplazo de las placas de señales verticales: preventivas, informativas y reglamentarias debido a su deterioro o pérdida o la instalación de nuevas señales en sitios que la requieran.

### **Ubicación en el tramo:**

Km 520 a 100 m de la entrada del Instituto Tecnológico ITY



### **Fotografía representativa: Intersección 17**



Fuente: Elaboración Propia

#### **Reposición de marcas en el Pavimento**

Reposición de la señalización horizontal en general, permitiendo brindar al usuario un mensaje continuo, definiendo el espacio por el cual debe circular, favoreciendo el tránsito ordenado y seguro.

#### **Ubicación en el tramo:**

Km 513 a 100 m de la entrada a la Comunidad de Caiza Estación

### **Fotografía representativa: Intersección 30**



Fuente: Elaboración Propia

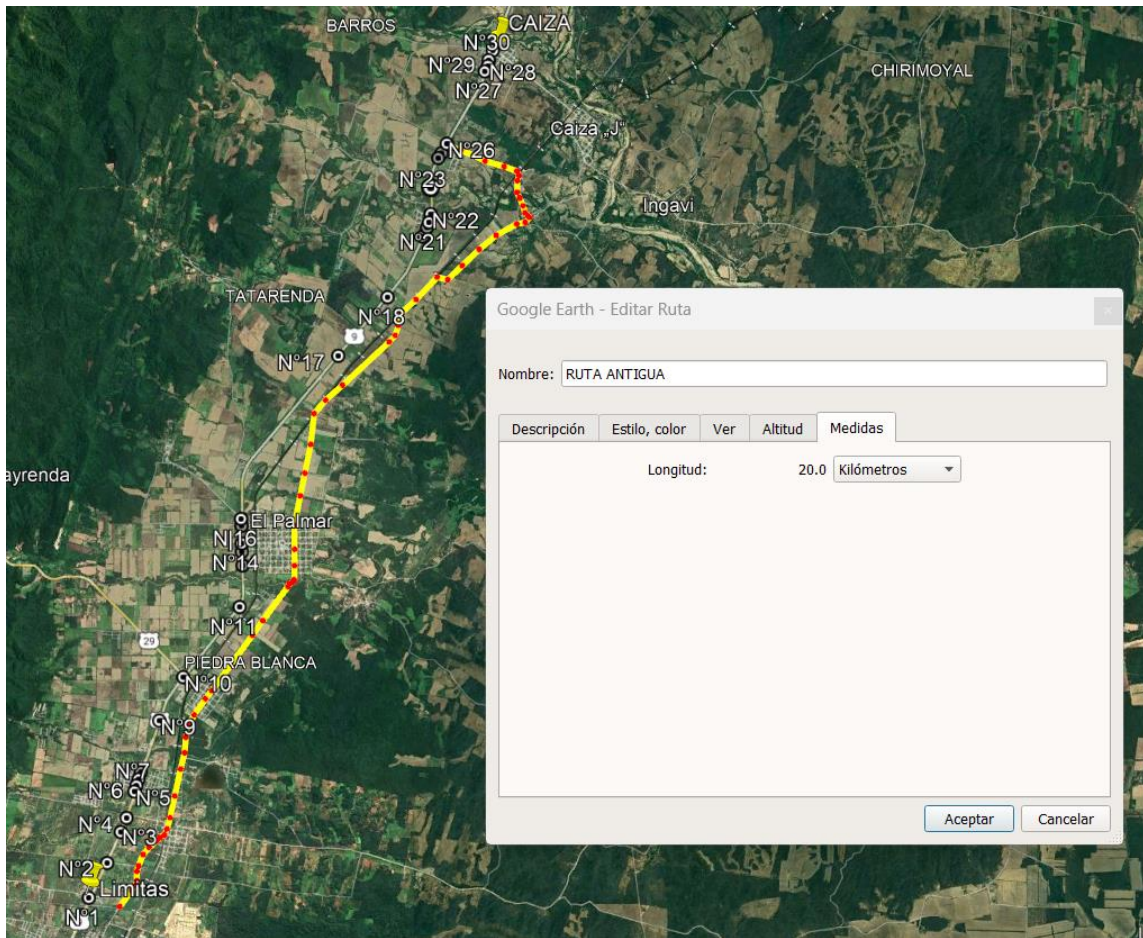
#### **Alternativa de Solución para el Control y reducción de la Congestión: Redireccionamiento del flujo vehicular**

Se plantea como alternativa de solución redireccionar el flujo vehicular pesado llevándolo hacia una vía paralela que cuente con las mismas características geométricas a la de la vía de estudio que son: vía de dos carriles con ancho de carril igual a 3.65 m, ancho de berma 1.80 m pretendiendo así mejorar la congestión vehicular.

