

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Desde que existe la raza humana, el transportarse ha constituido una necesidad esencial donde la economía ha jugado un papel importante, ya que ha implicado viajes personales en busca de comida o trabajo, viajes de negocios o comerciales, de explotación, de conquista, o realización personal.

En los comienzos de la era primitiva, los hombres se desplazaban a pies y descalzos por largas distancias. Las cargas que llevaban consigo eran transportadas en ancas o grupas, esto hacía que su traslado de un lugar a otro le fuera lento y arriesgado. Luego la necesidad de aumentar la carga hace que surja una especie de auxiliar que permitía arrastrar las cargas con mayor facilidad, lo que eran llamados La Narria. En los países fríos se fabricó el primer vehículo conocido por el hombre llamado trineo, que surge de la misma Narria, éste en un principio era arrastrado por los hombres, aunque más tarde, se fueron domesticando animales para realizar dicho esfuerzo.

La explotación de los recursos naturales y de los mercados, así como la conservación de un margen competitivo sobre otras regiones y naciones, están estrechamente relacionadas con la calidad del sistema de transporte. La rapidez, el costo y la capacidad del transporte disponible tienen un impacto significativo sobre la eficacia económica de un área y en la habilidad de obtener el máximo aprovechamiento de sus recursos naturales.

En la actualidad los países que cuentan con sistema avanzado de transporte, tales como Estados Unidos, Canadá, Japón, y los de Europa Occidental, son líderes de la industria y del comercio.

La ingeniería de tráfico es una ciencia nueva, que apareció hace 64 años como una necesidad, para resolver el congestionamiento vehicular.

Actualmente con el crecimiento de la tecnología y población vehicular en progreso los problemas de circulación se incrementaron, por lo tanto la ingeniería de tráfico regula este tipo de problemas y aporta con la implementación de dispositivos como es la señalización horizontal y vertical.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Dadas las condiciones de desarrollo y crecimiento que se viene dando en la ciudad de “BERMEJO” a nivel de urbanismo como también el aumento del motorizado, hace que esta ciudad requiera de un estudio de tráfico, más aun, si es un dispositivo que regule el tráfico de vehículos y peatones como es la semaforización.

Este tema específicamente será de mucha ayuda para la ciudad de Bermejo, ya que el incremento de motorizados en los últimos años ha sido bastante considerable, ésto ocasiona problemas de congestionamiento vehicular como también peatonal, este tipo de problemas origina accidentes de tránsito y peatones.

Se eligió el tema de Estudio Semaforización en la ciudad de Bermejo, porque en esta ciudad como en otras existe un crecimiento poblacional, y con el mismo el incremento del tema del comercio formal e informal, centros comerciales, mercados, Plaza principal, Santuario religioso, instituciones públicas y privadas etc. que se encuentran en la zona centro de la ciudad. Por lo cual este tema es una alternativa de

solución para lograr una mejor circulación vehicular como también peatonal, en la zona de estudio.

La ciudad de “BERMEJO” al ser una zona industrial, comercial y fronteriza que acoge diariamente el ingreso de turistas Argentinos y gente del interior de nuestro país, hace que se tenga que realizar un estudio de peatones, por esta razón, y por consiguiente se deberá tener una ciudad con más tecnología, como es un dispositivo eléctrico que regule el tráfico de vehículos y peatones y complementarla con señalizaciones horizontales.

Al ver que los vehículos forman parte de la vida cotidiana de cada uno de nosotros y al existir la libertad de circulación, lleva consigo una serie de problemas que es necesario regular para no tener lesiones individuales y colectivas que deben ser objeto de protección pública, ya que a consecuencia de la falta de educación vial como también peatonal hace que se tenga estos problemas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de semaforización en la zona central de la ciudad de “BERMEJO” con el cual se pueda analizar y dar soluciones al problema del congestionamiento vehicular y peatonal, y de esta manera se pueda mejorar la circulación en la zona de estudio.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos son los siguientes:

- ✦ Determinar los puntos de intersecciones que requieran semaforizar y por consiguiente alcanzar un avance en la regulación del tráfico vehicular y peatonal.
- ✦ Determinar el flujo vehicular y volumen mediante aforos.
- ✦ Determinar las diferentes velocidades mediante aforos.
- ✦ Determinar en la zona de estudio las características geométricas de las calles para poder tener como dato la distancia de intersección a intersección y la longitud de cada calle.
- ✦ Determinar las intersecciones que requiere el implemento de semáforos.
- ✦ Determinar los tiempos de ciclos y fases adecuadas para dicha semaforización.

