

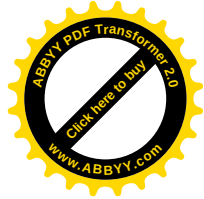
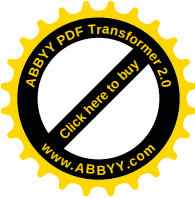
ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN EN LA AV. JULIO ARCE EN EL BARRIO SENAC DE LA CIUDAD DE TARIJA”

1.- INTRODUCCIÓN.-

Las redes viarias como cualquier otra infraestructura, necesitan una serie de directrices y normas para su ordenado y correcto desarrollo. Dichas normas no obedecen a criterios aleatorios, si no que se basan en estudios previamente realizados en los que se pretende conocer a cabalidad las principales características del tráfico en la zona, las redes de semáforos constituyen el principal medio de regulación de tráfico en zonas urbanas. Su funcionamiento puede basarse en el empleo de reguladores locales o en sistema de control centralizado, la determinación de las fases, es decir de los movimientos que se pueden dar simultáneamente dependen del tráfico que circula en la intersección.

El sistema viario que conforma nuestra ciudad “Tarija”, permanece en constante evolución, por lo que se hace indispensable introducir un elemento regulador (semáforos) que se encargue, de minimizar los problemas tráfico, es decir que la circulación se produzca adecuada y ordenadamente, para hacer posible una circulación segura. Ya que cuando la demanda se acerca, o incluso supera la capacidad de la vía en determinado momento, como sucede con frecuencia en las zonas urbanas, las medidas de ordenación deben contribuir a la fluidez de la circulación.

Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control y deben ser instalados en lugares o puntos donde existe una evidente necesidad de regular el tránsito, la colocación de semáforos donde no estén plenamente justificados, puede provocar efectos contraproducentes en la circulación vehicular.



2.- DISEÑO TEÓRICO

2.1-JUSTIFICACIÓN.-

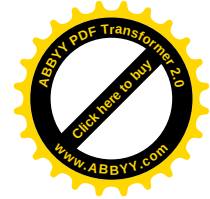
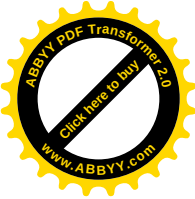
El desarrollo que vive nuestra ciudad, y el desmedido incremento de tráfico, satura nuestras calles y avenidas, por efecto es necesario tomar medidas para evitar demoras, y sobre todo accidentes, la avenida Julio Arce es una de las principales arterias que conecta al distrito 13 con la ciudad, por lo que se ve afectada con la gran afluencia de tráfico, lo que nos conlleva a buscar soluciones que mejoren la fluidez y seguridad de la vía.

Consiente que la tarea es ardua, se pretende realizar un estudio de implementación de semáforos en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija.

La Av. Julio Arce se encuentra al oeste de la ciudad de Tarija vincula a múltiples barrios y comunidades como son SENAC, Luis de Fuentes, Catedral, Andalucía, San Antonio, Magisterio, la comunidad de Guerra Huaico, San Andrés y otras tantas más, lo que la convierte en la principal sino la única vía.

2.2.-EL PROBLEMA

¿El Estudio e implementación de semaforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija, minimizara los problemas tráfico?.



2.3.- OBJETIVOS

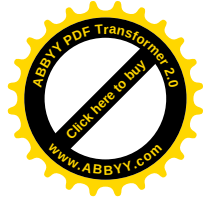
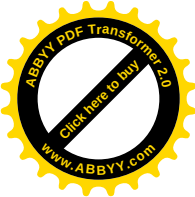
2.3.1.- OBJETIVO GENERAL.-

El Objetivo del presente estudio es la:

Implementación de semáforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija.

2.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

- Identificar los sitios que podrían tener problemas de seguridad vial denominados sitios peligrosos mediante una inspección visual.
- Identificar cuales son las horas pico, donde se evidencia embotellamiento vehicular, mediante aforos manuales, durante una semana.
- Clasificar mediante aforos manuales el tráfico vehicular en las horas pico.
- Usando un cronómetro medir el Tiempo promedio que tarda en recorrer un vehículo una distancia de 25m para determinar el fluidez de la vía.
- Calcular la velocidad promedio de circulación en un vehículo, en base al Tiempo promedio obtenido.
- Con los parámetros obtenidos determinar el tiempo de ciclo de los semáforos a implementar en la Av. Julio Arce y la Av. Los Ceibos; Av. Julio Arce y la Av. Hermanos Ruiloba.
- Analizar los resultados obtenidos, se pretende realizar un diagnostico del tráfico vehicular.



- Evaluar los posibles lugares de emplazamiento de los semáforos en el área de estudio para que estos mejoren la circulación vehicular a través de los aforos realizados.
- Formar conclusiones y recomendaciones basadas en el análisis de los resultados.

3.- HIPÓTESIS

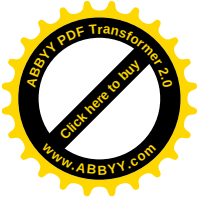
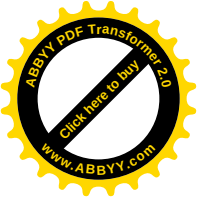
El estudio e implementación de semaforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija, es la alternativa de solución más adecuada, para mejorar la seguridad y el nivel de servicio de la zona en estudio, minimizando los problemas de tráfico.

4.- ALCANCE

El presente Proyecto se efectuara en la Av. Julio Arce esquina Av. Los Ceibos, y Av. Julio Arce esquina Av. Hermanos Ruiloba, y tiene como fin establecer parámetros que influyen en la asignación de los tiempos de un semáforo, basados fundamentalmente en indicadores del comportamiento del tráfico vehicular que permitan La IMPLEMENTACIÓN DE SEMAFORIZACIÓN EN LA AV. JULIO ARCE EN EL BARRIO SENAC DE LA CIUDAD DE TARIJA, ya que la implementación de los semáforos beneficiará a las conductores que transitan la mencionada vía.

Para la obtención de estos parámetros se realizará primeramente la delimitación del área de estudio, comprendida entre la Av. Julio Arce y la Av. Los Ceibos; Av. Julio Arce y la Av. Los Hermanos Ruiloba, se realizarán aforos durante una semana, con el fin de determinar los días de mayor transitabilidad vehicular, de esta manera determinar las horas pico.

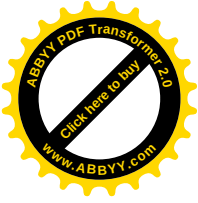
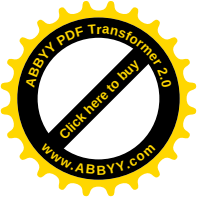
En la toma de datos o aforos manuales será necesario capacitar al personal, para una mejor recopilación de información y veracidad de la misma.



Con la información recopilada se realizará el respectivo procesamiento de datos y la obtención de resultados para su posterior análisis.

Una vez que se analicen los resultados se podrán establecer los indicadores que permitan determinar el objetivo del proyecto.

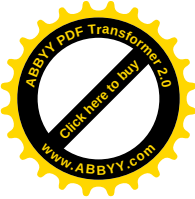
Con el análisis respectivo se podrá implementar los semáforos en el área de estudio con una asignación de tiempos verdes que ayudarán a una mejor circulación vehicular y peatonal.



5.- DISEÑO METODOLÓGICO

5.1.-DETERMINACIÓN DEL ESQUEMA LÓGICO ESTRUCTURAL





CAPÍTULO II

PARÁMETROS DEL TRÁFICO

INTRODUCCIÓN

Para la determinación del tráfico es necesario realizar algunas medidas y estudios, para poder determinar las principales características de circulación: volúmenes de circulación, velocidades y tiempo de recorrido de los vehículos, estacionamientos y accidentes, todos estos parámetros se emplean para obtener un mejor conocimiento del comportamiento del tráfico.

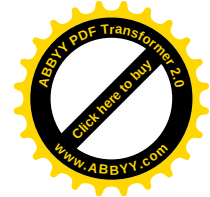
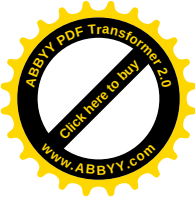
Existen técnicas para llevar adelante estos estudios que basándose en experiencias anteriores, permiten la obtención de datos, estas técnicas y métodos de estudio dependen de la clase de datos que se desee obtener y de la precisión con que haya de realizarse el estudio anterior.

En el presente estudio se realizará el desarrollo de los siguientes puntos: parámetros de tráfico, volúmenes de circulación, velocidades y semaforización.

2.1 PARÁMETROS DE TRÁFICO

2.1.1 VELOCIDAD DE TRÁFICO

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por horas (k m/h).



Para el caso de una velocidad constante, esta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$$v=d/t \text{Form- 2.1}$$

Donde:

v = Velocidad constante (kilómetros por hora)

d = Distancia recorrida (kilómetros)

t = Tiempo de recorrido (horas)

La velocidad que desarrolla un vehículo queda afectada por sus propias características, características del conductor de la vía, por el volumen de tránsito y por las condiciones atmosféricas dominantes, quiere decir que la velocidad a que se mueve un vehículo varía constantemente, causa que obliga a trabajar con valores medios de velocidad.

2.1.1.1 VELOCIDAD DE PUNTO O INSTANTÁNEA

Velocidad de punto o instantánea es la velocidad de un vehículo en un instante determinado cuando pasa por un punto dado de una vía. Los estudios de velocidad instantánea se usan para establecer restricciones de velocidad, indicar la velocidad segura en curvas, proporcionar información relativa a la situación de las señales de tránsito y establecer la relación entre los accidentes y la velocidad.

Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cabo el estudio, que permiten obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios. Por ejemplo, en una sección de una carretera de dos carriles se pueden obtener los datos correspondientes a las velocidades que desarrollan los

usuarios, tomando una muestra lo suficientemente representativa de los vehículos que transitan por ese punto.

Al ser una velocidad que se considere en flujo libre eso no sería posible en espacios o distancias largas por ello que para su estudio se definen espacios o distancias pequeñas, en el caso de ciudades los espacios serán de 25, 50 o 100 metros y en el caso de carreteras los espacios serán de 100, 200 o 500 metros siempre y cuando no hayan accesos de entrada y de salida.

La relación que nos permite determinar la velocidad de punto es la siguiente.

$$VP = \frac{d}{t} \quad \text{.....Form- 2.2}$$

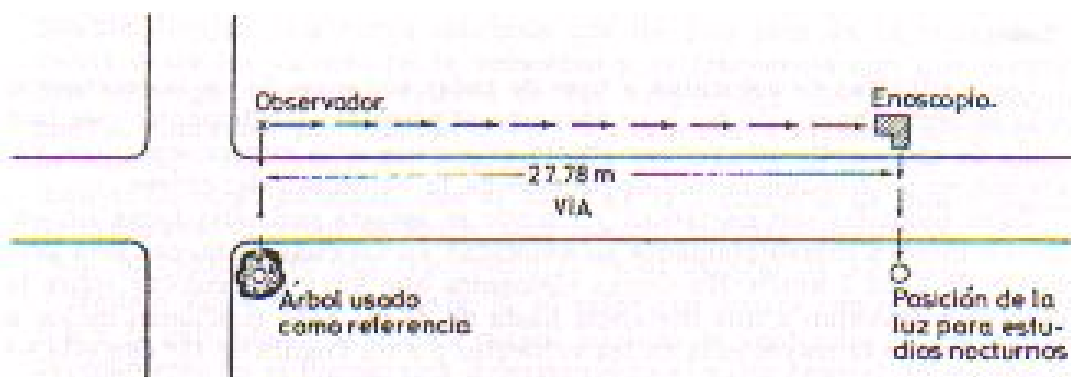
Donde:

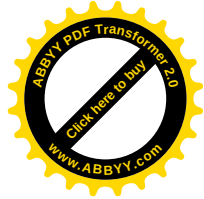
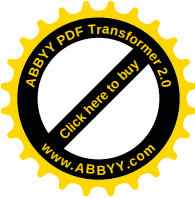
VP = Velocidad de punto

d = Distancia de recorrido

t = Tiempo de recorrido

FIG. 2.1 velocidad de punto





2.1.1.2 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

La velocidad de circulación es la relación entre distancia recorrida en un tramo y el tiempo invertido en recorrerla, esta velocidad es un parámetro de análisis en la ingeniería de tráfico que se determina a partir de los valores medios depurados de las velocidades de punto en un tramo o área de estudio que nos indique el comportamiento real de los vehículos respecto a la velocidad.

2.1.1.3 VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o partes de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Para datos de velocidades de punto no agrupados, matemáticamente la velocidad media temporal se define como:

$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad \dots\dots\dots \text{Form- 2.3}$$

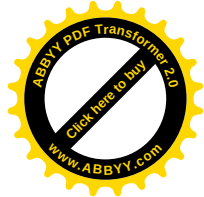
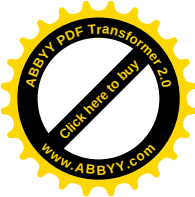
Donde:

$\bar{V}_t$ = Velocidad media temporal

V_i = Velocidad del vehículo i

n = Número total de vehículos observados

Para el caso de datos de velocidades de puntos agrupados, la velocidad media temporal es:



$$\bar{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^m (f_i V_i)}{n} \dots\dots\dots \text{Form- 2.4}$$

Donde:

m= Número de grupos de velocidad

f_i = Número de vehículos en el grupo de velocidades i

V_i = Velocidad de punto del grupo i

2.1.1.4 VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Para un espacio o distancia dada la velocidad media espacial se calcula dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerlas.

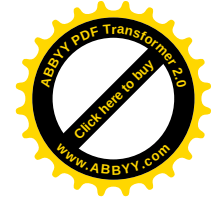
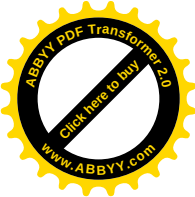
$$\bar{V}_e = \frac{d}{\bar{t}} \dots\dots\dots \text{Form- 2.5}$$

Donde:

$\bar{V}_e$ = Velocidad media espacial

d= Distancia recorrida

$\bar{t}$ = Tiempo promedio de recorrido



2.1.2 VOLUMEN E INTENSIDAD DE TRÁFICO

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

Se expresa como:

$$Q = N/T \quad \text{.....Form-2.6}$$

Donde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo

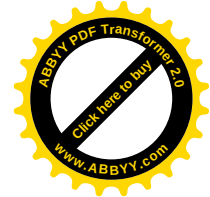
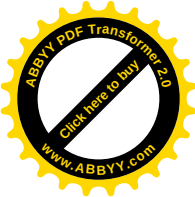
N= Número total de vehículos que pasan

T= Período determinado

La determinación de los volúmenes vehiculares forma parte de la información básica para el estudio y análisis de las condiciones del tránsito en corredores viales urbanos. Por esta razón su cuantificación constituye una de las principales medidas en cualquier estudio de tránsito y transporte.

a) Tránsito Promedio Diario (TPD)

Dentro de los volúmenes de tráfico considerando que el concepto general es de la relación de número de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera o calle en un periodo de tiempo, si ese periodo de tiempo es de un día o 24 horas el volumen determinado recibe el nombre de Tránsito Diario, si ese conteo o aforo es realizado por varios días el valor promedio es conocido como Tránsito Promedio Diario. Normalmente se



estipula que un estudio de volúmenes de tráfico completo debe tener un tiempo de duración de registro de un año, por lo tanto los valores de Tránsito Diario que se obtengan serán de Tránsito Promedio Diario Anual. En la práctica solo instituciones públicas pueden tener registros permanentes, para proyectos específicos los estudios que se realizan son en periodos cortos siendo significativo por lo menos de 3 meses de registro con mayor intensidad de horas registradas.

De acuerdo al número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diarios, dados en vehículos por día.

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = TA/365$$

2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

$$TPDM = TM/30$$

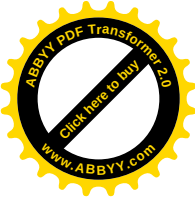
3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

$$TPDS = TS/7$$

Donde:

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

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



b) Tránsito Promedio Horario (TPH)

Los volúmenes horarios a diferencia de los volúmenes diarios dentro de los estudios de ingeniería de tráfico son más significativos porque nos muestran las características de circulación en cuanto al número de vehículos en cada hora correspondiente a un día y en todo el transcurso de un año eso permite trabajar estadísticamente y formar polígonos de frecuencia, histogramas, determinar horas pico, determinar variaciones horarias, etc.

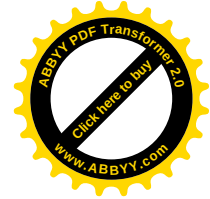
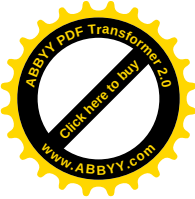
Si bien es más importante tener información del tráfico horario, también es cierto que resulta más costoso obtener esta información debiendo tenerse mayor personal, mayores puntos de aforo y por lo tanto un mayor costo.

Cuando no es posible tener información sobre el Tránsito Promedio Horario se puede utilizar la relación establecida por la AASTHO y por la AIPCR organismos que han estudiado el efecto del volumen del tráfico quienes establecen la Sgte. Relación:

$$\text{TPH} = (12\% - 15\%) \text{TPD.}$$

2.1.2.1 INTENSIDAD DE TRÁFICO

Se llama intensidad de tráfico al número de vehículos que pasa a través de una sección fija de carretera por unidad de tiempo. Las unidades más usadas son vehículos/hora (intensidad horaria) y vehículos/día (intensidad diaria). Es la característica más importante de la circulación, ya que las demás están relacionadas con ella y proporciona una descripción muy intuitiva del comportamiento del tráfico en cada momento.



Intensidad, velocidad y densidad se relacionan a partir de la relación fundamental del tráfico:

$$I = V_{me} \cdot D \dots\dots\dots \text{Form- 2.7}$$

Donde:

V_{me} es la velocidad media espacial (velocidad media de todos los vehículos que en un instante determinado están dentro de un tramo de vía.)

Sin embargo ya hemos visto que la velocidad es un elemento que resulta poco representativo en circulación urbana. Por lo tanto, se analiza la relación existente entre intensidad y densidad.

El valor máximo que adquiere la intensidad representa la capacidad de la vía y a la densidad correspondiente se le conoce como densidad crítica

El diagrama que representa la intensidad en función de la densidad se conoce como diagrama fundamental del tráfico y en el puede obtenerse para cualquier punto la intensidad (ordenada), densidad (abscisa) y velocidad media (pendiente de la recta que une el punto con el origen).

A grandes rasgos y de una forma esquemática, el diagrama fundamental del tráfico podría representarse de la siguiente manera:

IG. 2.2 Intensidad Vs densidad

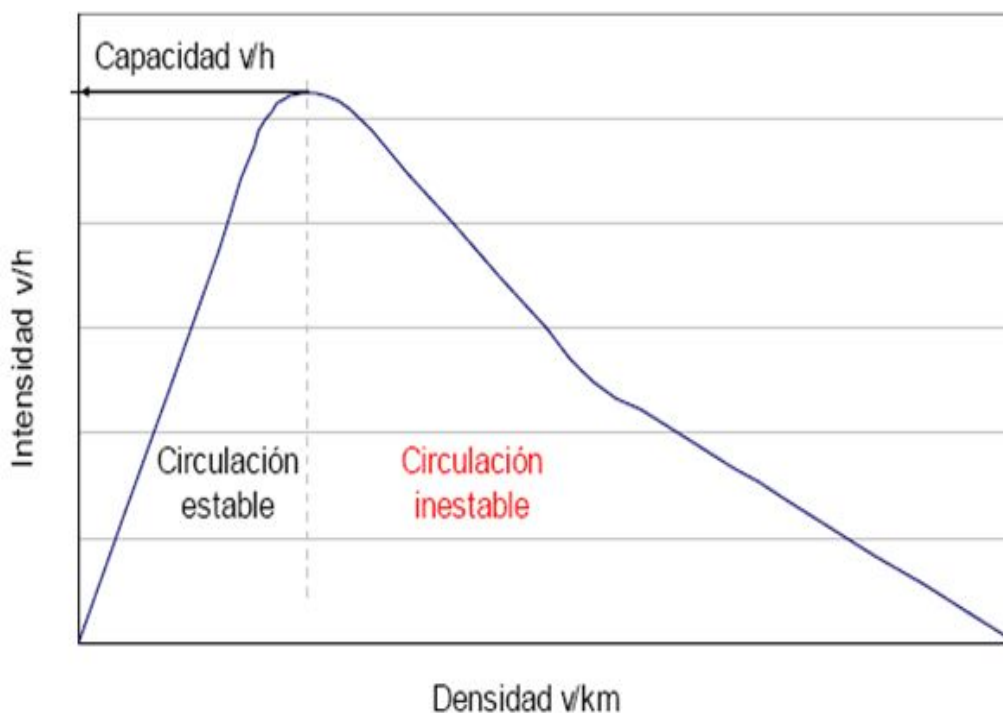


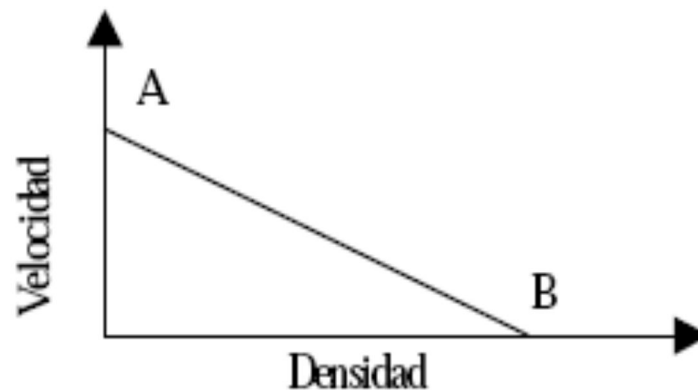
Diagrama fundamental del tráfico. Fuente: Highway Capacity Manual

RELACIÓN VELOCIDAD - DENSIDAD.

En esta relación la velocidad varía de su valor máximo ó velocidad a flujo libre (punto A) hasta cero, cuando la densidad es máxima y todos los vehículos están detenidos uno tras otro (punto B).

Puede representarse de manera lineal con un coeficiente de correlación aceptable para vías con accesos controlados; cuando las calles no tienen ningún tipo de control es recomendable tratar de ajustar una curva con algún grado de concavidad y/o convexidad. (Ver figura).