Esta vía cuenta con 20 km de distancia, iniciando paralela al km 534 de la comunidad Limitas teniendo como salida en la intersección N°26 (Comunidad San Antonio), abarcando la mayor parte de los puntos en congestión.



## Fotografía representativa: Ruta Alternativa



Fuente: Google Earth

Se realizó el cálculo de la capacidad y nivel de servicio sin contar el flujo de vehículos pesados.

Tabla 3.26 Resumen de Resultados para la Alternativa de Solución para el Control y reducción de la Congestión: Redireccionamiento del flujo vehicular

	Accesos	Volumen (veh/h)	Capacidad (veh/h)	Capacidad (veh/h)	V/C	Nivel de servicio
Intersección 1	1	574	1081,6	1081	0,53	C
	2	431	854,0	854	0,51	C
Intersección 2	1	423	992,3	992	0,43	C
	2	417	696,7	696	0,60	C
Intersección 3	1	488	1151,5	1151	0,42	C
	2	378	901,4	901	0,42	C
Intersección 4	1	373	927,7	927	0,40	C
	2	388	742,9	742	0,52	C
Intersección 5	1	285	707,2	707	0,40	C
	2	300	716,1	716	0,42	C
Intersección 6	1	272	656,3	656	0,41	C
	2	313	736,9	736	0,43	C
Intersección 7	1	425	684,3	684	0,62	C
	2	346	673,0	673	0,51	C
Intersección 8	1	565	814,6	814	0,69	C
	2	287	688,8	688	0,42	C
Intersección 9	1	565	1025,9	1025	0,55	C
	2	533	955,7	955	0,56	C
Intersección 10	1	684	996,0	996	0,69	C
	2	496	952,0	952	0,52	C
Intersección 11	1	459	820,5	820	0,56	C
	2	445	847,6	847	0,53	C
Intersección 12	1	399	971,6	971	0,41	C
	2	414	820,9	820	0,51	C
Intersección 13	1	299	736,3	736	0,41	C
	2	487	828,4	828	0,59	C
Intersección 14	1	387	980,0	980	0,39	C
	2	288	577,3	577	0,50	C
Intersección 15	1	271	551,3	551	0,49	C
	2	245	638,2	638	0,38	B
Intersección 16	1	285	895,8	895	0,32	B
	2	273	1133,6	1133	0,24	B
Intersección 17	1	542	786,4	786	0,69	C
	2	499	518,9	518	0,96	C
Intersección 18	1	559	1001,6	1001	0,56	C
	2	521	810,5	810	0,64	C
Intersección 19	1	524	941,9	941	0,56	C
	2	537	929,3	929	0,58	C
Intersección 20	1	240	700,0	700	0,34	B
	2	239	820,2	820	0,29	B
Intersección 21	1	259	780,8	780	0,33	B
	2	226	623,2	623	0,36	B
Intersección 22	1	258	756,7	756	0,34	B
	2	223	622,1	622	0,36	C
Intersección 23	1	263	905,1	905	0,29	B
	2	267	510,0	509	0,52	C
Intersección 24	1	312	875,7	875	0,36	B
	2	294	510,8	510	0,58	C
Intersección 25	1	288	927,4	927	0,31	C
	2	290	722,4	722	0,40	B
Intersección 26	1	268	774,2	774	0,35	B
	2	252	614,3	614	0,41	C
Intersección 27	1	349	830,6	830	0,42	C
	2	347	922,1	922	0,38	B
Intersección 28	1	314	745,8	745	0,42	C
	2	374	1147,6	1147	0,33	B
Intersección 29	1	374	903,4	903	0,41	C
	2	317	607,4	607	0,52	C
Intersección 30	1	522	823,2	823	0,63	C
	2	429	645,5	645	0,67	C

Fuente: Elaboración Propia

## Alternativa de Solución Físicas de Alto Costo: Ampliación de Calzada de Carretera tramo Limitas-Caiza

### Fotografía representativa: Ruta Alternativa



Fuente: Pagina EBC

En esta alternativa de solución el objetivo planteado es realizar una ampliación a la calzada tomando como ejemplo las características geométricas establecidas por la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras), que son 2 carriles por calzada la cual cada ancho de carril de 3.50 m, ancho de berma 1m, teniendo en total 3 carriles por calzada, pretendiendo así mejorar la capacidad y nivel de servicio que ofrece la vía.