1.4 ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance del presente trabajo es el siguiente:

Obtener mediante aforos el volumen vehicular que existe en la zona de estudio de la zona central de la ciudad de “BERMEJO”, donde no se cuenta con datos de tráfico actualizado, por lo que se realizó aforos propios para poder obtener mediante las horas pico por intersecciones.

Obtener los volúmenes y las intensidades en las calles principales y secundarias, para la circulación en la zona de estudio.

También se obtendrá mediante aforos, volúmenes de tránsito peatonales.

Mediante aforos y datos obtenidos en diferentes horas pico, en las intersecciones, que fueron objeto de estudio, se determinó mediante cálculos los tiempos de ciclos y fases adecuados para la zona central de la ciudad de “BERMEJO”, en el cual se tomó el tipo de sistema de semaforización que es de tiempo predeterminado o tiempo fijo siendo este el más acorde, ya que la mayoría de las calles tienen un solo sentido de circulación.

Para poder obtener las características geométricas de la zona de estudio, se acudió a la Dirección de Desarrollo Urbano del Gobierno Municipal de “Bermejo”, donde se pudo ver los planos a escala y se delimitó la zona de estudio.

Para el presente estudio también se recurrió a la Unidad Operativa de Tránsito de la ciudad de “Bermejo” para obtener datos sobre los accidentes existentes ocurridos por año.

Se propone una señalización horizontal que complemente la semaforización la cual debe ser de acuerdo a las normas del tránsito vigente.

Fueron tomados en cuenta los tipos de estacionamientos existentes en la zona de estudio, cuantas paradas hay y qué tipos de paradas son, de taxis o microbuses. También se realizó el reconocimiento pertinente, ya que existen mercados, centros comerciales, empresas públicas, instituciones, bancos, plazas y santuario.

1.4.1 DELIMITACIONES

1.4.1.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL

Esta delimitación contempla el tiempo de realización del presente estudio, en la zona central de la ciudad “BERMEJO” el tuvo una duración de 4 meses, y se realizó en las gestión 2010.

1.4.1.2 DELIMITACIÓN ESPACIALES

El municipio de Bermejo, pertenece a la segunda sección de la provincia Arce, del Departamento de Tarija la misma que se encuentra ubicada en el extremo sur del

Departamento de Tarija entre las coordenadas geográficas 22°35'24'' – 22°52'09'' de Latitud Sud y 64°26'30'' – 64°14'16'' de Longitud Este.

el municipio de “Bermejo” limita con las siguientes comunidades: Al Norte con la serranía de San Telmo y comunidad Colonia Ismael Montes (San Telmo Río Tarija), perteneciente al municipio de Padcaya; al Sur, con el río Bermejo y la República Argentina; al Este, con el Río Grande de Tarija y la República Argentina; al Oeste con la comunidad de San Telmo, río Bermejo y la República Argentina.

La extensión del municipio de Bermejo abarca aproximadamente 330 Km² representando el 5% del territorio departamental.

CAPITULO II

LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

2.1 EVOLUCIÓN

2.1.1. EVOLUCIÓN DEL TRANSPORTE

El transporte se inicia con el hombre, cuando por necesidad se desplaza en bandas de cazadores recolectores en busca de alimento; luego al domesticar algunas plantas se vuelve sedentario porque ha descubierto la agricultura, pero debe transportarse para intercambiar productos (alimentos, materias primas u objetos suntuarios) con otros grupos, los viajes eran largos y dispendiosos y se hacían a lomo de animales. Para que el desplazamiento fuera más seguro y cómodo fue necesario incorporarles a los animales de carga como el caballo, inventos excepcionales como la rueda de alfarero (inventada en Mesopotamia) y así surgió el carruaje y la carreta, del carruaje se pasó al tren, del tren el automóvil, hasta llegar a los medios de transporte que conocemos hoy en día. Así de larga ha sido la historia del transporte.

Fig. 2.1



2.1.2. PROGRESO DEL VEHÍCULO DE MOTOR

La carrera por lograr reemplazar al caballo por un carro autopropulsado comenzó a fines del siglo XVII y tuvo su foco de nacimiento en dos regiones principales: Gran Bretaña y EEUU. Más de 70 años después, el ingeniero francés Joseph Cugnot diseñó y construyó el primer vehículo autopropulsado, un tractor de tres ruedas de uso militar. Se construyó en 1771 y se encuentra en la actualidad en un museo. Era interesante como innovación pero muy poco útil. Tanto en Francia, Inglaterra y EEUU, otros ingenieros de la época de Cugnot intentaron crear sus propios vehículos autopropulsados pero tenían demasiados defectos.