FIG. 2.3 velocidad Vs densidad



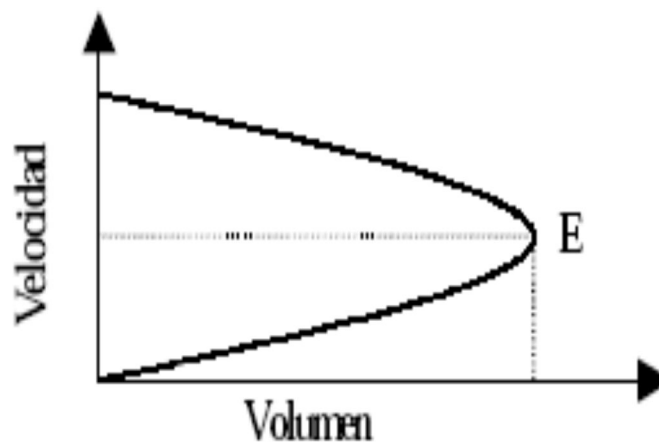
Fuente: TRB, Manual de Capacidad 2000

VOLUMEN – VELOCIDAD.

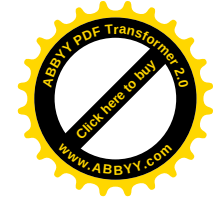
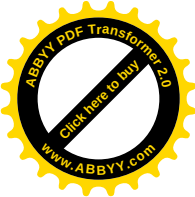
Para el caso de circulación continua se observa que entre la velocidad y el volumen existe una relación parabólica, para un valor de volumen hay dos valores de velocidad. Al aumentar el volumen, se presenta disminución de la velocidad media, hasta el punto de congestión, E, a partir del cual comienzan a decrecer ambas. (Ver figura).

Cuando el flujo es discontinuo es difícil establecer dicha relación.

FIG. 2.4 velocidad Vs Volumen



Fuente: TRB, Manual de Capacidad 2000



2.1.3 DENSIDAD

Se denomina densidad del tráfico al número de vehículos que hay por unidad de longitud. Se puede obtener a través de una fotografía y contando los vehículos, pero raramente esta magnitud se mide directamente ya que es posible calcularla fácilmente a partir de medidas de intensidad y velocidad (magnitudes de las que resulta más sencillo obtener datos).

Existe un valor máximo de la densidad que se obtiene cuando todos los vehículos están parados en fila, sin huecos entre ellos. Esta densidad máxima será igual al producto de la inversa de la longitud media de los vehículos por el número de carriles. En estas condiciones, a los vehículos les resultaría imposible moverse incluso a pequeña velocidad sin chocar unos con otros.

La densidad del tráfico influye de forma directa en la calidad de la circulación, ya que al aumentar la densidad resulta más difícil mantener la velocidad que el conductor desea, y este se ve obligado a realizar un mayor número de maniobras (cambios de carril, aceleraciones, frenados, etc.), originando una conducción incómoda. Por lo tanto, con densidades muy bajas, la circulación puede considerarse fluida pero a medida que va aumentando y acercándose a su valor máximo, se circula a velocidades muy bajas con constante paradas y arranques.

DENSIDAD O CONCENTRACIÓN (k)

Es el número N, de vehículos que ocupan una longitud específica, d, de una vialidad en un momento dado. Generalmente se expresa en vehículos/km, ya sea referido a un carril o a todos los carriles de una calzada. Se calcula como:

$$k = \frac{N}{d} \dots\dots\dots \text{Form- 2.8}$$

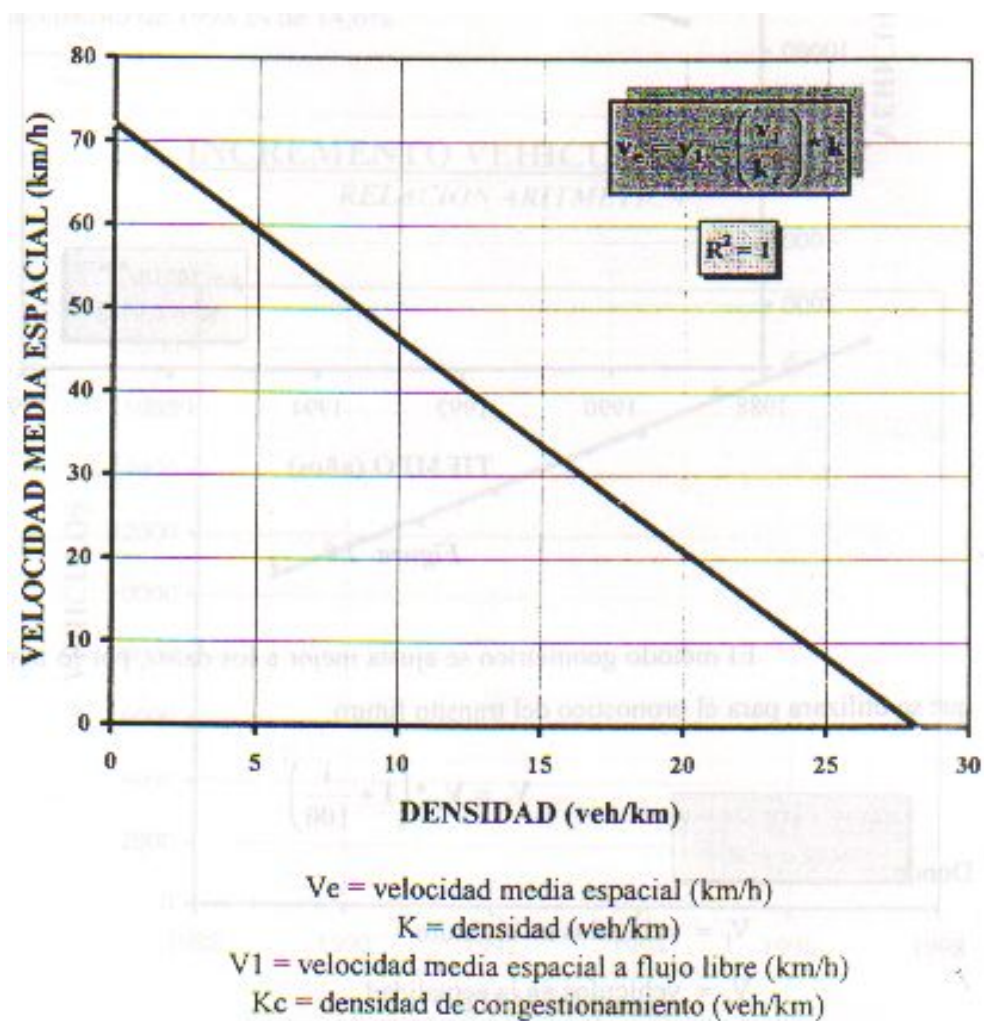
Donde:

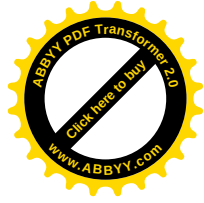
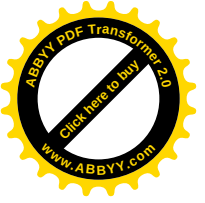
k = Densidad

N = Número de vehículos

d = Distancia

FIG. 2.5 velocidad media espacial Vs densidad
Fuente: Ingeniería de tránsito: Rafael cal y mayor





2.1.4 CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

La capacidad de una vía se define como la tasa máxima de de vehículos que puede soportar, y la capacidad de una infraestructura vial es el máximo número de vehículos que pueden pasar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes (factores que al variar modifican la capacidad) de la infraestructura vial del tráfico, expresado en vehículos/hora.

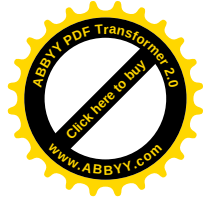
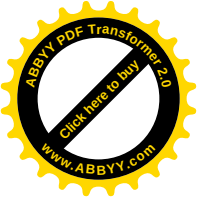
TIPOS DE CAPACIDAD

1.- CAPACIDAD EN VÍAS INTERRUMPIDAS

Cuando hablamos de capacidad en vías interrumpidas, nos referimos específicamente a la capacidad de calles o arterias dentro de una ciudad. Estas vías poseen características de circulación que obedecen a interrupciones en periodos de tiempo o en longitudes determinadas dadas por las intersecciones, las cuales originan la interrupción del tráfico.

La determinación de la capacidad en este tipo de vías esta dada por una capacidad teórica, una capacidad práctica y una capacidad real en función de factores de reducción.

En la determinación de la capacidad se tiene como premisa que las intersecciones serán semaforizadas o en su caso accionadas por un agente de tráfico que regula la circulación.



Capacidad Básica o Teórica.- La capacidad teórica ha sido estudiada en función a condiciones ideales como ser ancho de carril, visibilidad, velocidad de diseño, ciclo de semáforo, etc. Esas condiciones y tomando en cuenta las diferentes zonas de un área urbana la forma de estacionamiento cerca de la intersección es que se han establecido ábacos que nos proporcionan una capacidad básica ideal o teórica.

Capacidad Práctica.- La capacidad práctica es un concepto que por diferentes razones no siempre se van ha mantener las condiciones ideales en la circulación por lo tanto se debe colocar un factor de seguridad de por lo menos el 10% con referencia a la capacidad teórica.

Capacidad Real.- La capacidad real es el producto de la capacidad práctica por una serie de factores que reducen la capacidad de una intersección como ser el % de vehículos pesados, los movimientos de giro y las condiciones de estacionamiento cercanos a la intersección.

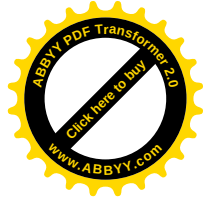
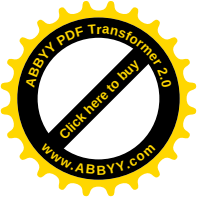
FACTORES DE INFLUENCIA

En la Capacidad.- Existen varios factores que influyen y reducen la capacidad de las calles, de entre ellas la mayoría de las normas han hecho énfasis de las tres más importantes que son:

- a) Vehículos pesados
- b) Movimientos de giro (izquierda y derecha)
- c) Estacionamientos

2.- CAPACIDAD EN VÍAS ININTERRUMPIDAS

Las corrientes vehiculares ininterrumpidas sólo suelen circular en autopistas, carreteras y en ciertos tramos de caminos rurales comunes que no están afectados por la influencia de intersecciones a nivel. Sin embargo, aún en esas vías ciertas condiciones propias de ellas y del tráfico pueden causar interrupciones en la corriente normal.



No obstante, cuando se efectúa un estudio sobre capacidad de vías resulta esencial conocer la capacidad de las mismas para conducir corrientes vehiculares ininterrumpidas, a fin de poder aplicar luego ciertas deducciones correspondientes a circunstancias que causan interrupciones en la corriente.

No se detallará los diferentes procedimientos o métodos para el cálculo de capacidades en vías ininterrumpidas puesto que el presente estudio o proyecto está ligado íntimamente al estudio de calles interrumpidas.

NIVEL DE SERVICIO

El nivel de servicio es un intento en describir las condiciones operacionales del volumen del tránsito tal y como las percibe el usuario

El nivel de servicio mide la calidad flujo vehicular, es decir el nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.

Son varios los factores que entran en juego a la hora de definir un concepto tan poco cuantificable como es la calidad de una vía:

- Velocidad a la que puede circular por ella.
- Tiempo de recorrido, o de otra forma, ausencia de detenciones y esperas.
- Demoras
- Libertad de maniobras
- Interrupciones del tránsito
- Comodidad y conveniencia, que experimenta el usuario: ausencia de ruidos trazados suaves, etc.
- Seguridad que ofrece la vía, tanto activas como pasivas.

De acuerdo al manual de Capacidades de carretera de 1985, Special Report 209, del TRB14, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España⁴⁹, ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F.

NIVEL DE SERVICIO A:

Se define a una condición de flujo libre con volúmenes bajos y altas velocidades. Ninguna restricción para realizar maniobras y los conductores pueden mantener las velocidades deseadas, con poco o ningún retraso.

FIG. 2.6 nivel de servicio

Nivel A	• Operaciones con muy poca demora (<5 segundos) • El avance de vehículos es extremadamente favorable, sin apenas detenerse.	
----------------	---	---

NIVEL DE SERVICIO B:

Es aquel que tiene flujo estable con velocidades de operación que empiezan a verse algo restringido. Los conductores tienen todavía una razonable libertad para seleccionar su velocidad y carril de circulación.

FIG. 2.7 nivel de servicio

Nivel B	Operaciones con una ligera demora (5 – 15 segundos) • El avance de vehículos es favorable, produciéndose detenciones esporádicas.	
----------------	--	--

NIVEL DE SERVICIO C.

Este nivel todavía está en la zona de flujo estable pero las condiciones y la maniobrabilidad están más controladas a causa de los mayores volúmenes. La mayoría de los conductores ven restringida su libertad de elegir su propia velocidad, cambio de carril o sobrepaso. Sin embargo todavía se obtiene una velocidad de operación relativamente satisfactoria. Este nivel de servicio ha sido asociado a los volúmenes de servicio usados en la práctica para diseño.

FIG. 2.8 nivel de servicio

Nivel C	• La demora es considerable (15 – 20 segundos) • Detención de un número significativo de vehículo	
---------	--	--

NIVEL DE SERVICIO D:

Se acerca a un flujo inestable manteniendo las velocidades de operación tolerables. Las fluctuaciones en el volumen y las restricciones pueden causar caídas de las velocidades de operación. Los conductores tienen poca facilidad para maniobrar y poco confort.

FIG. 2.9 nivel de servicio.

Nivel D	• La demora es elevada entre 25 y 40 segundos • Muchos vehículos se detienen	
---------	---	--

NIVEL DE SERVICIO E:

Se acerca más al flujo inestable con velocidades menores que el nivel D con lúmenes cercanos a la capacidad de la carretera. El flujo es inestable y puede haber detenciones de duración momentánea.

FIG. 2.10 nivel de servicio

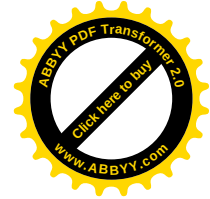
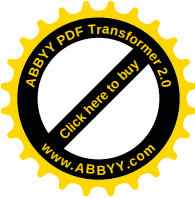
Nivel E	• Operaciones con gran demora entre 40 y 60 segundos. • Avance lento de los vehículos y larga duración del ciclo alto grado de convicción.	
---------	---	--

NIVEL DE SERVICIO F:

Define una operación forzada del flujo a baja velocidad donde los volúmenes están por debajo de la capacidad estas condiciones son las resultantes de colas de vehículos detrás de una restricción de maniobras. En él limite tanto la velocidad como el volumen pueden bajar a 0 creándose el congestionamiento

FIG. 2.11 nivel de servicio.

Nivel F	• La demora supera al minuto por vehículo. • Nivel inaceptable por los conductores. • Sobresaturación: la intensidad de llegada supera la capacidad de la intersección.	
---------	---	--



Para determinar el nivel de servicio una vez obtenida la capacidad de cada acceso se correlaciona el factor V/C y se encuentra

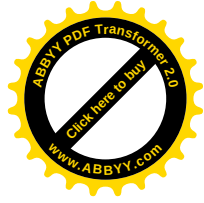
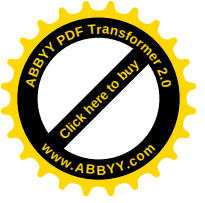
NIVEL	FACTOR V/C
A.....	< 0.0
B.....	< 0.1
C.....	< 0.3
D.....	< 0.7
E.....	< 1.0
F.....	> 1.0

Al igual que la circulación continua, se hace necesario definir un indicador que de idea del funcionamiento de la intersección. De nuevo surge el concepto de nivel de servicio, que en el caso de intersecciones se identifica con la demora experimentada por el conductor en las intersecciones. Análogamente, el manual de capacidad distingue seis niveles de servicio.

2.1.6 SEÑALIZACIÓN

La señalización vial es el parámetro de la ingeniería de tráfico cuyo objeto es estudiar, analizar y disponer de señales que coadyuven al ordenamiento vehicular en calles y carreteras.

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 alcanzar tales objetivos. A través de la



señalización se indica al conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía, evitando riesgos y demoras innecesarias.

Las señales se elaboran en diferentes formas y colores con el fin de transmitir un mensaje determinado.

Las señales se clasifican en:

- A) Señales verticales
- B) Señales Horizontales

A) SEÑALES VERTICALES.-

Son aquellas que están dispuestas a lo largo de carreteras y calles a una altura superior al nivel de la vía que sean visibles al conductor y que sean permanentes en el tiempo.

Dependiendo del objeto que tenga la señal vertical se ha dividido en 3 grupos:

Señales:

- 1) Preventivas
- 2) Restrictivas
- 3) Informativas

1) SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas, identificadas con el código SP, tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o aún lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza. La señal por si misma debe provocar que el conductor adopte medidas de prevención, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la del otro vehículo o peatón.

Las señales preventivas deben instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito, indique que existe una condición de peligro potencial.

CARACTERÍSTICAS:

El tablero de las señales preventivas será de forma cuadrada, de esquinas redondeadas, que se colocará con una de sus diagonales en sentido vertical tomando la forma de diamante. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional en su parte inferior de forma rectangular, con la esquina redondeada, con leyendas como “principia”, “termina”, o la longitud en que se presenta la situación que se señala.

Los colores de las señales preventivas serán en acabado reflejante o mate, como son el amarillo para el fondo y el negro para símbolos, leyendas, caracteres y filete.

Figura: 2.12 Ubicación señales preventivas
Fuente: manual de carreteras ABC.

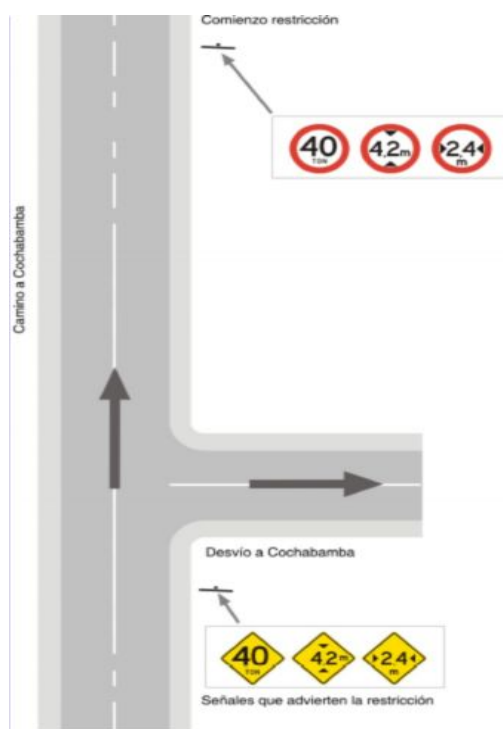


Figura: 2.13 señales preventivas
Fuente: manual de carreteras ABC.



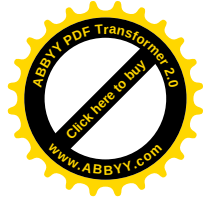
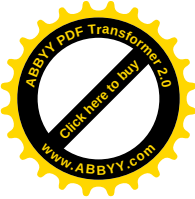
2) SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas, identificadas con el código SR, tiene como función expresar en la carretera o calle alguna fase del Reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

Figura: 2.14 señales restrictiva
Fuente: Manual de carreteras de la ABC





CARACTERÍSTICAS

El tablero de las señales restrictivas será de forma cuadrada con las esquinas redondeadas, excepto las señales de PARE, que tendrán forma octogonal, y CEDA EL PASO, que tendrá forma de un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo llevarán un tablero adicional de forma rectangular con las esquinas redondeadas colocado en su parte inferior formando un conjunto.

El color de fondo de las señales preventivas será blanco en acabado reflejante o mate. El anillo y la franja diagonal en rojo con letras en negro y franja perimetral en rojo.

3) SEÑALES INFORMATIVAS

Identificadas con el código SR, tienen como función guiar al usuario a lo largo del itinerario por calles y carreteras e informarle sobre el nombre y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas, de acuerdo a la información que den, se clasifican en:

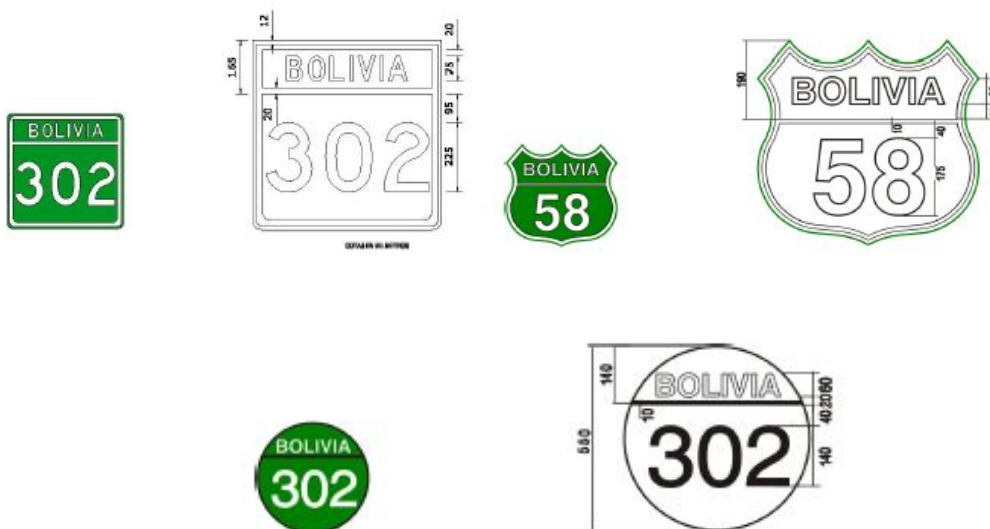
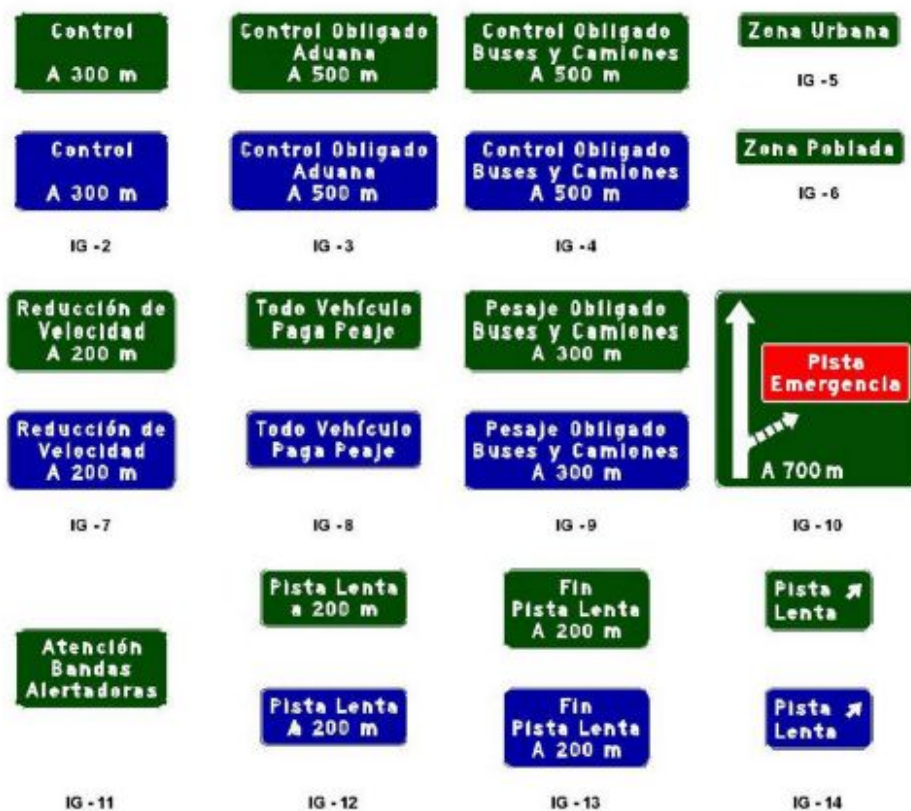
De identificación (SII)

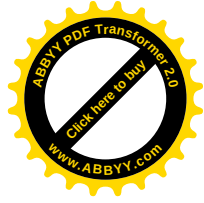
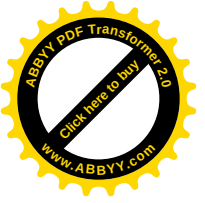
De destino (SID)

De recomendación (SIR) e información general (SIG)

De servicios (SIS) y turísticas (SIT)

Figura: 2.15 señales informativas
Fuente: manual de carreteras ABC





B) SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La señalización horizontal al igual que la señalización vertical tiene como objetivo principal ayudar al ordenamiento y circulación del tráfico vehicular y peatonal.