Posteriormente se procederá a realizar los cálculos de la capacidad y nivel de servicio con los valores establecidos.

## Intersección 1: Entrada a la Comunidad de Limitas -UAJMS (Yacuiba)

Figura 3.13 Intersección 1 Entrada a la Comunidad Limitas



Fuente: Google Maps

### Datos:

Zona centrar suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=639 veh/hr

Ancho de acceso=10.50 m

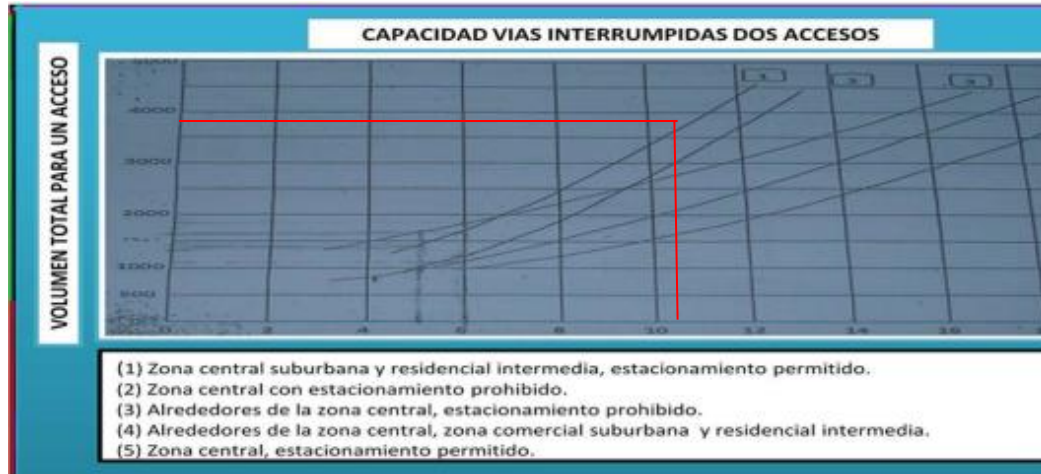
%GI=13.59

%GD=19.49

% Veh pes. =1

Acceso 1

Figura 3.14 Parámetro de Capacidad Vehicular



Fuente: Método HCM

### Determinación de la Capacidad teórica

Capacidad teórica: 3700 veh/hr

### Determinación de la capacidad practica

Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90

Capacidad practica=3330 veh/hr

### Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =1%

%vehículos pesados < 10%  $\Rightarrow$  fvp=1

### Factor de reducción por Giros a la Izquierda

%Giros izquierda=13.59%

fgi=0.863

### Factor de reducción por Giros a la Derecha

%Giros Derecha =19.49%

fgd=0.901

### Determinación de la Capacidad real

**Capacidad real= Cap. Practica\*fvp\*fgi\*fgd**

Capacidad real=3330\*1\*0863\*0.901=2601 veh/hr

## **ACCESO 2**

### **Datos:**

Zona centrar suburbana y residencial intermedia, estacionamiento permitido

Volumen total horario=490 veh/hr

Ancho de acceso=10.50

%GI=29.35

%GD=27.98

% Veh pes. =1

**Capacidad teórica: 3700 veh/hr**

### **Determinación de la capacidad practica**

**Capacidad practica: Cap. Teórica \*0.90**

Capacidad practica=3330 veh/hr

Factores de Reducción

Factor de reducción por vehículos pesados

% vehículos pesados =1%

**%vehículos pesados < 10%  $\Rightarrow$  fvp=1**

### **Factor de reducción por Giros a la Izquierda**

%Giros izquierda=29.35%

**fgi=0.71**

### **Factor de reducción por Giros a la Derecha**

%Giros Derecha =27.98%

**fgd=0.86**

## Determinación de la Capacidad real

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap. Practica} * f_{vp} * f_{gi} * f_{gd}$$

$$\text{Capacidad real} = 3330 * 1 * 0.71 * 0.86 = 2027 \text{ veh/hr}$$

Tabla 3.27 Resumen de Resultados Alternativa de Solución Físicas de Alto Costo:  
Ampliación de Calzada de Carretera tramo Limitas-Caiza