En 1874, Siegfried Markus inventó un pequeño vehículo impulsado por un motor de cuatro tiempos (gasolina), mismo que fue conducido en 1875, August Otto en 1876 diseñó y construyó un 4 cilindros que sentó las bases para los posteriores diseños de motores de combustión interna. En 1887 Gottlieb Daimler en Alemania fabrica su primer automóvil. El 22 de julio de 1894: 21 hombres se colocaron en la salida de la primera carrera de autos de la historia (tras una convocatoria del diario Le Petit Journal) con velocidades promedio de 13 Km/h.

Los cambios principales que ha sufrido el vehículo a motor son básicamente los de su potencia, velocidad y comodidad. La potencia del motor a gasolina se ha desarrollado en relación aproximada de 1 a 20, la velocidad de estos vehículos ha superado extraordinariamente, ya que antes las carreras de automóviles eran de 13 Km/h, en la actualidad está entre 200 y 300 km/h. La comodidad de los vehículos ha evolucionado de un ser frágil, ruidoso, humeante y saltarín, para convertirse en una prolongación del sofá de un hogar, ésto sin ruido y sin fatiga.

También se puede decir que el vehículo no solamente ha llegado al grado de las altas velocidades conocidas actualmente y de la enorme potencia de su motor, sino que ese cambio sigue sucediendo con el paso del tiempo.

Fig. 2.2



2.2 DEFINICIÓN DE LA INGENIERÍA DE TRÁNSITO

Existen varias definiciones, de diferentes autores que viene a contribuir a la discusión y solución de diferentes ángulos de la ingeniería de tráfico.

La Ingeniería de tráfico o ingeniería de transporte es la rama de la ingeniería civil que trata sobre la planificación, diseño y operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas, sus redes, infraestructuras, tierras colindantes y su relación con los diferentes medio de transporte consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente tanto de personas como de mercancías.

Se entiende por ingeniería de transportes y vías, el conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas, prácticas profesionales, principios y valores, necesarios para satisfacer las necesidades sociales sobre movilidad de personas y bienes.

La ingeniería de transportes y vías, es una especialidad de la profesión de ingeniería, basada en la aplicación de las ciencias físicas, matemáticas, químicas, la técnica y en general el ingenio, en beneficio de la humanidad.

El ingeniero de tráfico en vez de construir nueva infraestructura introduce elementos dinámicos o estáticos (Señales de tráfico, semáforos, paneles, sensores, que provienen

en su mayoría de la industria del ferrocarril) para regular y dirigir el tráfico maximizando la capacidad de la vía especialmente en lugares congestionados.

2.3 ELEMENTOS DEL TRÁNSITO

2.3.1 EL USUARIO

El hombre por ser sujeto de la acción, puede considerarse como el principal elemento ya sea como conductor de un vehículo, pasajero en el mismo, o como peatón haciendo uso de la vía pública.

El papel más importante desde la óptica de la Ingeniería de Tránsito, es como conductor de un automotor, ya que en sus manos, en su experiencia y en su pericia para ejecutar maniobras en el tránsito, radica la integridad física de muchas personas, el usuario se puede clasificar en los siguientes.

2.3.2 EL CONDUCTOR

El conductor junto con el motociclista, ciclista y el peatón constituyen al usuario activo del tránsito. El usuario pasivo es el pasajero, pero como su influencia directa en el tránsito es casi nula no se toma en cuenta en la Ingeniería de Tránsito. La pericia, las condiciones físicas, psicológicas y las reacciones (Tiempo de reacción para frenar es: 0.5 a 2.5 segundos) del conductor son elementos que juegan un papel importante.

2.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Un problema que enfrentan los ingenieros de transporte y tránsito cuando consideran las características del conductor durante el diseño son las diversas habilidades y la capacidad de percepción de los conductores en las carreteras y vías urbanas. Ésto se

demuestra por amplio rango de habilidades que tiene las personas para oír, ver, evaluar y reaccionar a la información. Algunos estudios han demostrado que estas habilidades varían en personas bajo, influencia del alcohol, el cansancio, la hora del día, el sueño, la ansiedad, las preocupaciones, el efecto de droga, etc.

El tiempo total de percepción y reacción transcurre desde que el conductor recibe información hasta que se inicia la respuesta del vehículo, esto puede variar de un conductor a otro, pero se ha estudiado especialmente el tiempo de reacción en las maniobras de frenado. En experiencias realizadas con vehículos fijos o en pista de ensayo, el tiempo de reacción obtenido es de 0.5 a 1 segundo.