Conceptualmente todas las señales horizontales tiene el principio que debe regirse a una norma y reglamento y por lo tanto se convierte en señales restrictivas o preventivas, estas señales por sus características van representadas sobre el pavimento con dimensiones, características especiales de manera que su visualización este garantizada tanto de día como de noche.

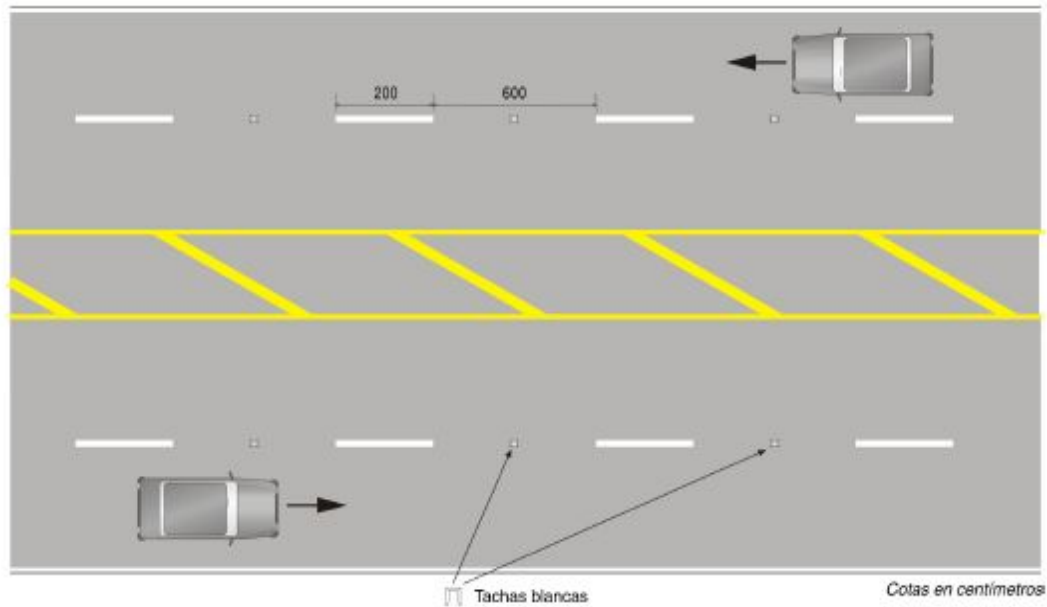
En la práctica existen varios tipos de señales horizontales teniendo cada uno de ellas un objeto y una función específica entre los más usados tenemos

- a) Delimitación de calzada
- b) Delimitación de carril
- c) Delimitación de sentido
- d) Paso peatonal
- e) Línea de parada
- f) Distancia de acercamiento
- g) Isletas deflectoras
- h) Zonas de paradas
- i) Señales direccionales

a) Delimitación de calzada

Esta señal tiene como objeto la delimitación del ancho de la calzada cuya exclusividad es del uso de los vehículos es de uso más frecuente en carreteras que en calles.

Figura: 2.16 señales horizontales delimitación de calzada
Fuente: manual de carreteras ABC

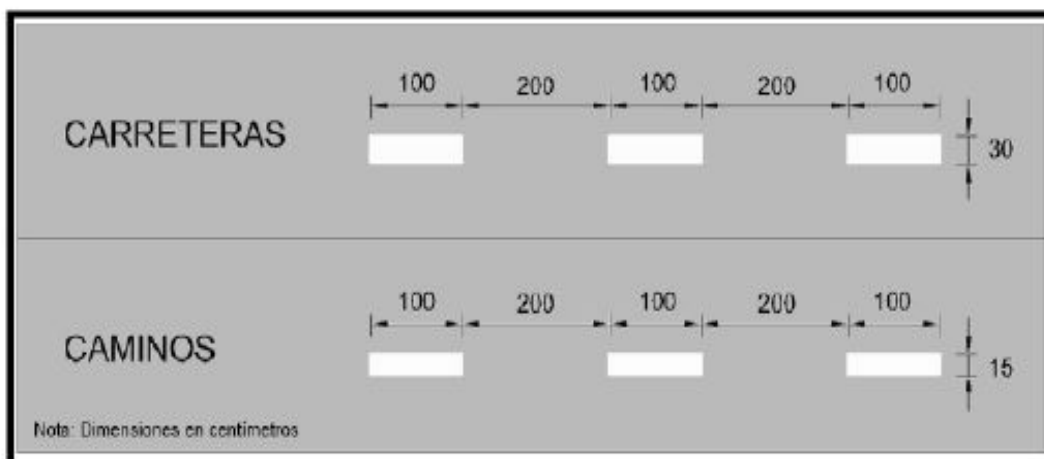


b) Delimitación de carril

Estas señales tienen como objetivo en los casos de calzada de dos o más carriles delimitar cada carril en su ancho correspondiente.

Se utilizan franjas blancas discontinuas cuya relación entre la franja pintada y el espacio depende de la velocidad media de circulación.

Figura: 2.17 señales horizontales delimitación de carril
Fuente: manual de carreteras ABC



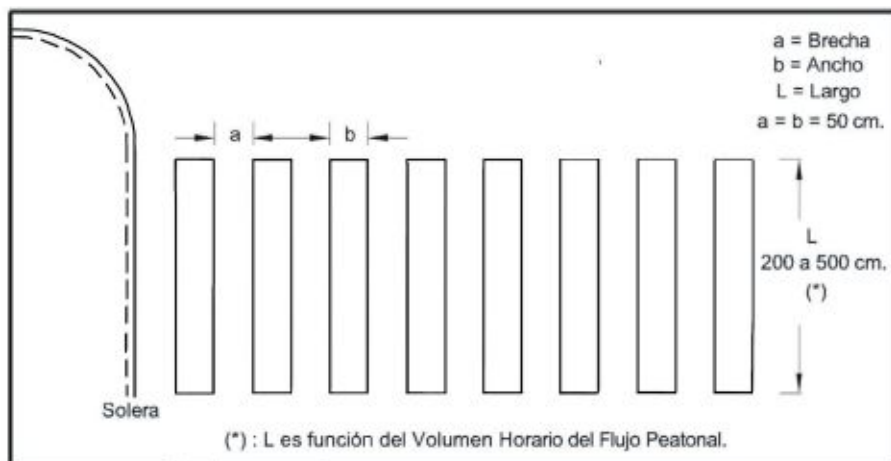
c) Delimitación de sentido

Estas señales tienen como objetivo la delimitación de los carriles de distinto sentido. Son señales de franja amarilla por lo tanto se convierten en restrictivas, varían según el número de carriles, serán de una franja cuando se tiene de dos carriles y dos sentidos serán franjas dobles cuando se tienen más de dos carriles.

d) Paso peatonal

Estas señales tienen como objetivo definir un espacio exclusivo para el cruce de peatones antes de las intersecciones de manera que esta área está restringida cuando está siendo usada por los peatones. Existen dos formas de delimitación con dos franjas paralelas transversales al eje o con franjas segmentadas paralelas al eje que están de un extremo al otro de la calzada.

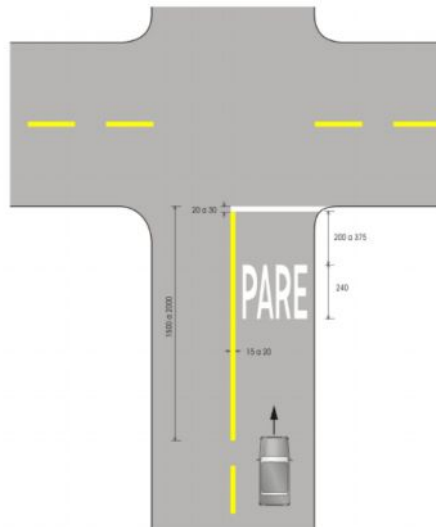
Figura: 2.18 señales horizontales paso peatonal
Fuente: manual de carreteras ABC



e) Línea de parada

Esta señal tiene como objetivo establecer una línea de parada para el flujo vehicular de manera que se garantice que el flujo se va a detener por lo tanto el cruce de peatones en el área determinada este seguro. Esta línea de parada normalmente va acompañada de una señal vertical de pase en la parte derecha.

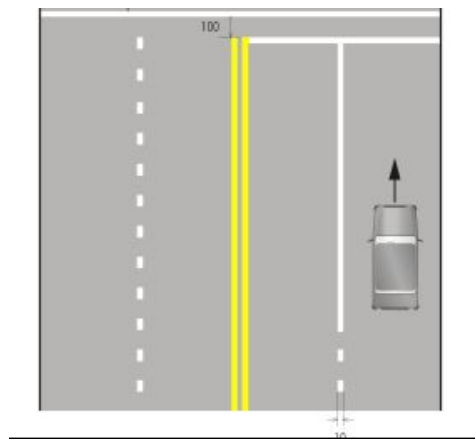
Figura: 2. 19 señales horizontales línea de parada
Fuente: manual de carreteras ABC



f) Distancia de acercamiento

Esta señal tiene como objetivo establecer una línea que marque la distancia de visibilidad de parada de manera que el conductor tenga en esta señal un apoyo para realizar acción de frenado. Es una franja continua de color amarillo que va al lado en forma paralela a la línea del eje.

Figura: 2.20 señales horizontales distancia de acercamiento
Fuente: manual de carreteras ABC

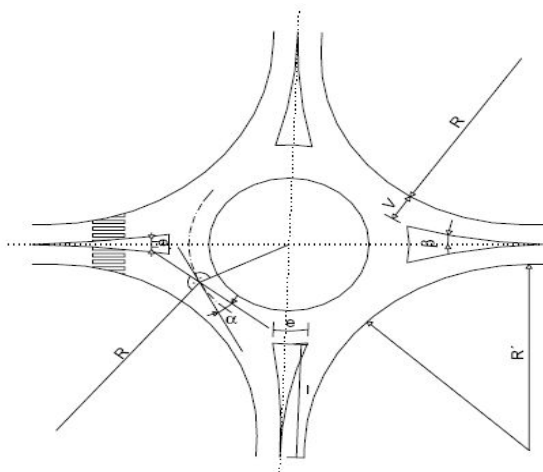


g) Isletas deflectoras

Estas señales tienen como objetivo establecer aéreas restringidas para la circulación vehicular y que vayan a orientar la direcciones del flujo en la intersección normales o rotatorios donde por algún motivo tenga el flujo vehicular desdoblarse en distintas direcciones, en algunos casos estas isletas deflectoras son realizadas físicamente es decir realizadas de mampostería de hormigón y en otros simplemente pintadas (pintura amarilla).

El sentido de las franjas tiene que coincidir con el sentido del flujo que se esta deflactando normal mente se pude usar franjas de 0.20 a 0.30 m de color intercaladas entre pintadas y no pintadas.

Figura: 2.21 señales horizontales isletas deflectoras
Fuente: manual de carreteras ABC



h) Zonas de paradas

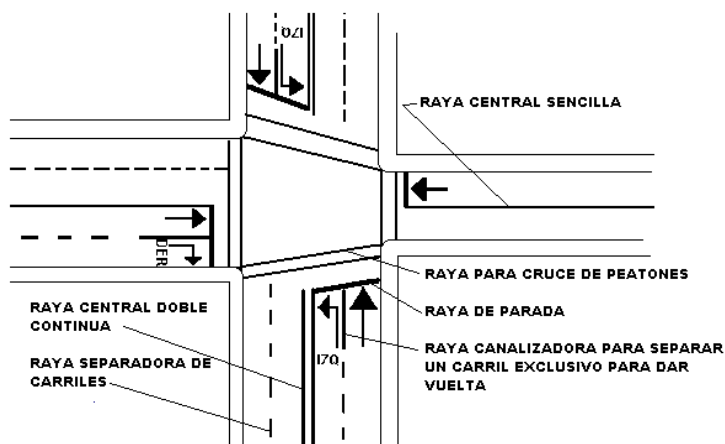
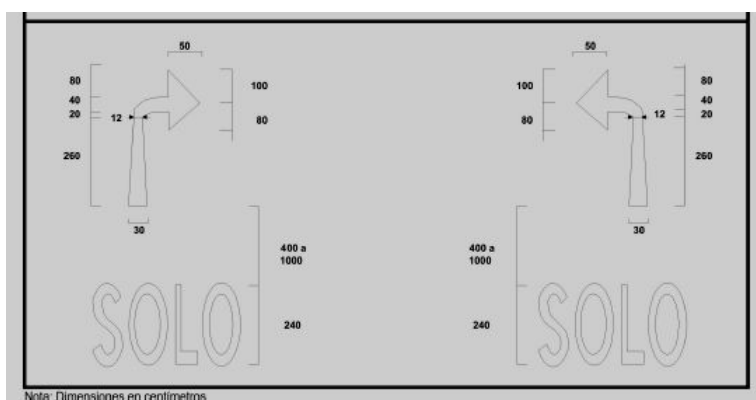
Estas señales tienen como objetivo delimitar área de paradas ya sea para área de parqueo o como aéreas de transporte público. Pueden utilizarse color blanco o amarillo dependiendo se va ha tener algún tipo de restricción para algún tipo de flujo.

Su uso depende de las condiciones físicas de la calzada en la mayoría de los casos estos tipos de paradas debe hacer un ensanche de calzada que sirven específicamente para este fin.

i) Señales direccionales

Estas señales tienen como objetivo orientar el flujo tanto en calles como en carreteras su ubicación en calles es antes de las intersecciones, su ubicación en carreteras es a distintas kilometraje y antes de los accesos sus dimensiones son variables en tanto a su longitud como en dimensiones de la calzada.

Figura: 2.22 señales horizontales direccionales
Fuente: manual de carreteras ABC



CAPITULO II

FIGURA: DIVERSOS TIPOS DE RAYAS Y MARCAS EN EL PAVIMENTO EN APROXIMACIONES A UNA INTERSECCIÓN (FUENTE: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, MANUAL DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO EN CALLES Y CARRETERAS, MEXICO, 1986)

2.2 SEMAFORIZACIÓN

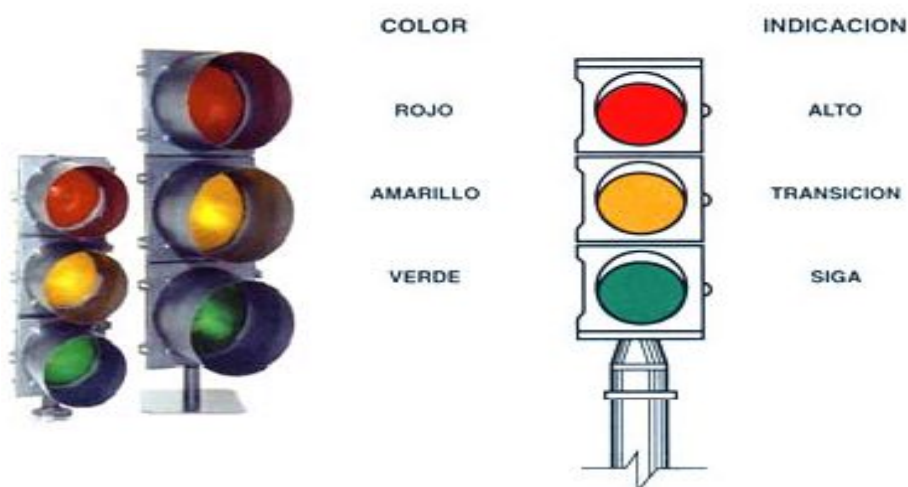
2.2.1 CONCEPTO

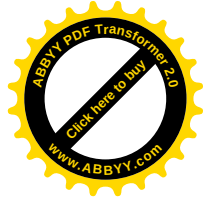
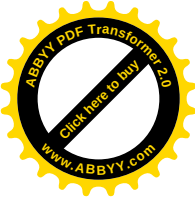
Los semáforos nacieron hace ochenta años por y para el automóvil. Su objetivo es repartir el tiempo de uso de un cruce o una parte de la calzada entre los distintos usuarios y medios de transporte. Ese objetivo, que hoy parece inocuo, tuvo mucha trascendencia en su origen, cuando se estaba fraguando un cambio esencial en la concepción del espacio público urbano dirigido a establecer un nuevo reparto de la calle: de un espacio dominado por el peatón se fue pasando a un espacio regulado para la circulación lo más veloz y masiva posible de vehículos motorizados.

La semaforización es una parte de la ingeniería de tráfico cuyo objeto es dotar de un dispositivo que permita regular el tráfico a través de indicaciones visuales de luces de color universalmente aceptados. Su instalación esta en función de otros factores de tráfico como: la velocidad de circulación y los volúmenes de circulación.

La colocación, distribución y modo de operación de los semáforos necesariamente deben responder a las condiciones de cada una de las intersecciones a semaforizar.

Figura: 2.23 semaforizacion
Fuente: manual de carreteras ABC





2.2.2 CONDICIONES DE LA SEMAFORIZACION

Los semáforos de tiempos fijos deben ser instalados si cubren una o más de las siguientes condiciones.

a) CONDICIÓN DE VOLUMEN MÍNIMO

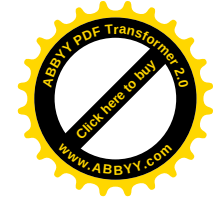
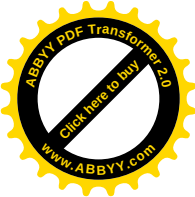
Aquí la intensidad del tránsito de las vías que se cruzan es la principal justificación. Se llena ese requisito cuando en cualquiera de las ocho horas de un día representativo, se presentan los volúmenes mínimos indicados en la tabla 2.1

VOLÚMENES MÍNIMOS (condición 1)

Cuadro 2.1 parámetros de la primera condición

NÚMERO DE	CARRILES	VOLUMEN	HORARIO
CALLE PRINCIPAL	CALLE SECUNDARIA	CALLE PRINCIPAL (ambos sentidos)	CALLE SECUNDARIA (un sentido)
1	1	500	150
2 ó más	1	600	150
2 ó más	2 ó más	600	200
1	2 ó más	500	200

Los volúmenes para las calles principales y secundaria corresponden a las mismas ocho horas. El sentido del tránsito de mayor volumen en la calle secundaria puede ser para un acceso durante algunas horas y del otro sentido la restante.



b) CONDICIÓN DE VOLUMEN MÍNIMO DE PEATONES

Se recomienda la instalación de semáforos de tiempo predeterminado cuando los volúmenes de peatones excedan a los siguientes valores de la tabla 2.2 durante ocho horas consecutivas de un día promedio.

VOLÚMENES MÍNIMOS DE VEHÍCULOS Y PEATONES

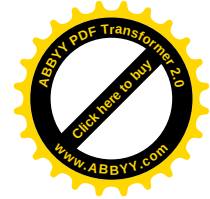
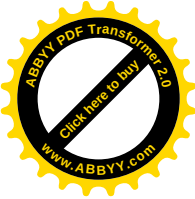
Cuadro 2.2 parámetros de la segunda condición

TIPO DE INTERSECCIÓN	VEHÍCULOS / CALZADA NO DIVIDIDA	HORA CALZADA CON CANTERO	TOTAL PEATONES / h
Fuera de área escolar	600	1000	150
En área escolar	800	800	250

c) CONDICIÓN DE DEMORAS EN EL TRÁFICO

Si en tráfico en la arteria secundaria no alcanza los valores de la tabla 2.3, pero los volúmenes de la arteria principal son elevados, es lógico esperar que el tráfico de la vía secundaria sufra demoras excesivas.

Esta condición recomienda que la instalación si exceden los valores de la siguiente tabla.