	Accesos	Volumen (veh/h)	Capacidad (veh/h)	V/C	Nivel de servicio	Descripción del flujo
Intersección 1	1	639	2601	0,25	B	Flujo estable
	2	490	2027	0,24	B	Flujo estable
Intersección 2	1	475	4933	0,10	B	Flujo estable
	2	475	3382	0,14	B	Flujo estable
Intersección 3	1	521	5344	0,10	B	Flujo estable
	2	423	3789	0,11	B	Flujo estable
Intersección 4	1	436	2194	0,20	B	Flujo estable
	2	457	2896	0,16	B	Flujo estable
Intersección 5	1	338	2192	0,15	B	Flujo estable
	2	350	2076	0,17	B	Flujo estable
Intersección 6	1	311	2026	0,15	B	Flujo estable
	2	348	2143	0,16	B	Flujo estable
Intersección 7	1	477	2107	0,23	B	Flujo estable
	2	393	2040	0,19	B	Flujo estable
Intersección 8	1	684	2466	0,28	B	Flujo estable
	2	340	1932	0,18	B	Flujo estable
Intersección 9	1	684	3038	0,23	B	Flujo estable
	2	622	2688	0,23	B	Flujo estable
Intersección 10	1	759	2414	0,31	B	Flujo estable
	2	608	2615	0,23	B	Flujo estable
Intersección 11	1	566	4879	0,12	B	Flujo estable
	2	564	4986	0,11	B	Flujo estable
Intersección 12	1	504	5400	0,09	A	Flujo libre
	2	487	4135	0,12	B	Flujo estable
Intersección 13	1	299	2241	0,13	B	Flujo estable
	2	487	5261	0,09	B	Flujo estable
Intersección 14	1	387	2490	0,16	B	Flujo estable
	2	288	1590	0,18	B	Flujo estable
Intersección 15	1	271	1607	0,17	B	Flujo estable
	2	245	1590	0,15	B	Flujo estable

Intersección 16	1	285	2230	0,13	B	Flujo estable
	2	273	2793	0,10	B	Flujo estable
Intersección 17	1	542	4973	0,11	B	Flujo estable
	2	499	3045	0,16	B	Flujo estable
Intersección 18	1	559	3090	0,18	B	Flujo estable
	2	521	4778	0,11	B	Flujo estable
Intersección 19	1	524	5579	0,09	A	Flujo libre
	2	537	5331	0,10	B	Flujo estable
Intersección 20	1	240	1820	0,13	B	Flujo estable
	2	239	2423	0,10	B	Flujo estable
Intersección 21	1	259	4446	0,06	A	Flujo libre
	2	226	3478	0,06	A	Flujo libre
Intersección 22	1	258	2023	0,13	B	Flujo estable
	2	223	1959	0,11	B	Flujo estable
Intersección 23	1	263	2664	0,10	B	Flujo estable
	2	267	2566	0,10	B	Flujo estable
Intersección 24	1	312	2538	0,12	B	Flujo estable
	2	294	2874	0,10	B	Flujo estable
Intersección 25	1	288	2744	0,10	B	Flujo estable
	2	290	1807	0,16	B	Flujo estable
Intersección 26	1	268	2302	0,12	B	Flujo estable
	2	252	1515	0,17	B	Flujo estable
Intersección 27	1	349	4310	0,08	A	Flujo libre
	2	347	4904	0,07	B	Flujo estable
Intersección 28	1	314	1791	0,18	B	Flujo estable
	2	374	1085	0,34	C	Flujo estable
Intersección 29	1	374	2671	0,14	B	Flujo estable
	2	317	1664	0,19	B	Flujo estable
Intersección 30	1	522	1797	0,29	B	Flujo estable
	2	429	1248	0,34	C	Flujo estable