I.- RECEPCIÓN VISUAL.

Es la habilidad para interpretar lo que se ve; es decir, la habilidad para comprender y procesar toda la información recibida a través del sentido de la vista. La información que llega al ojo debe ser recibida en el cerebro, codificada y asociada con otras informaciones

Las principales características del ojo son la agudeza visual, la visión periférica, la visión de los colores, visión de deslumbramiento y recuperación, y perfección de la profundidad.

a) AGUDEZA VISUAL

Se refiere a la medida clínica de la habilidad para discriminar claramente detalles finos en objetos o símbolos a una distancia determinada. Hay dos tipos de agudeza visual que son importantes en las emergencias de tránsito y de carreteras: que son la agudeza visual estática y la dinámica.

b) VISIÓN DE LOS COLORES

Es la capacidad para diferenciar los colores, este defecto es llamado acromatopsia o daltonismo, no tiene mucha importancia en carretera porque hay otras formas de reconocer los dispositivos de información del tránsito por ejemplo la forma, que pueden compensarla. Se ha demostrado que el ojo tiene máxima sensibilidad en las combinaciones de blanco y negro y de negro y amarillo.

c) VISIÓN PERIFÉRICA

Es la capacidad de las personas para ver los objetos más allá del cono de visión de mayor claridad, el cono puede alcanzar hasta 160°, este valor está afectado por la velocidad del vehículo. Por ejemplo, a la edad de 60 años se presenta un cambio en la visión periférica de una persona.

d) VISIÓN DE DESLUMBRAMIENTO Y RECUPERACIÓN

Existe dos tipos de deslumbramiento el directo y espectacular:

1.- Directo.- Es cuando la visión de las personas aparece una luz relativamente brillante.

2.- Espectacular.- Es cuando la visión de las imágenes es reflejada por el brillo de la Luz.

Se sabe que la edad tiene un efecto de sensibilidad al deslumbramiento, y que a la edad de 40 años se presenta un cambio importante en la sensibilidad al deslumbramiento de una persona. Para recuperarse del deslumbramiento es de 3 segundos cuando se pasa de oscuridad a claridad y 6 segundos cuando se pasa de claridad a oscuridad.

e) PERCEPCIÓN DE LA PROFUNDIDAD

Afecta la capacidad de una persona para estimar la velocidad y la distancia. El ojo humano no es eficiente para estimar el valor absoluto de la velocidad, la distancia, el tamaño y la aceleración. Ésta es la razón por la cual los dispositivos de control de tránsito tienen un tamaño, una forma y un color estandarizado. La estandarización ayuda no solamente para la estimación de la distancia, sino también al conducto daltónico para identificar las señales.

II.- EL PROCESO DE PERCEPCIÓN Y REACCIÓN

Consisten en que, un conductor, un ciclista o peatón procesa todo lo referente a la reacción y estímulo en 4 partes.

a).- Percepción

El conductor ve un dispositivo de control, una señal de advertencia, o un objeto en el camino.

b).- Identificación

El conductor identifica el objeto o el dispositivo de control y de esta manera comprende el estímulo.

c).- Emociones

El conductor decide qué acción tomar como respuesta al estímulo, por Ej. Pisar el pedal del freno, pasar, girar, o cambiar de carril.

d).- Reacción

El conductor ejecuta en la realidad la acción decidida durante el subproceso de las emociones.

2.3.2.1 EL PEATÓN

Se puede entender como peatón a todas las personas que son partes de un pueblo de un país en su totalidad se dice peatón a todo ser humano desde los 1 años hasta los 100 años que se considera parte importante en la práctica de la ingeniería de tránsito.

2.3.2.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL PEATÓN

La característica del peatón puede influir en el diseño y la ubicación del dispositivo de control del peatón. Este dispositivo de control incluye señales especiales para peatones, zonas de seguridad e islas en intersecciones de las calles, pasos a desnivel para peatones, pasarelas elevadas y cruces de peatones. Por ejemplo en el diseño de una fase totalmente rojo, que permite que los peatones crucen una intersección con tránsito intenso requiere de un conocimiento de las velocidades de caminata de los peatones.

Las observaciones de los movimientos de los peatones han indicado que las velocidades de caminata varían entre 0.9 y 2.4 m/seg. También se han observado diferencias entre la velocidad de caminata masculina y femenina. Se ha observado que la velocidad media de caminata masculina es de 1.5 m/seg., y para las mujeres es de 1.4 m/seg.