VOLÚMENES MÍNIMOS

Cuadro 2.3 parámetros de la tercera condición

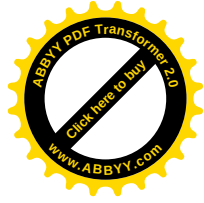
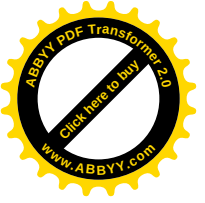
NÚMERO DE PRINCIPAL	CARRILES SECUNDARIA	VOLUMEN PRINCIPAL (ambos sentidos)	HORARIO SECUNDARIA (un solo sentido)
1	1	750	75
2 ó más	1	900	75
2 ó más	2 ó más	900	100
1	2 ó más	750	100

d) CONDICIÓN DEL SISTEMA COORDINADO DE SEMÁFOROS

Un sistema coordinado de semáforos requiere en ciertas circunstancias la instalación de semáforos en algunas intersecciones que no cubran las condiciones anteriores; esta condición de movimiento coordinado exige que:

a.- En un sistema coordinado lineal de calle de sentido único deben semaforizarse intersecciones adicionales cuando, entre dos intersecciones semaforizadas consecutivas haya una distancia excesiva que no ofrezca la eficiencia requerida en el control vehicular y peatonal.

b.- Si en una calle de doble sentido los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporcionan el grado deseado deben proporcionarse semáforos intermedios a fin de lograr un funcionamiento eficiente del sistema.



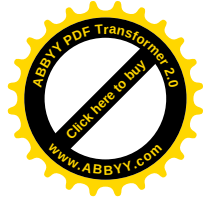
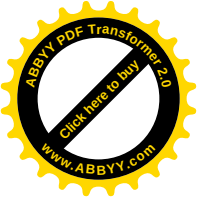
e) CONDICIÓN DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

En general se estima que los semáforos deben reducir las tasas de accidentes, por lo tanto se considera conveniente la instalación de semáforos si se considera que esto aumentará en seguridad al conductor y peatón y disminuirá el número de accidentes.

Para ello es necesario que se verifiquen los siguientes eventos:

- a.- Que se presenten en el término de un año no menos de cinco accidentes que se puedan evitar mediante la semaforización.
- b.- Que no exista otra medida preventiva.
- c.- Que los valores de demanda de las tres primeras condiciones sean superiores en 80% a los expresados en las tablas.

En la práctica no siempre se puede cumplir con todas las condiciones, la justificación de la semaforización de un sector urbano o de toda la ciudad podrá realizarse por lo menos argumentando con dos de las condiciones, cabe destacar que cuando se instalan los semáforos sin cumplir estas condiciones es posible que como resultado se obtenga una menor eficiencia en la circulación del tráfico y un aumento en la tasa de accidentes.



2.2.3. TIPOS DE SEMÁFOROS

Los semáforos son dispositivos eléctricos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en calles y carreteras por medio de luces generalmente de color rojo, amarillo y verde, operados por una unidad de control.

Con base en el mecanismo de operación de los controles de los semáforos, estos se clasifican en:

1.- Semáforos para uso de peatones

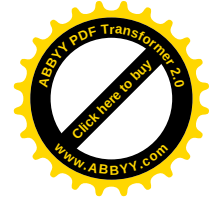
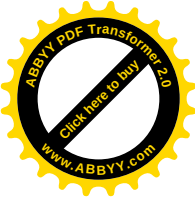
2.- Semáforos para el control del tránsito de vehículos

2.2.4. SEMÁFOROS PEATONALES

Los semáforos para peatones son señales de tránsito instaladas para el propósito exclusivo de dirigir el tránsito de peatones en intersecciones semaforizadas.

Los Semáforos para pasos peatonales se dividirán de la siguiente manera:

- A) En zonas de alto volumen peatonal
- B) En zonas escolares



A) SEMÁFOROS EN ZONAS DE ALTO VOLUMEN PEATONAL

Comúnmente llamados semáforos para peatones, son los que regulan el tránsito de peatones en intersecciones donde se registra un alto volumen peatonal y se deben instalar en coordinación con semáforos para vehículos.

COLOR

Las lentes de los semáforos para peatones deben ser de color rojo y verde.

APLICACIÓN DE LOS COLORES

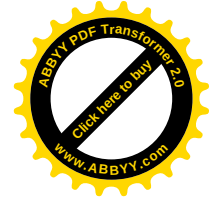
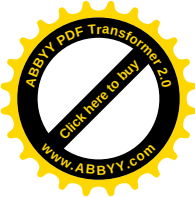
La interpretación de las indicaciones de los semáforos para peatones será la siguiente:

- A) La indicación PARE iluminada en color rojo quiere decir que el peatón no deberá atravesar la calle en dirección a la señal, mientras ésta se encuentra encendida.
- B) La indicación de PASE iluminada en color verde fijo significa que los peatones que se encuentran frente al semáforo pueden cruzar la calle en dirección del mismo.

UBICACIÓN

Los semáforos para peatones se instalarán generalmente en la acera opuesta, con su parte inferior a no menos de dos metros, ni más de 3 metros sobre el nivel de la acera, de tal manera que la indicación quede en la visual del peatón que tiene que ser guiado por dicha señal.

Cada semáforo para peatones puede montarse separadamente o en el mismo soporte de los semáforos para el control del tránsito de los vehículos, debiendo existir una separación física entre ellos.



ÁNGULO DE COLOCACIÓN

La cara del semáforo deberá colocarse en posición vertical y normal con respecto a la circulación de los peatones.

FORMA

Todas las lentes de los semáforos para peatones pueden ser de forma circular o cuadrada, tal como lo muestra la Figura 2.1.

DIMENSIONES

Las lentes de forma circular deberán ser de 20 ó 30 cm. de diámetro. En cuanto a las de forma cuadrada, sus dimensiones serán generalmente de 20 ó 30 cm.

INSCRIPCIONES

Las lentes deberán llevar inscrito el mensaje por medio de símbolos en fondo oscuro, que representarán una persona que está caminando cuando se le da el paso (PASE), y una persona parada, cuando se le prohíbe el paso (PARE). Los símbolos deberán estar iluminados con color rojo para la indicación de PARE y verde para la indicación de PASE.

En los cruces para peatones, donde la distancia por recorrer sea menor de 18 metros, el símbolo tendrá por lo menos una altura de 23 cm. (Fig. 2.2).

Los semáforos podrán llevar impresas también, las palabras PASE y NO PASE o PARE. La indicación de PASE deberá ser de color verde y la de NO PASE o PARE de color rojo, tal como se muestra en la Figura 2.3.

rán los siguientes:

TIPO 1. DE DESCARGA GASEOSA LUMINISCENTE



A) CON LETRAS FORMADAS CON TUBO

ALTURA MINIMA DE LETRAS 11.4 cm.



B) CON LETRAS RECORTADAS

TIPO 2. INCANDESCENTE



ALTURA MINIMA DE LETRAS 7.5 cm.

iluminada, los peatones frente a la señal pueden cruzar
os conductores de todos los vehículos deberán cederles

ASE está iluminada, bien sea en forma continua o
comenzar a cruzar en dirección a la señal; pero los que
ruce durante la indicación de PASE proseguirán hasta
si la hubiere.

FIG. 2.24 SEMÁFOROS PARA PEATONES

Figura 2.25 INS



LENTE DE 20 cm.



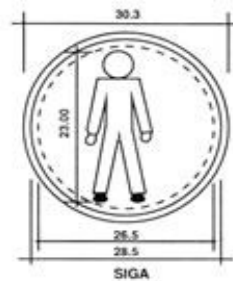
ALTO

B) SEMÁFOROS EN

Los semáforos en zona
vehículos que se colo
prevenir al conductor c



LENTE DE 30 cm.



SIGA

COLOR

UNIV.- ERIK DURA



ROS PARA

rol del tránsito de
on el propósito de

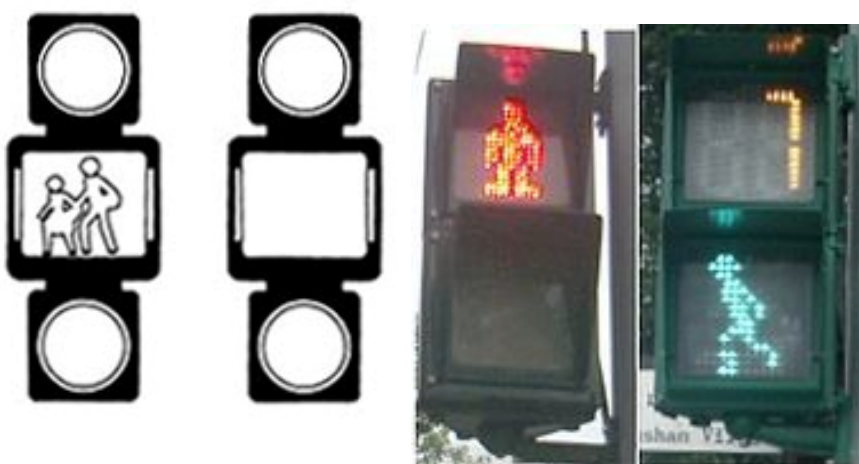


Las lentes de los semáforos en zonas escolares serán de color amarillo, con excepción de las que tienen inscripciones, que tendrán un fondo oscuro con la inscripción luminosa en color blanco.

CARAS

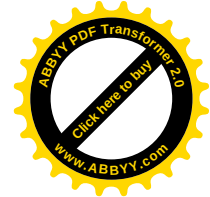
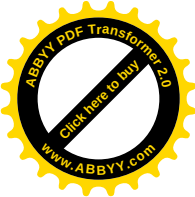
Será necesario que exista una cara para cada sentido de circulación que es cruzado por el movimiento peatonal.

FIG. 2.7 SEMÁFOROS EN ZONAS ESCOLARES



2.2.5. SEMÁFOROS VEHICULARES

Los semáforos son dispositivos electromagnéticos y electrónicos proyectados específicamente para facilitar el control del tránsito de vehículos mediante indicaciones visuales de luces de colores universalmente aceptados, como lo son el verde, el amarillo, y el rojo. Su finalidad principal es la de permitir el paso, alternadamente, a las corrientes de tránsito que se cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.



Estos aparatos deben ser instalados en lugares o puntos donde exista una evidente necesidad de regular el tránsito. La colocación de semáforos donde estos no están plenamente justificados puede provocar efectos contraproducentes sobre la circulación vehicular.

Es necesario que el diseño, la instalación y el modo de operación de los semáforos respondan a reglamentaciones establecidas a nivel nacional, de manera que el usuario este perfectamente compenetrado con dichas normas y responda a sus indicaciones con cabal conocimiento de las mismas.

2.2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS SEMÁFOROS VEHICULARES

Las características físicas de los semáforos son idénticas tanto para los de tiempo predeterminado como para los activados por el tránsito, la única diferencia consiste en el mecanismo que dirige la operación.

Están constituidos por los siguientes elementos:

- 1.- Cabeza
- 2.- Caras
- 3.- Focos

1.- Cabeza

Se denomina cabeza de un semáforo al elemento que contiene las señales luminosas y tiene un número determinado de caras en diversas direcciones y a sus ves contiene a las señales luminosas o focos.

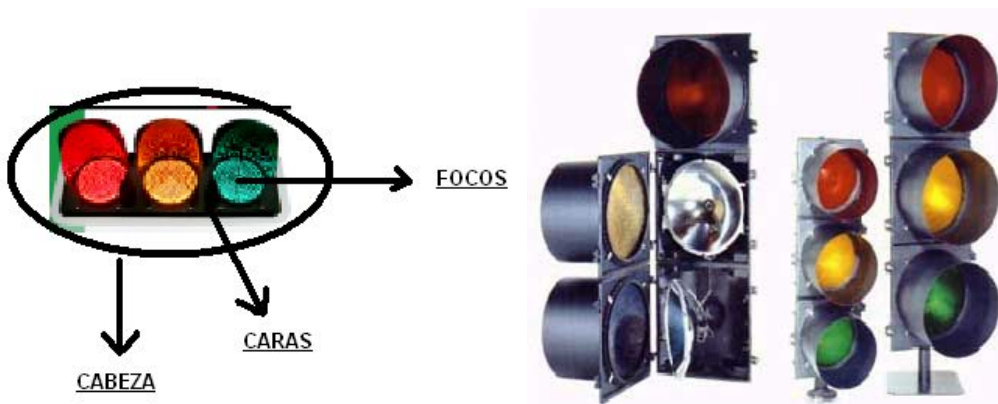
2.- Caras

Cada cara de un semáforo contiene 3 o mas zonas ópticas o lentes que están formados verticalmente u horizontalmente.

3.- Focos

Son lentes ópticos formado cada uno por una lente para un reflector cóncavo para concentrar el haz luminoso en una dirección y un vidrio difusor circular y viseras arriba y a los costados eventualmente. Los focos de cada cara se ubican en la siguiente posición: el rojo en la parte alta, inmediatamente el amarillo y por ultimo el verde, y se hay señales adicionales como ser giros pueden ir abajo o a un costado de la señal verde.

FIG. 2.8 SEMÁFOROS





2.2.6. FUNCIÓN DE LOS COLORES

Los colores de los semáforos deberán ser como sigue:

1. Rojo fijo



Los conductores de los vehículos se detendrán antes de la raya de parada. Los peatones no cruzarán la vía, a menos que algún semáforo les de la indicación de paso.

2. Amarillo fijo.



Advierte a los conductores de los vehículos que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse. De la misma manera avisa a los

peatones que no disponen del tiempo suficiente para cruzar, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce. Sirve para despejar el tránsito en una intersección y para evitar frenadas bruscas.

3. Verde fijo.



Los conductores de los vehículos podrán seguir de frente o dar vuelta a la derecha o a la izquierda, a menos que una señal prohíba dichas vueltas. Los peatones que avancen hacia el semáforo podrán cruzar, a menos que algún otro semáforo les indique lo contrario.

4. Rojo intermitente.



Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán alto obligatorio y se detendrán antes de la raya de parada. Se emplearan en el acceso a una vía principal.

5. Amarillo intermitente



Cuando se ilumine una lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. Se empleará en la vía que tenga preferencia.

6. Verde intermitente.



Cuando una lente verde funciona con destellos intermitentes, advierte a los conductores el final del tiempo de luz verde.

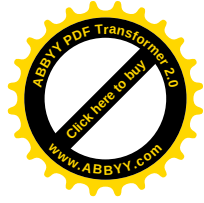
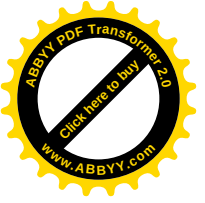
FLECHAS DIRECCIONALES

Las flechas direccionales deberán apuntar en el sentido de la circulación permitida. La flecha vertical, apuntando hacia arriba, indica circulación de frente, la horizontal indica vuelta aproximadamente en ángulo recto hacia la izquierda o hacia la derecha, y la flecha oblicua a 45 grados apuntando hacia arriba indica vuelta a calles que forman un ángulo distinto al de 90 grados. Cuando la cara del semáforo contenga una o varias flechas direccionales con luz verde, el hecho de encenderse ésta o estas flechas significa que los vehículos sólo pueden tomar la dirección o direcciones así indicada.

A) Verde con flecha para seguir de frente (exclusivamente)

1. Los conductores de vehículos y el tránsito vehicular en general podrán seguir de frente y no darán vuelta a la derecha ni a la izquierda.

Estos conductores deben respetar el posible derecho de vía de otros vehículos y peatones que se encuentren legalmente dentro de la intersección al mismo tiempo que se enciende esta luz.



2. Los peatones que se encuentren frente a esta señal pueden cruzar la vía dentro de su paso, marcado o no, a menos que la señal o el semáforo peatonal indique otra cosa.

B) Flechas para vuelta a la izquierda o a la derecha.

Los conductores de los vehículos darán vuelta a la izquierda o a la derecha según lo indique la flecha.

El tránsito vehicular debe ceder el derecho de vía a los peatones que se encuentren legalmente dentro de la calzada, así como de otros vehículos que en ese momento se encuentren dentro de la intersección también legalmente.

La eficiencia de las flechas direccionales se aumenta considerablemente si existen carriles especiales para el movimiento o giro indicado complementados con marcas en el pavimento y con un señalamiento adecuado.

Cuando se intente permitir que el tránsito se mueva desde cierto carril haciendo cierto giro, pero prohibiendo que proceda de frente, debe encenderse la lente roja para esos

vehículos al mismo tiempo que la lente verde con flecha hacia el lado que permita el giro. Cuando se intente permitir que el tránsito direccional o desde cualquier carril proceda de frente, pero prohibiéndole cierto giro o giros, debe iluminarse una flecha verde para cada una de las direcciones y la lente roja de la misma cara no debe encenderse.

Las flechas serán la única parte iluminada de la lente y se reproducirán de acuerdo con las dimensiones y formas que se indican en las figuras 2.5. Y 2.6

FIG. 2.29 FLECHA DIRECTIVA EN LENTE DE 20 CM.

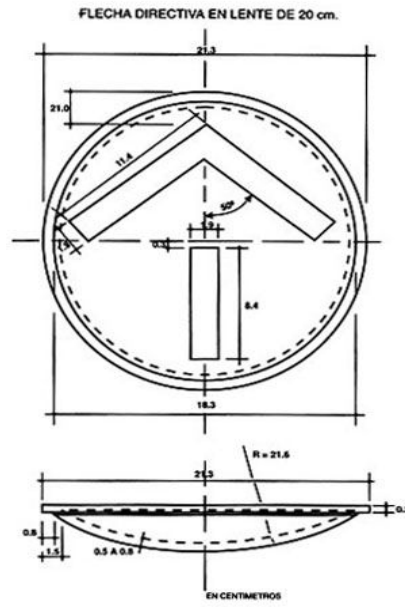
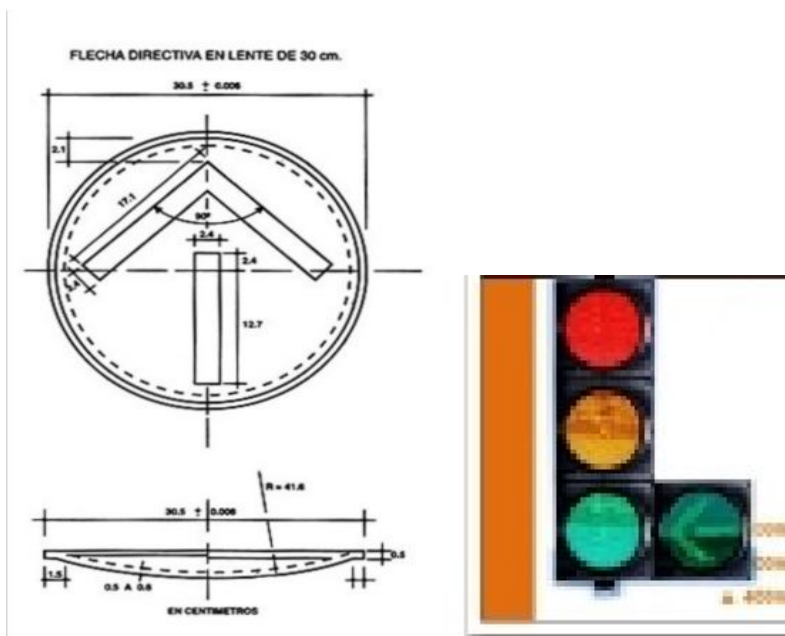


FIG 2.30 FLECHA DIRECTIVA EN LENTE DE 30 CM.



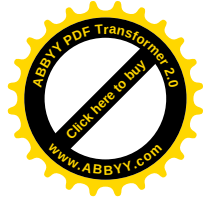
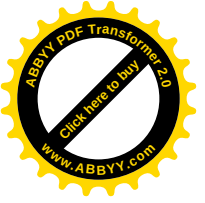
2.3. ASIGNACIÓN DE LOS TIEMPOS DE UN SEMÁFORO

La determinación de las fases, es decir de los movimientos que puedan darse simultáneamente no pueden sujetarse a reglas fijas, sino que dependerán en general de las características del tráfico y del trazo de la intersección.

Como las fases del funcionamiento condicionan la situación de los semáforos, el ciclo y la duración de cada indicación, se deberá realizar un análisis en base a los requerimientos de la demanda.

Cuando se emplea ciclos de fases demasiado largas se tiende a perder eficiencia en la circulación del tránsito y disminuyen sus condiciones de seguridad.

2.3.1. DURACIÓN DE CICLO



Se denomina ciclo al tiempo que tarda un semáforo en ejecutar todas sus secuencias (una ronda completa).

Es difícil determinar en forma óptima el tiempo de ciclo, sin embargo para fines de diseño con las experiencias recogidas se establece el rango en el cual puede adoptarse el tiempo de ciclo es de 35 y 120 segundos.

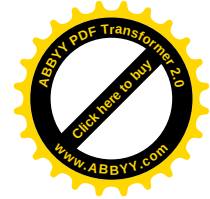
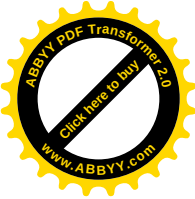
2.3.2. TIEMPO DE FASE AMARILLO

La fase amarilla, cuyo objetivo es de prevención al conductor a que aparezca la fase roja o verde en la cual debe detener y arrancar el vehículo respectivamente, debe tener suficiente tiempo para que el conductor perciba el aviso y reaccione produciendo la acción. El punto crítico al aparecer la luz amarilla es cuando el conductor está a una distancia de la intersección igual a la de frenado, En ese momento el conductor puede optar por frenar o por continuar su marcha, si decide seguir debe tener un tiempo de luz amarilla que le permita recorrer dicha distancia y al ancho de la intersección.

Para realizar el cálculo del tiempo amarillo, podemos basarnos en lo siguiente:

- El tiempo amarillo será igual o superior al requerido para frenar antes de la línea de detención.
- Si se ha entrado en la intersección, dará tiempo a atravesarla antes de que se encienda la luz roja.

El valor de tiempo de la fase amarilla puede ser expresado por la siguiente expresión:



$$t'' = \frac{D}{V} + \frac{a}{V} \quad (1)$$

Siendo:

Para la distancia de frenado puede adoptarse la ecuación de AASTHO 1965.

$$D = \frac{tr * V}{3.6} + \frac{V^2}{254 * fx} \quad (2)$$

Donde:

D= distancia de frenado en m.

tr= tiempo de percepción y reacción en seg.

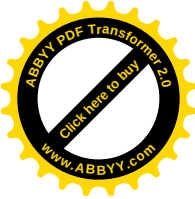
V= velocidad media en marcha Km/ h.

fx= coeficiente de adherencia transversal (0.5).