Fuente: Elaboración Propia



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### 4.1.Conclusiones

- Las horas de mayor congestión vehicular (horas pico) se definieron específicamente como 7:00-8:00 a.m., 13:00-14:00 pm y 18:00-19:00 pm, proporcionando así una base sólida para comprender y abordar eficazmente los momentos críticos de congestión en la circulación vehicular.
- Se determinaron las velocidades de punto considerando el método de aforo manual, mediante una recolección de datos. En los resultados obtenidos, se observó que la velocidad máxima y mínima en diferentes intersecciones oscilan entre (32 km/h y 69 km/h).
- A partir de los datos de volúmenes recopilados directamente del tramo de estudio seguido de un respectivo análisis se pudo identificar que la intersección 10 tiene el mayor volumen de tráfico con 759 veh/h, mientras que la intersección 20 presenta el volumen mínimo, contabilizando únicamente 223 veh/h..
- Una vez realizado el estudio de tráfico se obtuvo su capacidad de cada intersección siendo la menor de 405 veh/h en la intersección 30 y en la intersección 19 con una capacidad máxima de 1809 veh/h en base al método HCM.
- De acuerdo a los cálculos realizados se obtuvieron los niveles de servicio que se mencionan (A, B, C, D, E), lo cuales quieren decir que se tiene flujos estables como inestables en la circulación vehicular de las diferentes intersecciones estudiadas donde el punto más crítico es en la intersección 30 con un NS “E”, también así se tiene un Nivel de Servicio “D” en 10 accesos, en 36 accesos del tramo un nivel de servicio C y en 12 accesos con un nivel de servicio B.
- Se establecieron alternativas de solución que incluyen la implementación de diversas medidas para mejorar la regulación del tráfico y garantizar una circulación más ordenada y segura. Entre estas alternativas, se ha tomado la decisión de implementar una variedad de señales, tanto reglamentarias como preventivas como se puede evidenciar en el capítulo III .

- Además, se considera la instalación de señales horizontales como marcas en el pavimento, tachas reflectivas y resaltos, así como la incorporación de semáforos en la intersección 30, que se encuentra con un Nivel de Servicio “E”.
- Del análisis de la alternativa que tiene como propósito redireccionar el flujo vehicular Pesado a una vía alterna para controlar y reducir la congestión vehicular, se observó que, al retirar estos vehículos del tramo principal, la calidad y el nivel de servicio mejoraron a un Nivel de Servicio “C y B”. esto permite que el flujo vehicular se estabilizara, proporcionando mayor comodidad tanto a los conductores como a los peatones y reduciendo los volúmenes de tráfico. presentando un costo de 32.644,348 Bs.
- La alternativa de solución propuesta, que consiste en la ampliación de la calzada, ha demostrado mejorar la capacidad y nivel de servicio de la vía resultando en una notable reducción de la congestión vehicular, facilitando un flujo más fluido y seguro del tráfico. La ampliación no solo optimiza las condiciones para los conductores, sino que también mejora la experiencia de los peatones y otros usuarios de la vía, asegurando así una movilidad más eficiente y cómoda en la zona intervenida, presentando un costo de 39.685.163,15 Bs
- En función a distintas características y parámetros que se presentaron en las dos propuestas, se tomará como mejor alternativa de solución a la propuesta de Redireccionar el tráfico a otra vía alterna, esto en base a que presenta mejoras en los rendimientos en cuanto a; volumen, capacidad vehicular y Nivel de servicio, teniendo en cuenta que presenta una diferencia bastante representativa en cuanto a costo, además tendrá que realizarse un trabajo con mayor esfuerzo en cuanto a concientización social, ya que al restringir el paso de vehículos pesados por el tramo, será un cambio bastante incomodo para el usuario en un principio, presentando mejoras y mayor comodidad de transitabilidad.

## **4.2.Recomendaciones**

- Se deben realizar un análisis muy minucioso en cuanto a las relaciones de los principales parámetros como ser volúmenes, velocidades de los cuales nos brindarán resultados de cómo se comparta el tráfico en nuestro lugar de estudio
- Al realizar un estudio en un determinado tramo es necesario identificar el punto más crítico donde existan las variaciones más notables, esto para facilitar y reducir al operador los puntos de aforo.
- Al realizar la depuración de datos se debe tener cuidado al eliminar los datos que se alejan del grupo, para poder obtener valores aceptables tanto de volúmenes como de velocidades.
- Se recomienda que, al momento de hacer el trabajo de campo, ser cuidadosos ya que se presenciaron accidentes de tránsito por colisión de vehículos, ya que para recolectar datos se debe transitar sobre la zona de estudio donde transitan vehículos pesados que elevan su velocidad en ciertos puntos.
- Se recomienda a las autoridades encargadas del tráfico y tránsito poder hacer énfasis en la educación vial, puesto que uno de los grandes problemas en la circulación se debe a la falta de conocimiento de las normas de circulación
- Muy recomendable que las autoridades a quienes les competen el ordenamiento vial gestionen un mantenimiento adecuado cuando estas señales sean deterioradas.