Se considera que el tiempo de percepción y reacción es del orden de 0.5 seg. Pues el conductor esta alertado que en cualquier momento pueda aparecer el amarillo, entonces se tiene en la ecuación 3.

$$t'' = tr + \frac{V}{70 * fx} + \frac{3.6 * a}{V} \quad (3)$$

En la práctica se dan los siguientes valores de tiempo recomendables para los tiempos de fases amarillas.



VALORES DE TIEMPO DE FASE AMARILLA

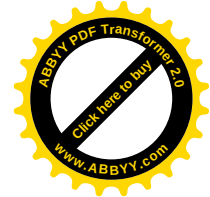
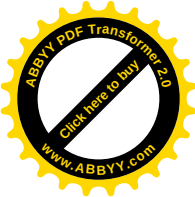
Cuadro 2.4

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	TIEMPO DE FASE AMARILLA ANCHO DE INTERSECCIÓN 15 ó menos	TIEMPO DE FASE AMARILLA ANCHO DE INTERSECCIÓN 15 ó más
30	3.4	4.0
40	3.3	3.8
50	3.5	3.9
60	3.8	4.1

Como se puede ver en la tabla 2.4 los valores para la fase amarilla están entre 3 y 4 segundos, sin embargo esta tabla sólo considera a un vehículo en posición crítico, pero en la práctica puede darse hasta 2 ó 3 vehículos en posición crítica, lo que permite establecer que el rango para la fase amarilla pueda llegar hasta 8 segundos.

La duración del tiempo amarillo es un factor muy importante que hay que tener en cuenta, pues en los ciclos cortos puede llegar a representar un porcentaje apreciable del tiempo total

2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS



La asignación de los tiempos se realiza de acuerdo con la demanda del tránsito de las calles que se interceptan.

En general, la coordinación entre semáforos consecutivos hace que se adopte una única distribución válida para todo el sistema, esta debe cubrir los valores medios de las necesidades de todas las intersecciones.

En la asignación de tiempos, un caso sencillo es realizarlo en una intersección aislada, donde se puede considerar la incidencia que provocan los vehículos comerciales. Puede adoptarse como valor de automóvil equivalente a dos unidades por vehículos comerciales.

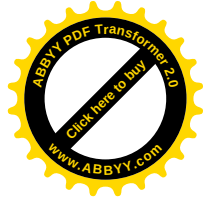
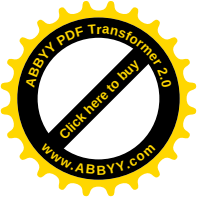
2.4. COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS

Cuando existen varios semáforos cercanos, es necesario que su funcionamiento este coordinado para evitar que los vehículos que atraviesan una intersección después de haber esperado el cambio de fase, se vean obligados a detenerse en la intersección siguiente. Por tanto, el desfase o tiempo transcurrido entre los cambios de fase de semáforos sucesivos debe establecerse de forma que los vehículos puedan atravesar una serie de intersecciones, sin verse obligados a sucesivas detenciones.

Esta coordinación esta de acuerdo a la forma de comando que presentan los semáforos.

A) Semáforos de tiempo predeterminado

Es aquel que regula el tránsito en base a una distribución de secuencias previamente establecidas.



La duración total del ciclo puede ser establecida desde un mínimo de 30 seg. Hasta un máximo de 120 seg. En la mayoría de los equipos usuales, los cambios de la duración del ciclo pueden hacerse en valores múltiplos de 5 seg.

En general, este tipo de semáforos admite una programación para prever diversas distribuciones del ciclo a duplicarse en distintas horas del día.

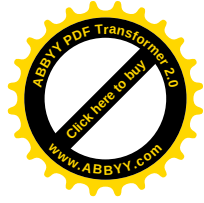
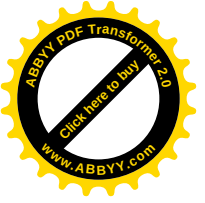
Las principales ventajas de este tipo de semáforos son:

- a.- Facilitan la programación en un sistema coordinado de semáforos.
- b.- El funcionamiento de los semáforos no se ve afectado por anomalías en la detención, como puede ser un vehículo detenido sobre el.
- c.- Proporcionan una mayor eficiencia en aéreas con gran movimiento peatonal.
- d.- Su instalación y mantenimiento es mas económico que los activados por el tránsito.
- e.- Se adapta en aquellas intersecciones en que el tránsito es relativamente estable o donde las variaciones que se registran pueden se cubiertas mediante una programación adecuada.

B) Semáforo accionado por el tránsito

Son aquellos en los cuales los intervalos varían de acuerdo con la demanda del tránsito, la que es registrada mediante detectores.

Entre las ventajas que presentan este tipo de semáforos puede destacarse:



- a.- Permiten una máxima eficiencia cuando las fluctuaciones del tránsito no pueden ser cubiertas mediante las posibilidades del control predeterminado.
- b.- Tienen un mejor comportamiento en aquellas intersecciones en donde uno o más movimientos son sumamente inestables.
- c.- Proveen una máxima eficiencia en intersecciones de calles principales con arterias secundarias.
- d.- Son adecuadas en aquellos puntos donde el control semafórico se justifica solo durante breves periodos del día.

C) Semáforos de tiempo fijo

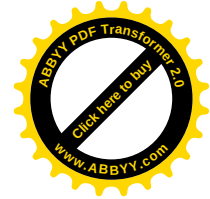
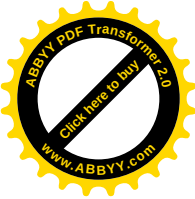
Son aquellos semáforos en los que la duración del ciclo y de las fases es fija y una vez establecidas mediante los correspondientes dispositivos en el regulador, se repiten constantemente.

Los semáforos de tiempo fijo se utilizan en intersecciones donde los patrones de tránsito son relativamente estables, o en las que las variaciones de intensidad de la circulación se pueden adaptar a un programa previsto, sin ocasionar demoras o congestionamientos excesivos.

Los controles de tiempo fijo, se adaptan especialmente a intersecciones en las que se desea sincronizar el funcionamiento de los semáforos con los de instalaciones próximas.

Sus principales ventajas son las siguientes:

- a.- Facilitan la coordinación con semáforos adyacentes, con mas precisión que en el caso de los semáforos accionados por el tránsito.



b.- No dependen de los detectores, por lo que se afectan desfavorablemente cuando se impide la circulación normal de vehículos por los detectores.

c.- En general, el costo del equipo de tiempo fijo es menor que el del equipo accionado por el tránsito y su conservación es mas sencilla.

2.4.1. COORDINACIÓN EN CALLES DE UN SENTIDO

En este sistema se supone que la velocidad de los vehículos es uniforme y que el tránsito circula desde la primera intersección a la última y la duración del ciclo es la misma para todas las intersecciones.

El diseño debe lograr una coordinación tal que permita circular sin detenerse, al mayor número posible de vehículos.

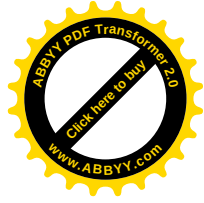
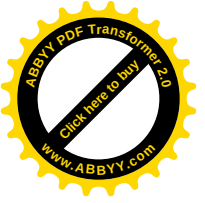
2.4.2. COORDINACIÓN EN CALLES DE DOBLE SENTIDO.

Debe coordinarse el sistema de manera de lograr una circulación uniforme y simultánea de circulación. El único valor constante para el total del sistema es la relación del ciclo.

La coordinación en calles de doble sentido puede ser resuelta por cualquiera de los siguientes procedimientos:

a.- Coordinación sistema simultaneo

Este tipo de coordinación es aquel que aproximadamente nos da la misma indicación, al mismo tiempo, en todos los semáforos, es decir que todos los semáforos de una red indican al mismo tiempo fase verde, amarillo y rojo. La ventaja de este tipo de coordinación esta en función de los volúmenes de demanda que se tiene en cada una



de las intersecciones. Generalmente este tipo de combinación se utiliza en dos o tres intersecciones en vías principales con una amplia fase verde.

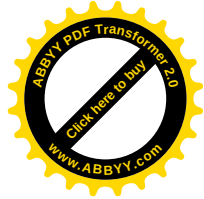
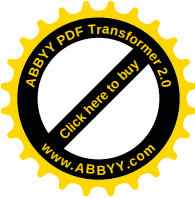
El inconveniente principal de este método es que da a los conductores la posibilidad de circular a velocidades elevadas.

b.- Coordinación alterna

Este tipo de coordinación se refiere a tener semáforos ubicados sobre la misma línea con indicaciones de tipo alterno, es decir que las indicaciones de fase verde puede ser en forma alternada de cada 1,2 y 3 intersecciones y lo mismo ocurriría con las fases rojas, de tal manera que permita que un conjunto de vehículos pueda circular con fluidez un determinado espacio. El sistema alterno presenta dos formas de resolver la coordinación.

c.- Sistema progresivo

Este sistema permite la coordinación donde las distancias entre intersección no sean iguales, las fases verdes sean diferentes y las velocidades puedan ser variadas. La única constante para el sistema es la duración del ciclo. El problema se resuelve planteando una serie de ecuaciones donde cada intersección admite un rango en la definición de la fase verde entre dos valores límites y la velocidad también puede variar dentro de un rango preestablecido. Mediante programas de cálculo, se pueden determinar los valores de las fases verdes de cada intersección para ciertos valores de velocidad y de duración del ciclo que permiten mayor eficiencia operativa en el sistema.



CAPÍTULO III

DIMENSIONAMIENTO DE LA SEMAFORIZACIÓN EN LA AV. JULIO ARCE EN EL BARRIO SENAC DE LA CIUDAD DE TARIJA

3.1 ESTUDIOS PRELIMINARES

Las diferentes intersecciones que forman parte de la avenida Julio Arce en el barrio SENAC fueron objetos de un análisis, de tal resultado se pudo identificar dos intersecciones claves, por una parte está la intersección comprendida entre las Av. Julio Arce y Av. Los Ceibos, y por otra parte está la intersección comprendida entre la Av. Julio Arce y av. Ruiloba.

En estas intersecciones se pudo evidenciar el mayor movimiento vehicular por lo cual se eligieron como puntos de estudio de este proyecto estudio e implementación de semaforización.

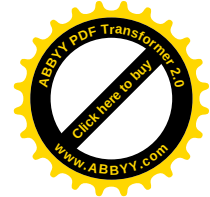
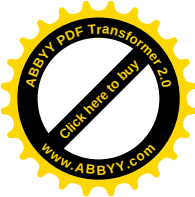
Para el relevamiento de los datos se emplearon personas que fueron preparadas para obtener resultados más confiables,

El presente trabajo resume, la identificación de horas pico, toma de datos (volumen y velocidad), la depuración de datos, y la obtención de resultados.

Con los resultados obtenidos se procedió al diseño de la semaforización de estas dos intersecciones como se detalla a continuación:

3.1.1 DETERMINACIÓN DE LAS HORAS PICO

La circulación vehicular en el transcurso de un día no es uniforme, sino que al contrario se presentan horas durante el mismo, en que la circulación vehicular



aumenta considerablemente su volumen, dichas horas donde se produce este incremento de volumen se lo conoce como horas picos.

La determinación de las horas pico en la avenida Julio Arce en el barrio SENAC, se obtuvo realizando un aforo durante 12 horas continuas (7:00 am; 19:00 pm), para determinar las horas de mayor tránsito vehicular.

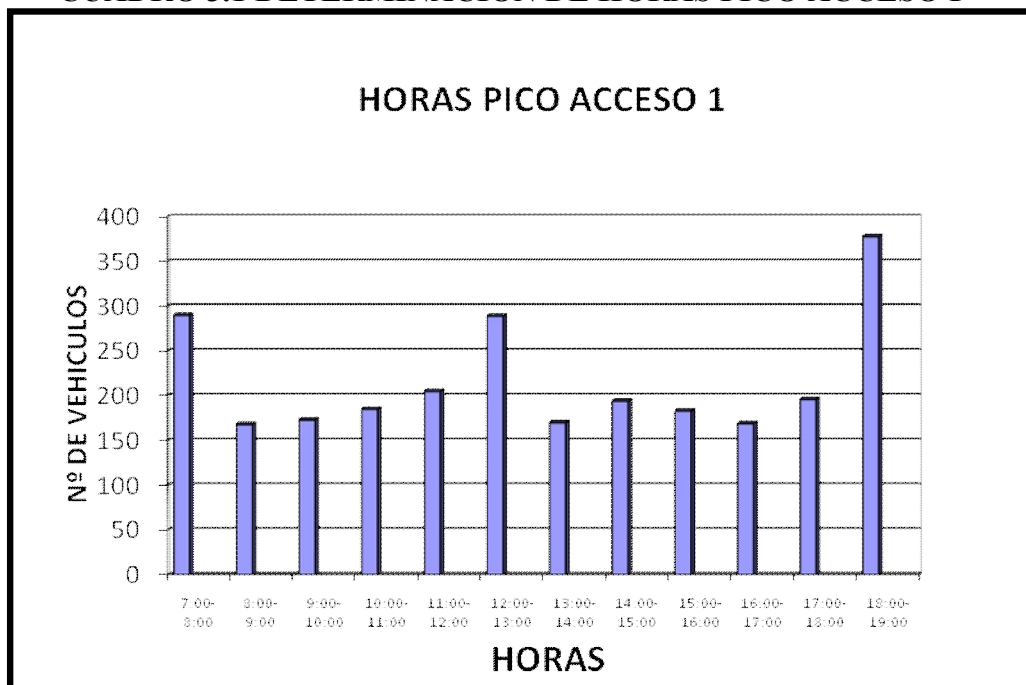
Como resultado de los aforos de estas horas se logró los siguientes resultados

ACCESO I

HORA	7:00- 8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00- 11:00	11:00- 12:00	12:00- 13:00
N° DE VEH.	290	168	215	238	245	289

HORA	13:00- 14:00	14:00- 15:00	15:00- 16:00	16:00- 17:00	17:00- 18:00	18:00- 19:00
N° DE VEH.	263	194	183	224	276	378

CUADRO 3.1 DETERMINACIÓN DE HORAS PICO ACCESO I

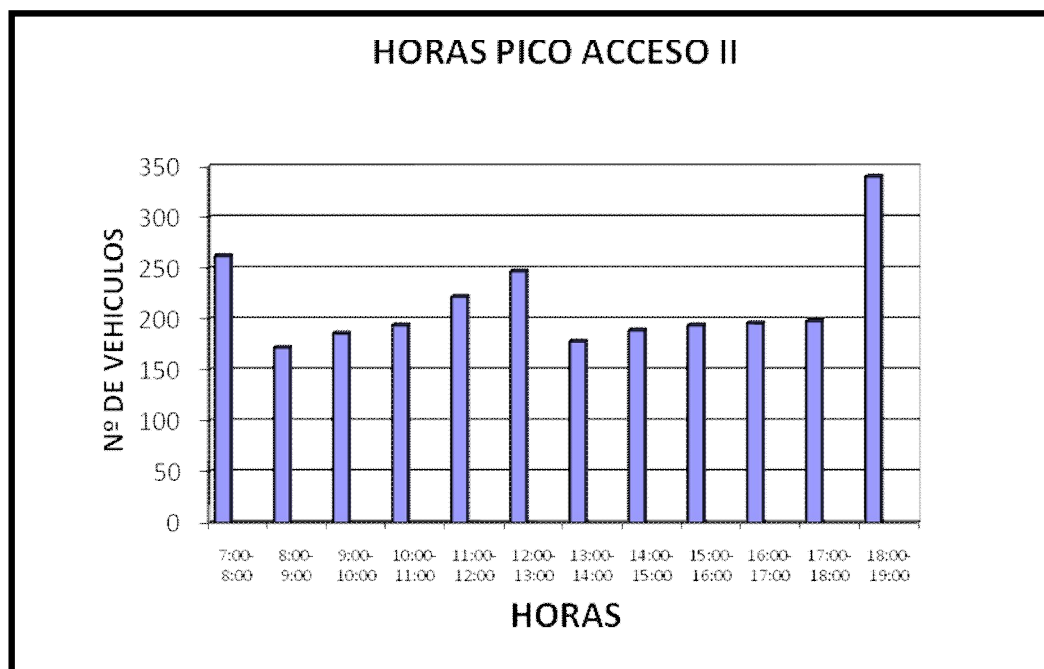


ACCESO II

HORA	7:00- 8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00
Nº DE VEH.	262	172	186	194	222	247

HORA	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00
Nº DE VEH.	178	189	194	196	198	340

CUADRO 3.2 DETERMINACIÓN DE HORAS PICO ACCESO II

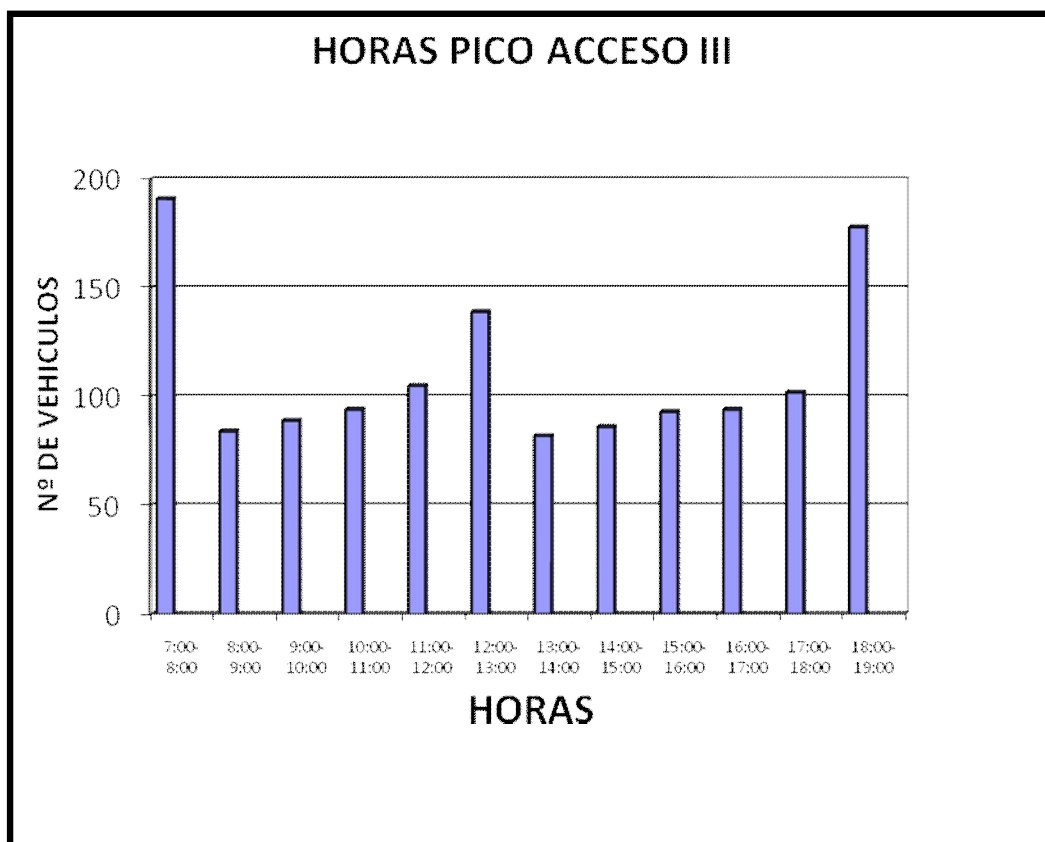


ACCESO III

HORA	7:00- 8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00
N° DE VEH.	191	84	89	94	105	139

HORA	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00
N° DE VEH.	82	86	93	94	102	178

CUADRO 3.3 DETERMINACIÓN DE HORAS PICO ACCESO III

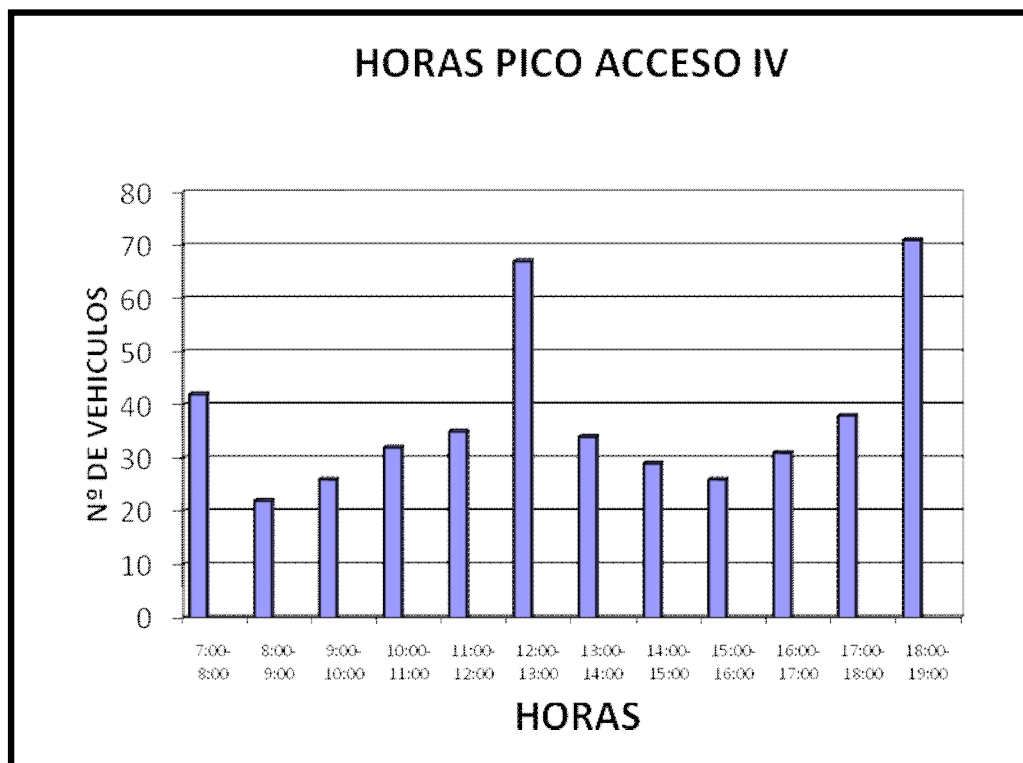


ACCESO IV

HORA	7:00- 8:00	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00
Nº DE VEH.	42	22	26	32	35	67

HORA	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00
Nº DE VEH.	34	29	26	31	38	71

CUADRO 3.4 DETERMINACIÓN DE HORAS PICO ACCESO IV

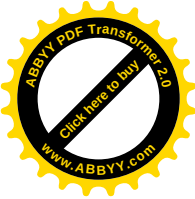


De los resultados se determina que las horas de mayor tránsito vehicular en la avenida Julio Arce son de 07:00 a 08:00 Am; 12:00 a 13:00 y 18:00 a 19:00, horas en las cuales se realizaran los subsiguientes aforos necesarios para la realización de este proyecto:

Mañana de 7:00-8:00 am.

Medio día de 12:00-13:00 pm.

Tarde de 18:00-19:00 pm.



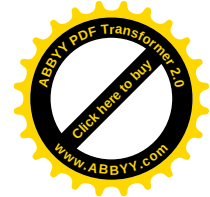
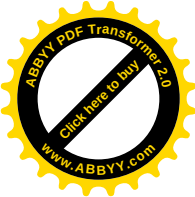
3.1.2 CLACIFICACIÓN DE VEHÍCULOS QUE CIRCULAN EN LA ZONA

Mediante una inspección visual se clasificó los tipo de vehículo que transitan en el área de estudio. Se registró el volumen respecto al tipo de vehículo, por ejemplo, vehículos livianos privados (automóviles de uso privado), livianos públicos (taxis), vehículos medianos privados (camionetas de doble cabina, carros repartidores, etc.) Mediano público los micro buses trufis, vehículos pesados (camiones de dos ejes o camiones de tres ejes).

PÚBLICOS		PRIVADOS	
LIVIANO	TAXIS	LIVIANO	AUTOS
	MINI BUSUS		CAMIONETAS DE UNA SOLA CABINA
MEDIANO	TRUFIS	MEDIANO	CAMIONTAS DOBLE CABINA
	MICROS		CAMIONES PEQUEÑOS
PESADO	BUSES	PESADO	MAQUINARIA PESADA
	CARRO BASURERO		

3.2. ESTUDIO DE VELOCIDAD DE TRÁFICO

El estudio de velocidad en el sitio del proyecto se realiza para estimar la distribución de la velocidad en un flujo vehicular. Los estudios de velocidad de punto están diseñadas para medir la características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito y del estado del tiempo en el momento de llevar a cavo el estudio y que permitan obtener la distribución de velocidades por grupos de usuarios.



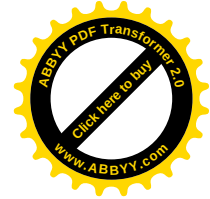
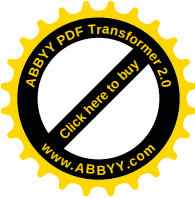
Un ejemplo claro en una sección de carretera de dos carriles, se puede obtener los datos correspondientes a las velocidades que desarrollan los usuarios, tomando una muestra lo suficientemente representativa de los vehículos que transitan por este punto.

Cuando se realizan estudios de velocidades en el sitio del proyecto, es importante obtener datos sin sesgo. Esto quiere decir que los conductores no se percaten de la realización del estudio, por lo tanto el equipo que se emplee debe estar oculto para el conductor y los observadores que realicen el estudio deben pasar desapercibidos, ya que las velocidades registradas se sujetarán a un análisis estadístico, es importante recopilar un número adecuado de registros.

La metodología utilizada para el estudio de velocidades puede ser manual o automática. Para el estudio de velocidades de este proyecto se hizo uso del método del cronómetro que es un método de medición manual.

3.2.1. AFOROS VELOCIDAD INSTANTÁNEA O DE PUNTA

El método utilizado en este estudio de velocidad fue el método del cronómetro. Se procedió a la ubicación de los puntos de medición, y fueron 8 en total, los primeros 4 fueron en la intersección comprendida por las calles (Av. Julio Arce y los ceibos), los siguientes 4 fueron en la intersección comprendida por las calles (Av. Julio Arce y av. Hermanos Ruilova). En los cuales se marcó una distancia determinada (20 m) que se señaló con dos rayas de pintura en el pavimento, se midieron los tiempos que tardaron los vehículos en recorrerla. El observador se situó en un lugar conveniente entre las marcas. Cuando las ruedas delanteras de un determinado vehículo pasan por la primera marca se inicia la marcha del cronómetro y cuando el mismo vehículo toca la segunda marca con las ruedas delanteras se detiene el cronómetro.



La velocidad se obtuvo dividiendo la distancia fijada en metros, entre el tiempo que se requirió recorrerla en segundos, el resultado obtenido en metros pos segundos, se convirtió a kilómetros por hora.

3.2.2. DEPURADO Y OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD DE PUNTA

Una vez finalizados los aforos y conociendo los tiempos, se realizó el cálculo de las velocidades en cada uno de los puntos de aforo, se procedió a una depuración de las velocidades obtenidas la cual se basa en la dispersión que tienen las distintas velocidades tomadas en un punto con la relación a la velocidad promedio. La depuración de las velocidades se realiza de acuerdo a lo siguiente:

Se calculó la media aritmética del conjunto de velocidades de un punto, posteriormente se procedió a calcular la desviación estándar de cada velocidad con respecto a la media aritmética de acuerdo a la siguiente fórmula estadística:

$$X = \sum_{i=0}^n \left(\frac{x}{n} \right)$$

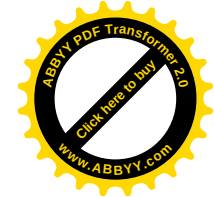
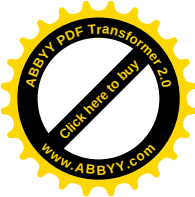
Donde:

X= Media aritmética

x= Valor de observación

n= Número de las observaciones

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x - X)^2}{n}}$$



Donde:

σ = Desviación estándar

$\bar{X}$ = Media aritmética

X = Valor de observación

n = Número de observaciones

La depuración se realizó desechando todas las observaciones que sean mayores o menores a:

$$x = \bar{X} \pm \sigma$$

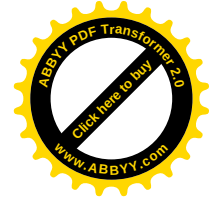
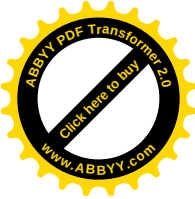
3.2.3. OBTENCIÓN DE LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

La velocidad es un parámetro de análisis en la ingeniería de tráfico que se determinó a partir de los valores medios depurados de las velocidades de punta, de cada acceso de la zona en estudio que nos indica el comportamiento real de los vehículos respecto a la velocidad

TRAM O I	TRAM O II	TRAM O III	TRAM O IV	TRAM O V	TRAM O VI	TRAM O VII	TRAM O VIII
v	v	v	v	v	v	v	v
(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)	(Km/hr)
25.77	26.02	25.42	27.96	27.16	24.74	25.20	25.07

Lo que determina que las velocidades de punta son bajas en los ocho tramos analizados

3.3. ESTUDIO DE VOLÚMENES



El estudio de volumen de tránsito se realiza para recolectar datos del número de vehículos que pasan por un punto durante un periodo específico de tiempo. Este periodo de tiempo varía desde 15 minutos hasta un año, dependiendo del uso anticipado de los datos. Los datos recolectados también pueden clasificarse por movimiento direccional.

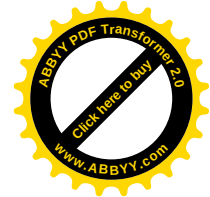
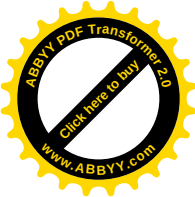
El volumen necesario para el estudio de semaforización es el volumen horario de máxima demanda (VHMD) es el número máximo de vehículos que pasan por un punto en una carretera durante un periodo de 60 minutos consecutivos.

Los conteos de vehículos para la obtención de los volúmenes de tránsito, se realizan mediante dos métodos básicos: manual y automático.

El estudio de volúmenes de este proyecto, se lo realizó mediante el uso del método manual ya que este tiene la ventaja de que permiten distinguir entre distintos tipos de vehículos, lo que puede resultar imposible con los aparatos automáticos. Su exactitud con personal preparado es superior.

3.3.1. AFORO MANUAL DE VOLÚMENES HORARIO DE MÁXIMA DEMANDA

Los volúmenes de tráfico en la avenida Julio Arce del barrio SENAC, fue realizado por el método manual el cual consiste básicamente en situar un aforador en el punto de estudio para que así pueda hacer el conteo de los vehículos que pasan por ahí durante un periodo de una hora. Para facilitar este conteo se hace uso de unas planillas impresas con la clasificación de los vehículos que interesa contar.



Los aforos de los vehículos se realizaron en 8 accesos, este conteo de vehículos también registró el movimiento direccional de los vehículos es decir sus giros, se pudo clasificar los vehículos, livianos, medianos, pesados y estos en público y privado.

3.3.2. DEPURACIÓN Y OBTENCIÓN DE VOLÚMENES

Una vez obtenido los volúmenes se procedió a realizar el conteo total de cada día aforado en cada acceso tal como se muestra en anexos para luego hacer una depuración de los volúmenes obtenidos lo cual se basa en la dispersión que tienen los distintos volúmenes se realizó de acuerdo a la siguiente secuencia :

En primer lugar se calcula la media aritmética del conjunto de volúmenes de un punto, posteriormente se procede a calcular la desviación estándar de cada volumen con respecto a la media aritmética, de acuerdo a la siguiente fórmula estadística:

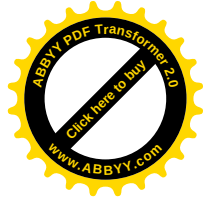
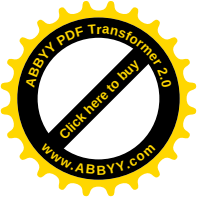
$$X = \sum_{i=0}^n \left(\frac{x}{n} \right)$$

Donde:

X= Media aritmética

x= Valor de observación

n= Número de las observaciones



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x - X)^2}{n}}$$

Donde:

σ = Desviación estándar

X= Media aritmética

X= Valor de observación

n= Número de observaciones

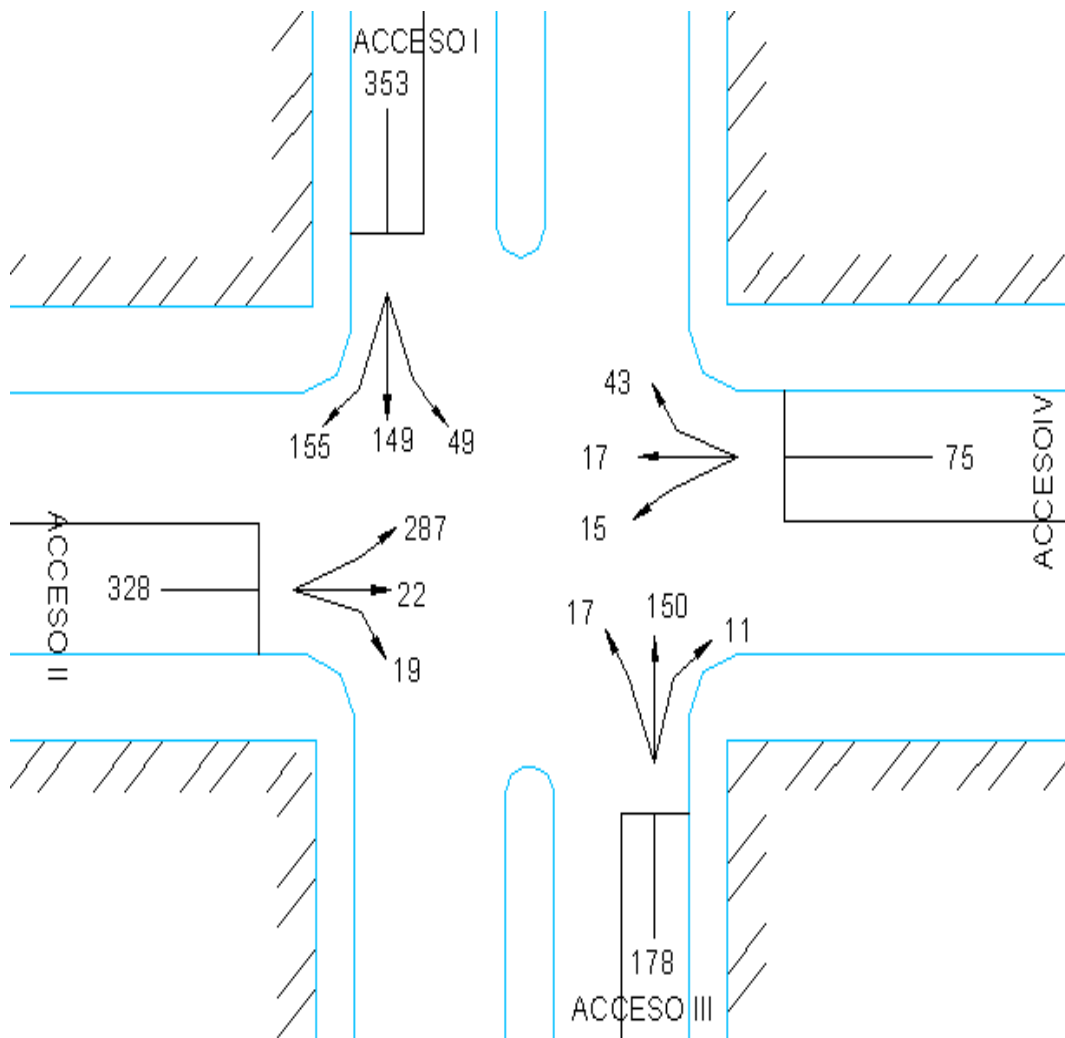
La depuración se realizó desechando todas las observaciones que sean mayores o menores a:

$$x = X \pm 2\sigma$$

Cuadro 3.3.2.4 Volumen de vehículos
Av. Julio Arce y Av. Los Ceibos

VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA	
Nº DE ACCESO	VOLUMEN (VEH/HR)
I	397
II	348
III	199
IV	160

Gráfico 3.4 Volumen de vehículos
Av. Julio Arce y Av. Los Ceibos

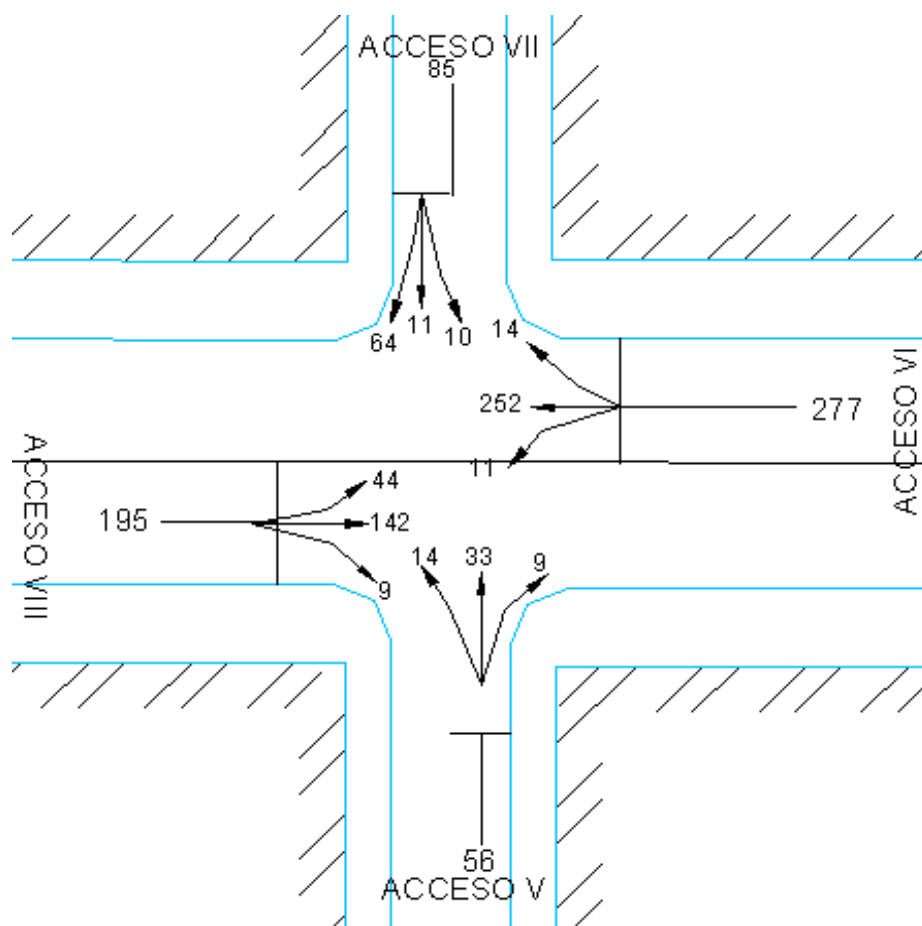


Cuadro 3.3.2.5 Volumen de vehículos
Av. Julio Arce y av. Hermanos Ruilaba

VOLUMEN HORARIO DE MAXIMA DEMANDA	
Nº DE ACCESO	VOLUMEN (VEH/HR)
V	64
VI	355
VII	102
VII	235

NOTA: en anexo se muestra la depuración completa de los volúmenes

Grafico 3.6 Volumen direccional de vehículos
Av. Julio Arce y av. hermanos Ruilaba



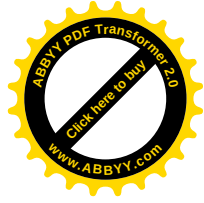
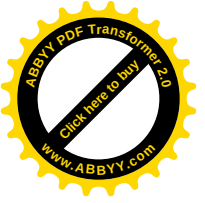


FIGURA VOLUMEN DE LOS ACCESOS

Av. Julio Arce y Av. Los
Ceibos

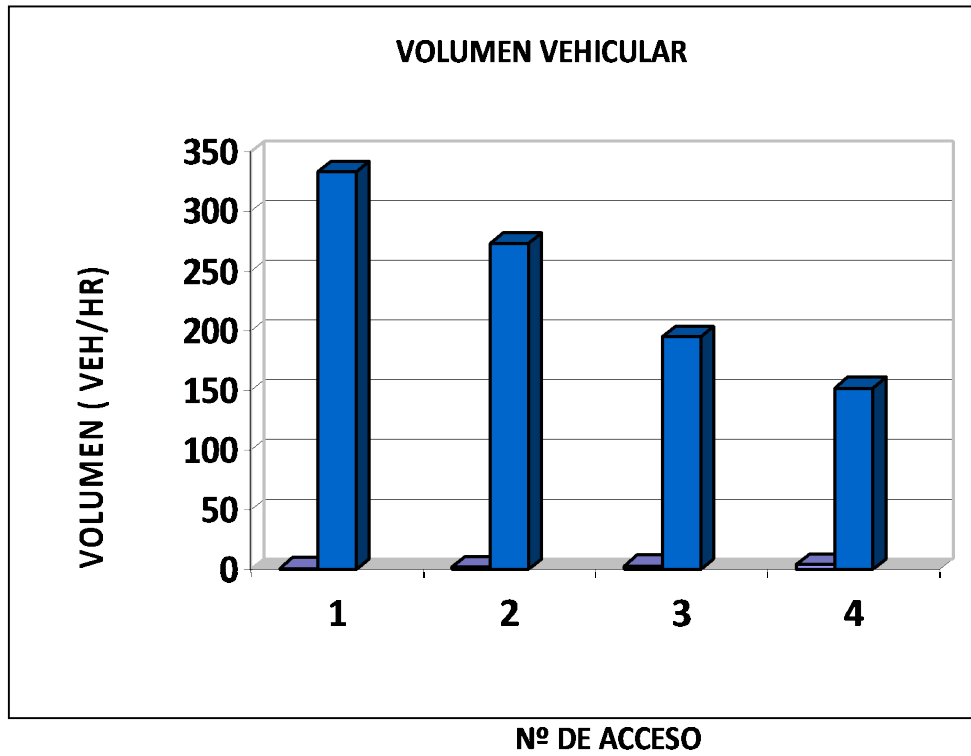
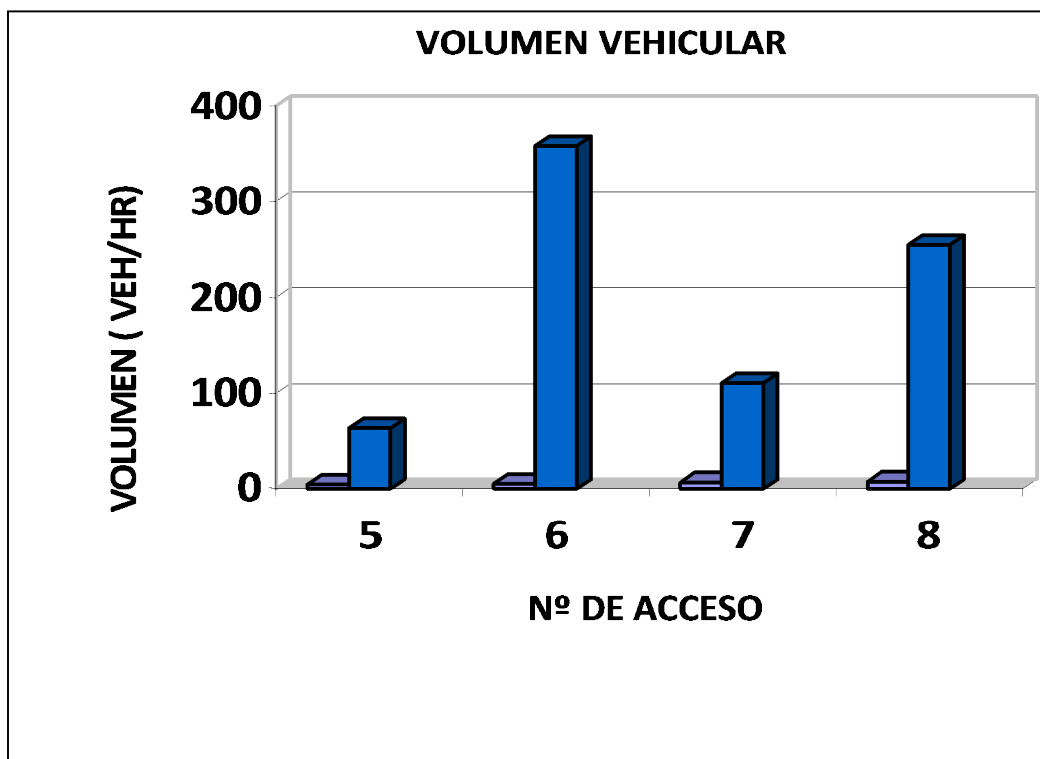


FIGURA VOLUMEN DE LOS ACCESOS

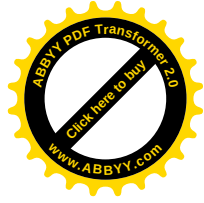
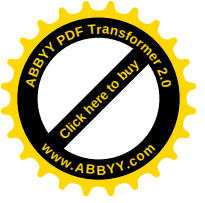
Av. Julio Arce y av. Hermanos Ruilaba



El mayor volumen vehicular en Av. Julio Arce y esquina Av. Los Ceibos está dado en el carril derecho de subida de la av. Julio Arce.

3.4. DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS DEL SEMÁFORO

Para un correcto funcionamiento de los semáforos se resolverá dos problemas principales. El primero, para cada semáforo hay que determinar la duración de ciclo y de cada una de las fases. El segundo, cuando existen varios semáforos próximos, es necesario coordinar su funcionamiento para evitar en lo posible que los vehículos se vean obligados a detenerse en los distintos semáforos.



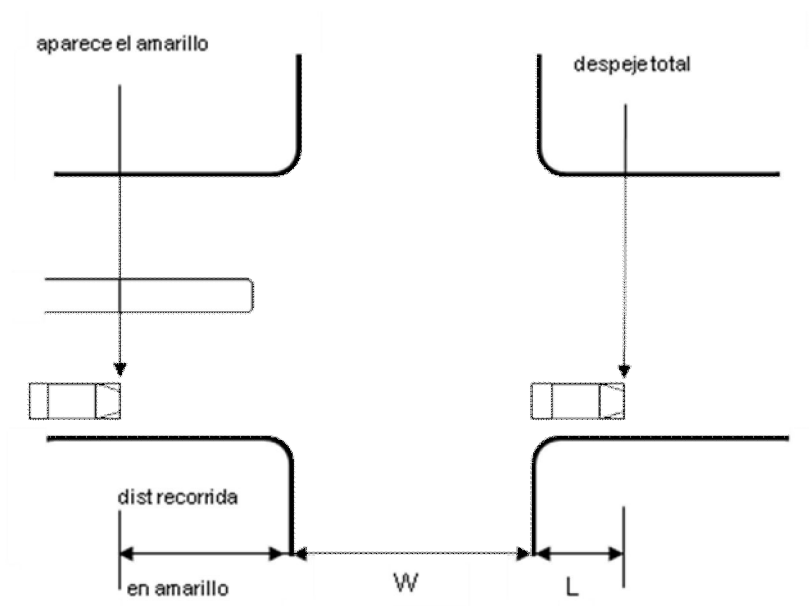
La duración de las fases verdes debe ser suficientemente larga como para permitir a un vehículo ponerse en movimiento y atravesar la intersección, por lo que no deberían emplearse fases verdes de menos de 7 segundos. La fase roja no deberá ser excesivamente larga para evitar que alguno de los vehículos que esperen se impacienten e intenten cruzar, por ello no deberá sobrepasar los 100 segundos de una fase roja. En cuanto el periodo de luz amarillo tiene como finalidad permitir que los vehículos que no tienen tiempo para pararse al encender la luz roja puedan atravesar la intersección antes de que empiecen a moverse los vehículos en los otros accesos. Suele dársele una duración de 3 a 5 segundos, ya que no conviene que sea muy largo para evitar que los conductores intenten pasar acelerando al máximo.

En una intersección el flujo total de los vehículos que llega a cada uno de sus accesos deberá ser dividido en diferentes fases de movimiento, en las cuales se efectúa un desplazamiento específico de vehículos, estas fases se calculan cuando se instalan semáforos de tiempo fijos la cual consta de un tiempo de ciclo el cual debe distribuirse entre la fase verde y los periodos de transición.

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

El estudio realizado en la Av. Julio Arce y Av. Los Ceibos contará con dos fases: la fase 1 tendrá los movimientos simultáneos de los accesos 1,3 y la segunda fase tendrá los movimientos simultáneos de los accesos 2,4. Entre la Av. Julio Arce y av. Hermanos Ruiloba, contará con dos fases: la fase 1 tendrá los movimientos simultáneos en el acceso 6 y la segunda fase tendrá los movimientos simultáneos en el acceso 8.

3.4.1 INTÉVALO DE CAMBIO DE FASE



La función principal del intervalo de cambio de fase, es la de alertar a los usuarios de un cambio de en la asignación del derecho el uso de la intersección.

Para calcular el intervalo de cambio de fase, que considere el tiempo de reacción del conductor, tiempo y espacio de deceleración y el tiempo necesario de despeje de la intersección se puede utilizar la siguiente expresión:

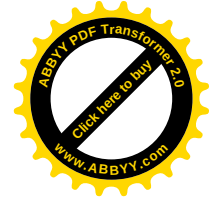
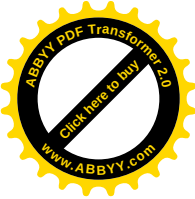
$$\gamma = \left(t + \frac{v}{2a} \right) + \left(\frac{W + L}{v} \right)$$

Donde:

γ = Intervalo de cambio de fase, ámbar más todo rojo (seg.)

t = Tiempo de percepción, reacción del conductor (usualmente 1.000seg.)

v = Velocidad de aproximación de los vehículos (m/s)



a = Tasa de aceleración (valor usual 3.05 m/seg^2)

W = Ancho de la intersección (m)

L = Longitud del vehículo (valor sugerido 6.10 m)

3.4.2. FACTOR DE AJUSTE DE VEHÍCULOS PESADOS

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

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

Donde:

F_{vp} = Factor de ajuste por efecto de vehículos pesados

P_c = Porcentaje de camiones

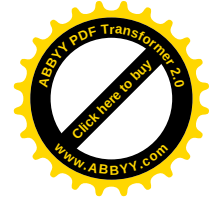
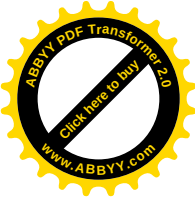
P_B = Porcentaje de autobuses

P_R = Porcentaje de vehículos de recreo

E_c = Automóviles equivalentes a un camión

E_B = Automóviles equivalentes a un autobús

E_R = Automóviles equivalentes a un vehículo recreativo



Los vehículos pesados o comerciales (camiones y autobuses), por su mayor longitud y menor poder de aceleración que los automóviles, necesita más tiempo para despejar la intersección, los automóviles comúnmente utilizados tanto para camiones E_c , como para autobuses, E_B varían de 1.4 a 1.6 tomándose un valor medio de 1.5 que supone accesos con pendientes cercanos al 0% y predominio de camiones livianos o medianos.

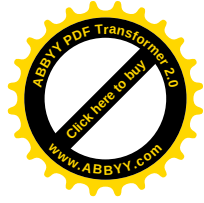
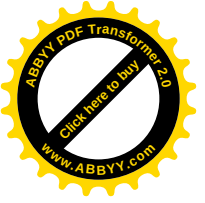
Cuadro Factores De Vehículo Pesados

FACTOR DE VEHÍCULOS	
PESADOS	
ACCESO	Fvp
I	0.87
II	0.84
III	0.94
IV	0.84
V	0.89
VI	0.84
VII	0.86
VIII	0.81

El acceso más afectado por vehículos pesados es el acceso VIII, el acceso II y el acceso IV

3.4.3. FLUJO DE AUTOMÓVILES DIRECTOS.

Se requiere tener factores por movimiento de vuelta, puesto que en estas maniobras generalmente consumen mayor tiempo que los vehículos que siguen de frente, estos factores E_v , que se utilizan para convertir automóviles directos que dan la vuelta a automóviles equivalentes que no dan, varían de 1.4 a 1.6 para vueltas hacia la izquierda y de 1.0 a 1.4 para vueltas hacia la derecha.



Los volúmenes horarios de máxima demanda deben ser convertidos a tasa de flujo, q , a través del factor de la hora de máxima demanda (FHMD) para lo cual en casos de los proyectos y diseño de planes de tiempo del semáforo se sugiere un valor de 0.95.

Los volúmenes horarios mixtos VHMD, se convierten a flujos de automóviles directos, que no dan la vuelta, equivalentes por hora q_{ADE} mediante la siguiente expresión:

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \left(\frac{1}{f_{vp}} \right) (E_v)$$

Donde:

VHMD= Volumen horario de máxima demanda

FHMD= Factor horario de máxima demanda

f_{vp} = Factor de vehículo pesados

E_v = Factor de movimiento direccional

FLUJO EQUIVALENTE EN LOS ACCESOS

FIGURA VOLUMEN EQUIVALENTE DE LOS ACCESOS I, II, III, IV

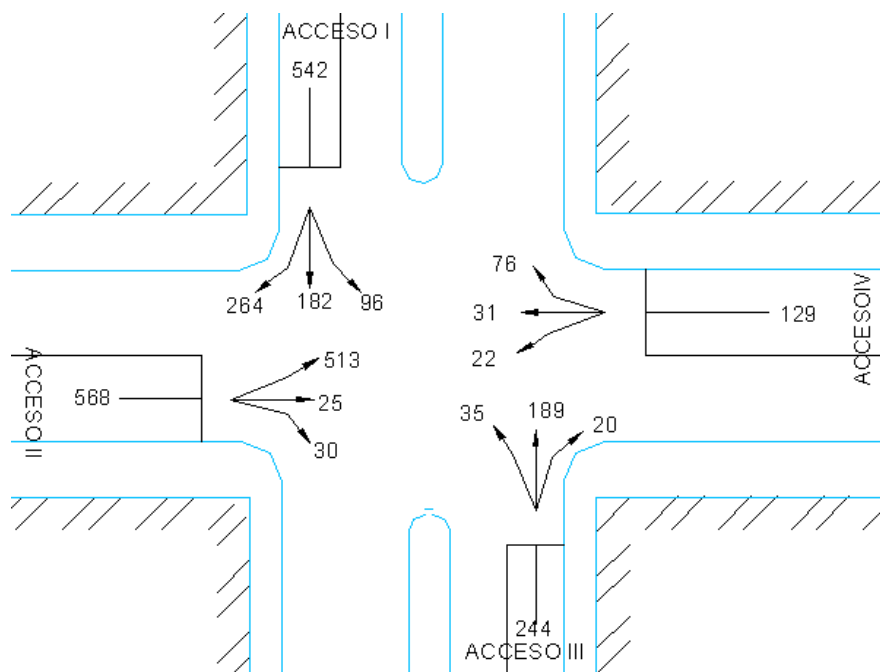
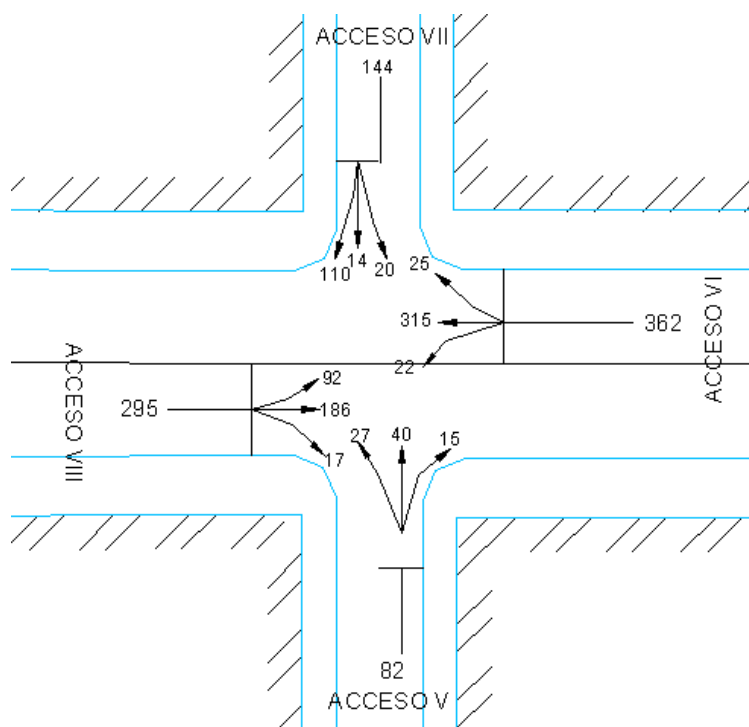
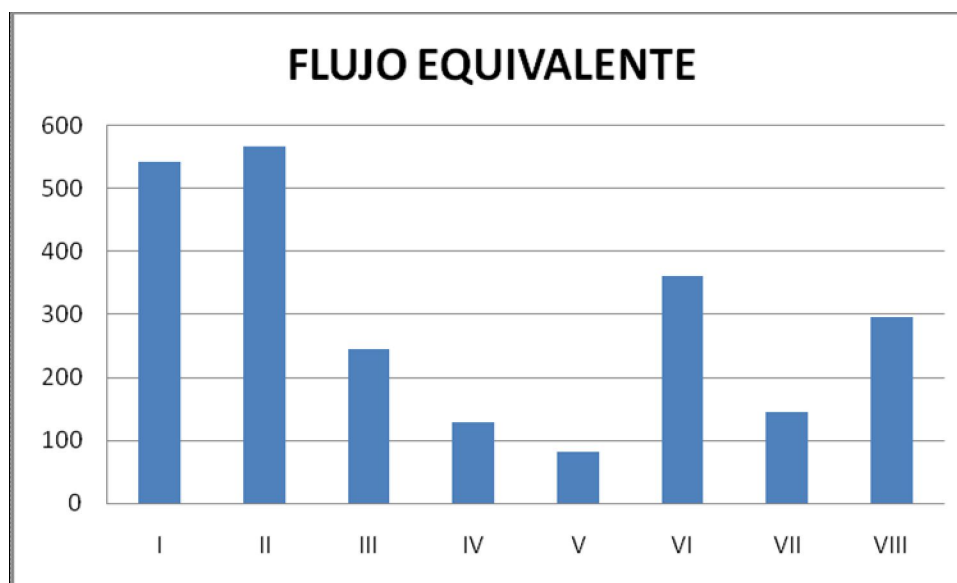


FIGURA VOLUMEN EQUIVALENTE DE LOS ACCESOS V, VI, VII, VII



RESUMEN FUJO EQUIVALENTE TOTAL EN LOS ACCESOS

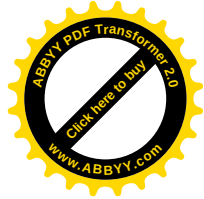
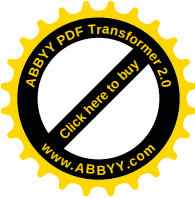
ACCESO I	$q_T = 542$	ADE/ h
ACCESO II	$q_T = 568$	ADE/ h
ACCESO III	$q_T = 244$	ADE/ h
ACCESO IV	$q_T = 129$	ADE/ h
ACCESO V	$q_T = 82$	ADE/ h
ACCESO VI	$q_T = 362$	ADE/ h
ACCESO VII	$q_T = 144$	ADE/ h
ACCESO VIII	$q_T = 295$	ADE/ h



Quedando como infección principal la Av. Julio Arce ya que el mayor tráfico se presenta en el acceso II.

3.4.4. FLUJO DE SATURACIÓN

Cuando el semáforo cambia a verde, el paso de los vehículos que cruzan la línea de alto se incrementa rápidamente a una tasa llamada flujo de saturación, la cual permanece constante hasta que la fila de vehículos se disipa o hasta que termina el verde.



La tasa de vehículos que cruzan la línea al arrancar es menor durante los primeros segundos, mientras aceleran hasta alcanzar una velocidad de marcha normal. Similarmente, duran el periodo posterior a la terminación del verde, la tasa de vehículos que cruzan la línea es menor debido a que algunos vehículos disminuyen su velocidad o se detiene.

El flujo de saturación es la máxima tasa de vehículos que cruzan la línea que puede ser obtenida cuando existen filas y estas aún persistan hasta el final del periodo verde y se la obtiene de ábacos ver anexo.

3.4.5 LONGITUD DEL CICLO

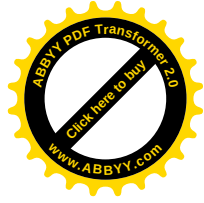
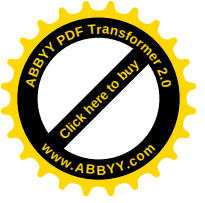
En base a observaciones de campo y simulaciones de amplio rango de condiciones de tránsito, demostró que la demora mínima de todos los vehículos en una intersección con semáforo se puede obtener para una longitud de ciclo de:

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^{\phi} Y_i} = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum_{i=1}^2 Y_i}$$

C_o = Tiempo de ciclo (seg.)

L = tiempo perdido por ciclo (seg.)

Y_i = máximo valor de la relación entre el flujo actual y al flujo de saturación para el acceso o movimiento o carril de la fase i



3.4.6. ASIGNACIÓN DE LOS TIEMPOS DE UN SEMÁFORO

La asignación de los tiempos de un semáforo debe estar en relación directa con los volúmenes de tránsito de los movimientos correspondientes. En otras palabras la asignación depende de la demanda.

En general la coordinación entre semáforos consecutivos hace que se adopte una única distribución válida para todo el sistema, esta debe cubrir los valores medios de las necesidades de todas las intersecciones.

3.4.6.1. FASE AMARILLA

La función del intervalo de desalojo (fase amarillo) es la de prevenir a los conductores respecto a que se aproxima un cambio en la asignación del derecho de paso (se aproxima el intervalo rojo). Los conductores deben tomar la decisión de pararse, o continuar desalojando la intersección para permitir el paso de los movimientos que siguen.

Zona de Decisión:

Es una área cerca de la intersección dentro de la cual un vehículo no puede pararse con seguridad o desalojar la intersección sin acelerar antes del inicio del intervalo rojo.

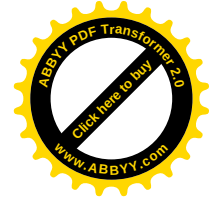
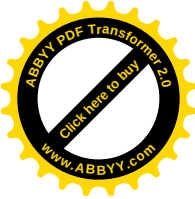
$$t'' = tr + \frac{V}{70 * f_x} + \frac{3.6 * a}{V}$$

Donde:

t'' = Tiempo de la fase amarilla en (seg.)

tr = Tiempo de percepción y reacción en (seg.)

V = Velocidad media en marcha (Km/h)



F_x = Coeficiente de adherencia transversal.

V = Velocidad del vehículo en (m/seg)

A = Longitud de la intersección en m.

3.4.6.2. FASE VERDE

La longitud del intervalo verde para vehículos es una función directa de los volúmenes críticos por carril, los intervalos de saturación y el tiempo que se pierde al iniciar y parar la cola.

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

$$g_1 = \frac{y_1}{\sum_{i=1}^{\phi} y_i} (g_T)$$

Donde:

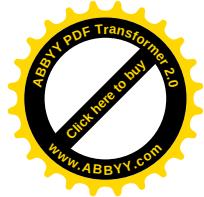
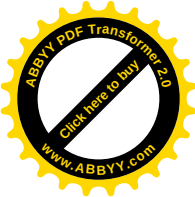
g_1 = Tiempo verde (seg.)

y_i = Máximo valor de la relación entre el flujo actual y el flujo de saturación para el acceso u movimiento u carril de la fase i.

g_T = Tiempo verde efectivo total por ciclo disponible para todos los accesos

3.7. REQUISITOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEMÁFOROS

Los requisitos que tiene que cumplir una intersección para que sea posible la implementación de semáforos en un capítulo anterior ya fueron nombrados para lo cual se hará un análisis de las intersecciones.



ACCESOS	REQUISISTOS					
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
I	X	X	*****	X	X	X
II	X	X	*****	X	X	X
III	X	X	*****	X	X	X
IV	X	X	*****	X	X	X
V	X	X	*****	X	X	X
VI	X	X	*****	X	X	X
VII	X	X	*****	X	X	X
VIII	X	X	*****	X	X	X

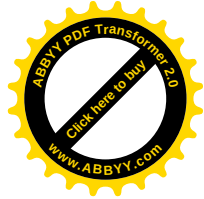
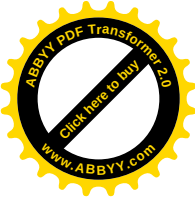
3.6. UBICACIÓN DE SEMÁFOROS

Los semáforos a colocarse en cada una de las intersecciones cumplirán con las normas que se establecen para su instalación, dependiendo del tipo de semáforo que se implemente en cada acceso.

En este proyecto se utilizará semáforos de ménsula corta ya que este presentará mayor comodidad y visibilidad al conductor.

3.7. COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS

La coordinación para la semaforización será la de coordinación alterna ya que esta nos permitirá que el paso de los vehículos no sea interrumpido. Este tipo de coordinación se refiere a tener semáforos ubicados sobre la misma línea con indicaciones de tipo alterno es decir que las indicaciones de fase verde pueden ser en forma alterna de cada intersección y lo mismo ocurrirá con la fase roja, de tal manera que permita que un conjunto de vehículos pueda circular con fluidez un determinado espacio.



CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el Estudio e Implementación de Semaforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija, permitió obtener las siguientes conclusiones:

Mediante la inspección visual se pudo Identificar los sitios que tenían mayores problemas de seguridad vial denominados sitios peligrosos estos sitios fueron entre la Av. Julio Arce y Av. Los Ceibos, Av. Julio Arce y av. Hermanos Ruilaba tales sitios fueron los puntos de estudio de este proyecto.

Realizando los diferentes aforos se identificaron las horas pico, posteriormente en estas horas se pudo obtener los volúmenes máximos, velocidades de circulación, estos parámetros juegan un papel importante para el diseño de la semaforizacion, se pudo apreciar la falta de educación vial que existe por parte de conductores y peatones, provocando un congestionamiento vehicular y un peligro latente, con los parámetros obtenidos se diseño una semaforizacion que fue a favorecer a la educación vial y a disminuir los accidentes de tránsito .

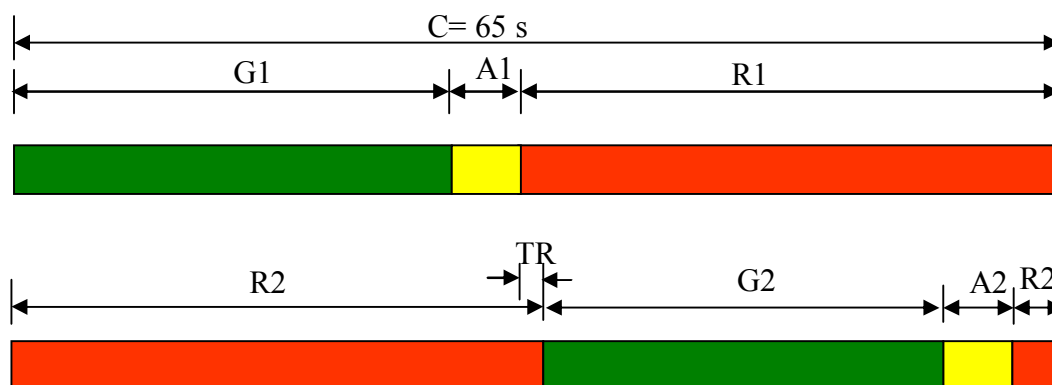
Se ordenara la circulación del flujo vehicular en las intersecciones estudiadas, la semaforizacion evitara el congestionamiento vehicular, regulara la velocidad de circulación, el tiempo de circulación de los vehículos públicos, particulares, siendo estos livianos medianos o pesados.

Se estableció que el diseño de los semáforos se debe hacer de acuerdo a las necesidades de cada una de las intersecciones en las cuales se los desea implantar,

debiendo cumplir con ciertas normas para su instalación, ya que si no cumplen con estas, envés de alivianar el problema de tráfico, lo dificultará aún más, y por el contrario en estas intersecciones no se justificaría la instalación de semáforos.

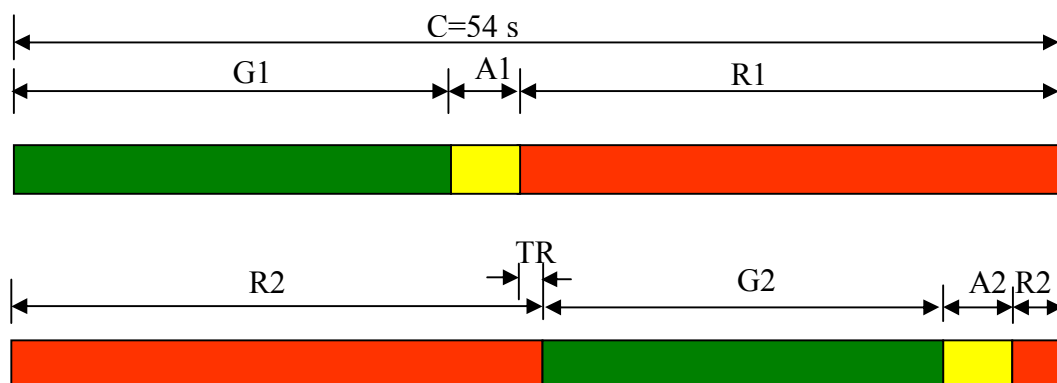
El tipo de semáforo a usar, son semáforos alternos ya que estos se adecuan muy bien a las intersecciones

Para el caso del acceso A se calculó una longitud de ciclo de 65 seg. La fase verde con un tiempo de 26 seg. La fase amarilla de 2 seg. La fase roja de 28 seg como se muestra en el siguiente cuadro



Se pudo determinar que el acceso principal para la intersección A es la avenida julio Arce.

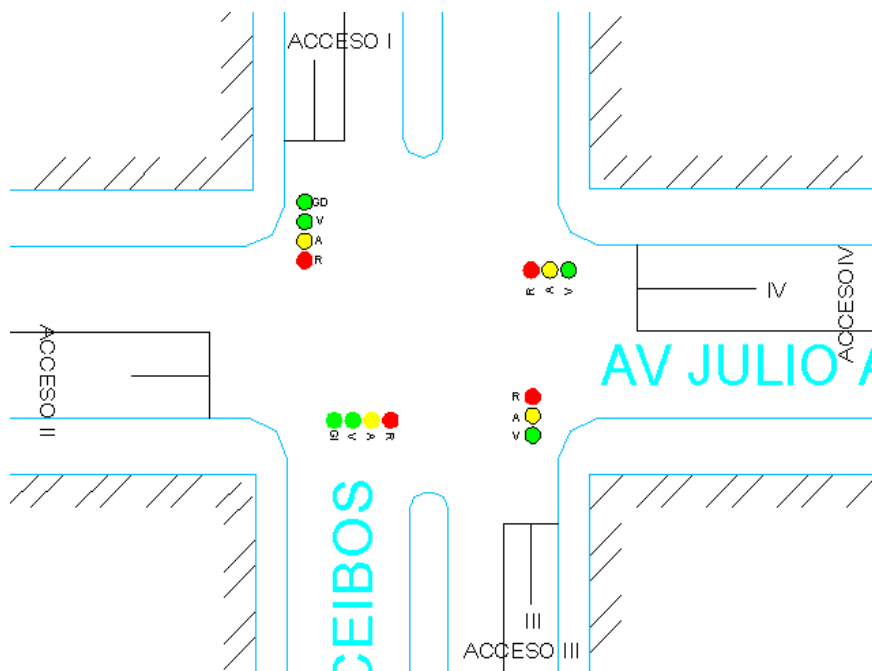
Para el caso del acceso B se calculó una longitud de ciclo de 54 seg. La fase verde con un tiempo de 23 seg. La fase amarilla de 2 seg. La fase roja de 21 seg como se muestra en el siguiente cuadro



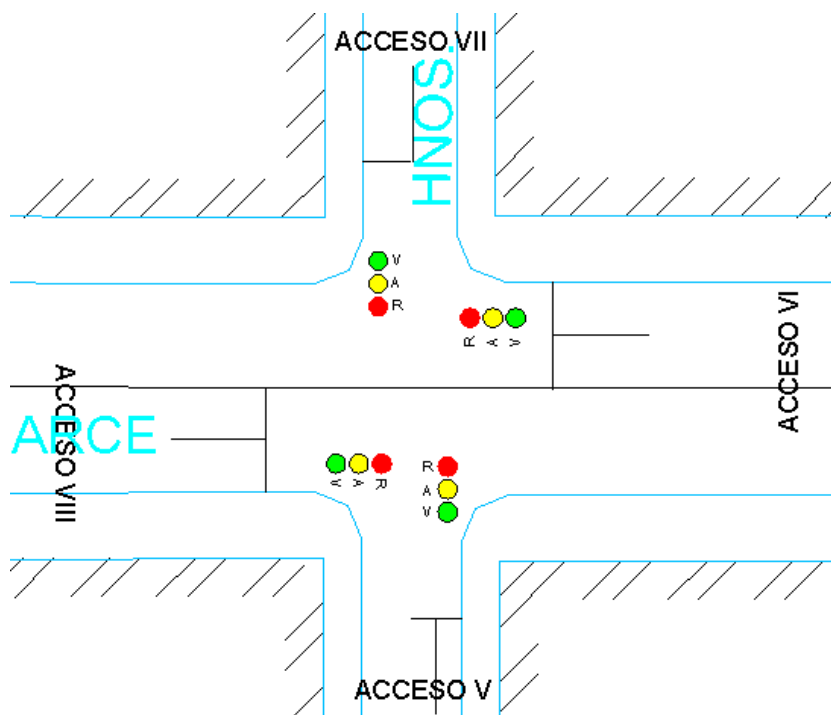
Se pudo determinar que el acceso principal para la intersección B es la avenida julio Arce.

La instalación de los semáforos será en lugares visibles y cómodos para al conductor y que se encuentre en un lugar que no quite la visibilidad del conductor al cruzar la intersección ya que esto produciría un accidente de tránsito.

La ubicación de los semáforos para la intersección A



La ubicación de los semáforos para la intersección B



Las zonas en estudio no presentan una señalización vertical ni horizontal adecuada, por lo que los conductores infringen las leyes de tránsito, provocando congestionamiento y accidentes automovilísticos.

Dentro de una solución debe existir elementos que trabajen simultáneamente y estos darán como resultado un tránsito seguro y eficiente, estos elementos son la educación vial, el control policial y la señalización adecuada.

Una alternativa de solución es, con un sistema de semaforización evitar el cruce de flujo vehicular, en la intersección A, permitir el tránsito desde el acceso II de frente como el giro a la izquierda, pero en el momento que el lente permita el GI el semáforo ubicado en el acceso IV prohíba el tránsito vehicular, es decir deberá encenderse la lente roja para esos vehículos al mismo tiempo que la lente verde con flecha hacia el giro permitido, mientras los accesos I - III y IV estén en rojo.

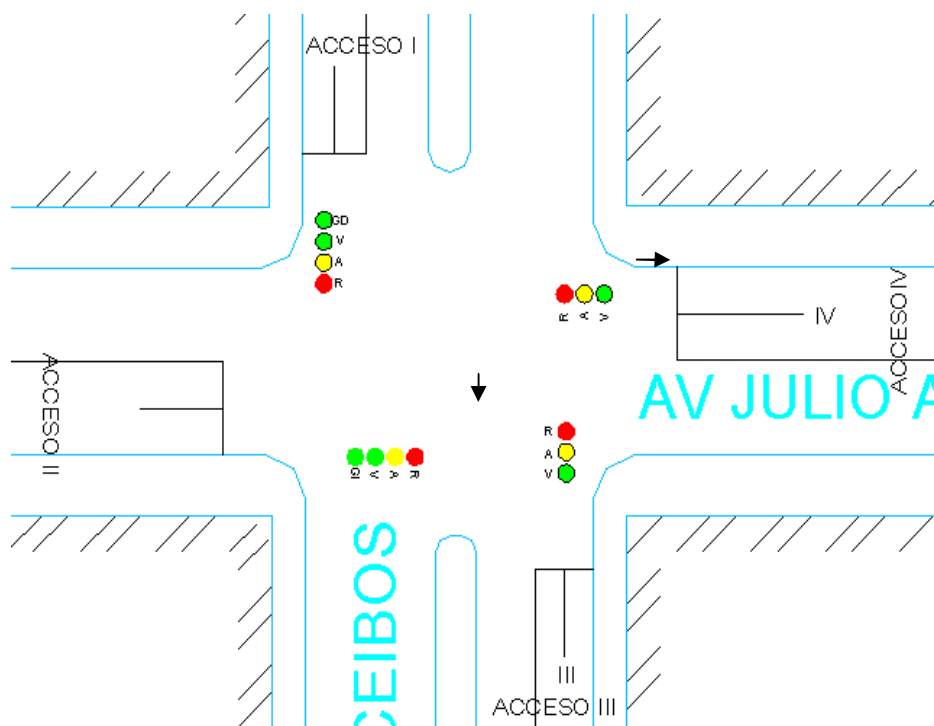
CÁLCULO DEL TIEMPO DE GIRO IZQUIERDO

ACCESO
VOL = 309 veh/h II
PORCENTAJE DEL GIRO = 87 %
TIEMPO DE VERDE = 26 seg

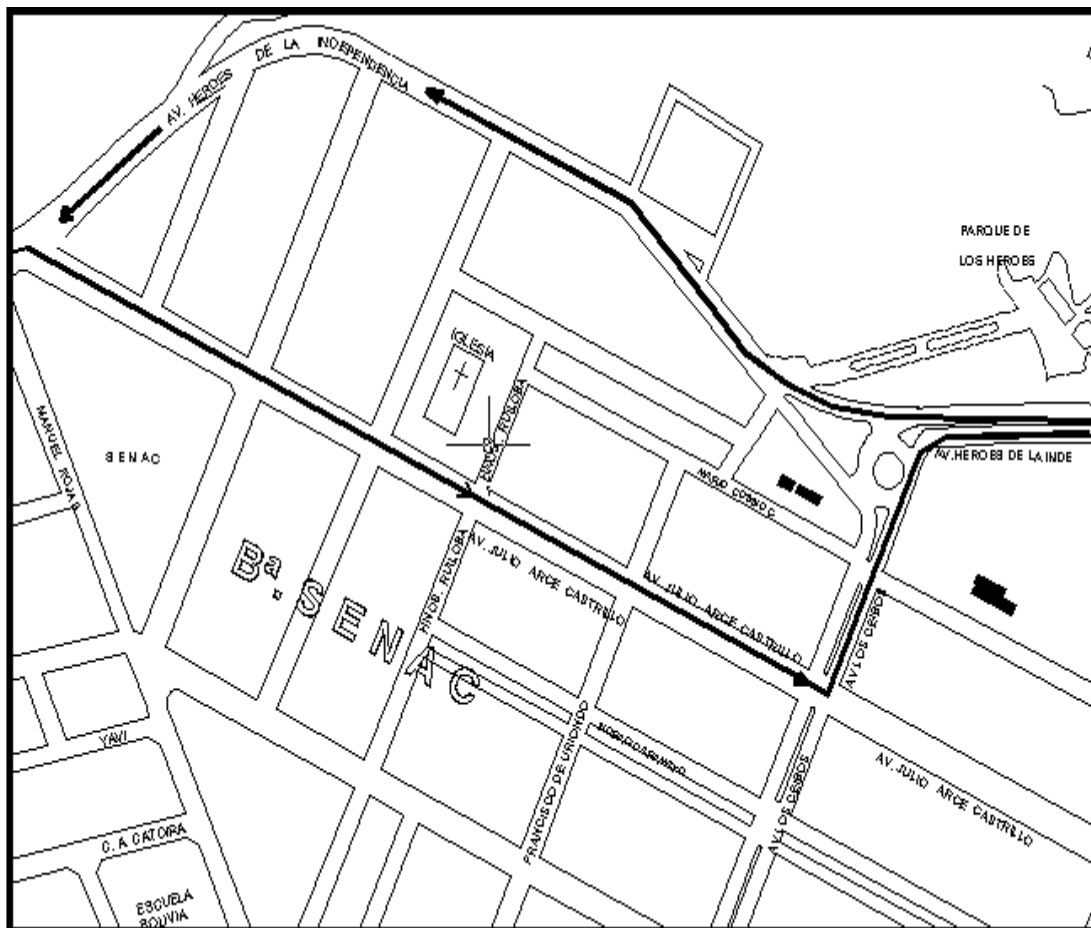
TIEMPO DE GIRO IZQUIERDO

TGI = 0.87×26
TGI = 21.62 seg
TIEMPO DE FRENTE = 26-21.62
TIEMPO DE FRENTE = 5 seg

TVGI = 21	seg
TVF = 5	seg

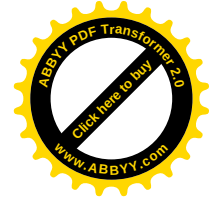
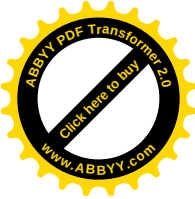


Otra alternativa de solución es el reordenamiento vehicular, es decir que la Av. Julio Arce sea de una sola vía, que permita el ingreso al centro de la ciudad, y el flujo de subida sea trasladado a la avenida Héroes de la Independencia.



La velocidad aplicada en el Estudio e implementación de semaforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija, es la velocidad de punto por las siguientes razones.

El estudio de velocidad de punto está diseñada para medir las características de la velocidad en un lugar específico, bajo condiciones prevalecientes del tránsito.



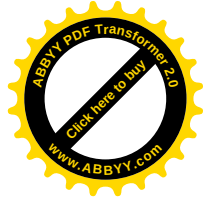
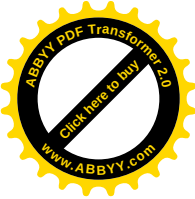
Las características de la velocidad de punto tienen las siguientes aplicaciones:

- Lugares con problemas de velocidad.- mediante un estudio de velocidades es posible determinar si son muy altas y estas son utilizadas como un parámetro para el diseño de los semáforos.
- **Planeación de la operación del tránsito, regulación y control.-** La magnitud en la dispersión de las velocidades afecta tanto la capacidad como la seguridad, ya que todos los vehículos no viajan a la misma velocidad. De allí que, que todos los vehículos viajarán a igual velocidad, la capacidad sería máxima y los accidentes mínimos.

Dentro de las operaciones del tránsito, una distribución de velocidades es usada para:

- 1) Establecer los límites de velocidad mínimos y máximos
- 2) Determinar las velocidades seguras en curva y en aproximaciones a intersecciones
- 3) Proveer información relativa sobre cual debe ser el lugar apropiado para la ubicar las señales de tránsito.
- 4) **Proveer información relativa para ubicar y definir tiempos de los semáforos**

Para determinar el nivel de servicio de la Avenida Julio Arce es necesario realizar el siguiente cálculo:



CAPACIDAD EN AV. LOS CEIBOS

ACCESOS I

Datos:

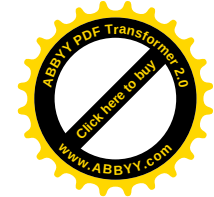
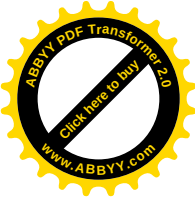
Ancho de Acceso	=	7.5	m
Volumen de Acceso	=	352	Veh/h
Vehículos Pesados	=	1.1	%
Giro Derecha	=	44.0	%
Giro Izquierda	=	14.0	%

$$Cap_{real} = Cap_{teorica} * G_D * G_I * F_{vp} * F_{PE}$$

Cap. Teor.	=	920	Veh/h	
Cap. Pract.	=	828	Veh/h	
GD	=	0.92	12	-0.08
GI	=	0.86	6.0	-0.14
Fvp = % Veh pesados - 10 %				
Fvp	=	1.09		
Fparada	=	0.95		
F TPH	=	0.919		
Cap. Real =	=	713	Veh/h	
	=	.		
V/C =	=	0.49	Por lo tanto:	

NIVEL DE SERVICIO

		NIVEL DE SERVICIO
Por lo relación V/C se tiene	=	"D"



CAPACIDAD EN LA AV. JULIO ARCE

ACCESOS II

Datos:

Ancho de Acceso	= 5.8	m
Volumen de Acceso	= 309	Veh/h
Vehículos Pesados	= 1.3	%
Giro Derecha	= 6.0	%
Giro Izquierda	= 87.0	%

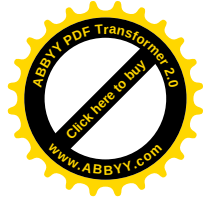
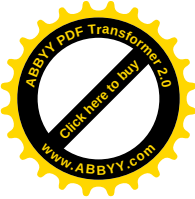
$$Cap_{real} = Cap_{teorica} * G_D * G_I * F_{vp} * F_{PE}$$

Cap. Teor.	= 1000	Veh/h
Cap. Pract.	= 900	Veh/h
GD	= 1	
GI	= 0.8	
Fvp = % Veh pesados - 10 %		
Fvp	= 1.09	
Fparada	= 0.95	
F TPH	= 0.919	
Cap. Real =	= 783	Veh/h
	= .	
V/C =	= 0.39	

NIVEL DE SERVICIO

NIVEL DE SERVICIO

Por lo relación V/C se tiene = "D"



$$V_f = V_a * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n$$

$$V_a = 352 \quad \text{veh/h}$$

$$c = 713 \quad \text{veh/h}$$

PARA TARIJA EL ÍNDICE DE CRECIMIENTO AUTOMOTRIZ ES DE 3.77
% ANUAL

DATO OBTENIDO DEL INE

$$i = 3.77 \quad \text{\%/año}$$

si :

$$\frac{V}{C} \geq 1 \quad \text{tendré un nivel de servicio F}$$

por lo tanto:

$$V_f = 713.00 \quad \text{veh/h}$$

$$i = 3.77 \quad \text{\%/año}$$

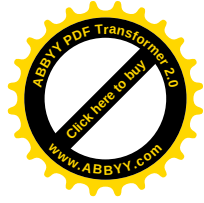
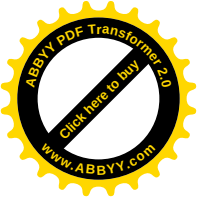
$$V_a = 352 \quad \text{veh/h}$$

iterando obtendré :

$$n = 19 \quad \text{años}$$

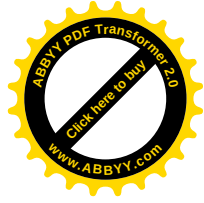
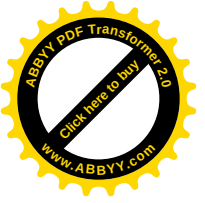
En 19 años el nivel de servicio de la avenida julio arce se saturará llegando a un nivel de servicio F.

El flujo automotriz de la Avenida Julio Arce está en un nivel de servicio D por lo esto representa un flujo inestable manteniendo las velocidades de operación tolerables. Las fluctuaciones en el volumen y las restricciones pueden causar caídas



de las velocidades de operación. Los conductores tienen poca facilidad para maniobrar y poco confort.

El costo de implementación de los semáforos son inestables y variados ya que varían según el número de semáforos a instalar para un sistema de control, pero para nuestra ciudad de Tarija se basan en los siguientes precios, el soporte tipo poste tiene un precio de 1000 Bs., el semáforo en si tiene un costo de 1500 Bs., el sistema de control tiene un costo de 7000 Bs, estos precios son los que manejan la oficina de tráfico y transporte de la ciudad de Tarija.



4.2. RECOMENDACIONES

De lo expuesto en el presente trabajo, considero un “aporte” muy importante el de haber conjuncionado aspectos y definiciones diversas, extractando de la bibliografía consultada lo más sobresaliente relacionado con el estudio e implementación de semaforización en la Av. Julio Arce en el barrio SENAC de la ciudad de Tarija.

La falta de una educación vial por parte de conductores como peatones, por lo que se recomienda realizar campañas de educación vial dirigidos a todo el público, con preferencia a los niños y jóvenes, estas campañas mostrarán la importancia de una buena educación vial.

Con relación a las señales y semáforos es preciso su mantenimiento continuo ya que su desperfecto contribuye a que el conductor y peatón no respeten las leyes del tránsito provocando malestar y accidentes.

La ubicación de los semáforos es muy importante, esto implica que el lugar que se coloquen tienen que ser visibles, es decir que no haya elementos perjudiciales a la vista del conductor.

Se determinó que el acceso principal para la intersección A y la intersección B es la avenida Julio Arce.

El tipo de semáforo a usar, serán semáforos alternos ya que estos se adecuan muy bien a las intersecciones.