El peatón es el primero en infringir las normas de los dispositivos de controles de tránsito, ya sea de una señalización horizontal como vertical, ya que en la vida diaria sigue existiendo una situación anormal debido a la falta de una educación vial, ésto se

nota más claramente con gente que viene de los pueblos a la ciudad, que llegan a tener dificultad en este aspecto, por ejemplo tiene que esperar el momento oportuno para cruzar de una acera a otra sin saber de dónde viene el vehículo y repentinamente tratan de correr y cruzar rápidamente o también aquellas personas que no lo hacen casos a esta señales de tránsito, tomando en cuenta todos estos parámetros, entonces se dice que el peatón está siempre incumpliendo las normas, y es por eso que constantemente el peatón está en peligro.

2.3.2 EL VEHÍCULO

El vehículo es un medio de transporte que se utiliza para trasladarse de lugar a otro, existe una variedad de vehículos de menos y mucha más tecnología hace que se diferencie del uno y del otro.

2.3.2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las características pueden variar de un vehículo a otro, de diferentes dimensiones, diferentes marcas, modelos, ya que actualmente circulan tipos muy variados, para simplificar estas características vamos a nombrar y especificar qué tipo de vehículos o movibilidades circulan en la ciudad de modo muy generalizado, el cual se divide en vehículos livianos, vehículos medianos y vehículos pesados.

1.-Vehículos livianos

- ✦ Bicicletas
- ✦ Motocicletas
- ✦ Automóviles
- ✦ Vagonetas

- ✦ Camionetas pequeñas

- ✦ Jeep

2.- Vehículos medianos.

- ✦ Camionetas de 4 o 6 cabinas

- ✦ Camiones

- ✦ Micros

3.- Vehículos pesados

- ✦ Camiones rígidos

- ✦ Camiones combinados

Fig. 2.3 Descripción de las diferentes movilidades en la zona de estudio

TIPO	CLASE	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	
VEHÍCULOS LIVANOS	PRIVADO	Bicicletas		Es un medio de transporte utilizado por grandes y chicos para trasladarse de un lugar a otro, tiene dos ruedas.
		Motocicleta Pequeña		Es un medio de transporte utilizado de uso personal, para trasladarse de un lugar a otro.
		Motocicleta Grande		Es un medio de transporte utilizado, de uso personal en algunos casos de trabajo consta de tracción mecánica.
		Auto		Se utiliza como un medio de transporte para ir al trabajo o de paseo y tipo familiar, tiene tracción mecánica trasera y delantera.
		Jeep		Es utilizado como un medio de transporte netamente particular y paseo, tiene tracción mecánica doble.

V E H Í C U L O M E D I A N O	P Ú B L I C O	Taxi		Es utilizado como una herramienta de trabajo, costa de cuatro ruedas de tracción mecánica delantera o trasera.
		Vagoneta		Tiene las mismas utilidades que un taxi a diferencia de que es más amplia es de cuatro ruedas, a tracción mecánica.
		Vagoneta		Tiene las mismas utilidades que un taxi a diferencia de que es más amplia es de tracción mecánica doble
	P R I V A D O	Vagoneta		Es un medio de transporte de uso particular más amplio tiene tracción mecánica doble.
		Camioneta		Es utilizado como un medio de transporte de tipo particular ya sea de paseo o laboral, tiene tracción mecánica doble.
		Camioneta		Es un medio de transporte de uso particular generalmente de tipo comercial, es de tracción mecánica trasera.

VEHÍCULO PESADO	PÚBLICO	Mini bus		Es un medio de transporte de tipo público generalmente local, es de tracción mecánica trasera o delantero.
		Micro bus		Es un medio de transporte público generalmente utilizado en capitales de departamentos es de tracción mecánica
	PRIVADO	Camión con remolque		Es un medio transporte netamente comercial, empresarial, o personal consta de 2 a 6 ejes, de tracción mecánica.
		Camión cisterna		Es un medio transporte netamente comercial y empresarial en este caso es un camión cisterna, consta de 2 a 6 ejes, es de tracción mecánica.
		Camión cañero		Es un medio de transporte industrial mediante la cual se transporta materia prima para la fabricación de azúcar es de tracción mecánica.

P U B L I C O	Volqueta		Es un medio de transporte de tipo público y servicios básicos, es de tracción mecánica trasera.
	Bus		Es un medio de transporte provincial, departamental e internacional, es de tracción mecánica trasera.

2.3.2.1.1 VEHÍCULOS LIVIANOS

Los vehículos livianos son aquellos automóviles que miden de 5 a 6 metros con 4 ruedas, pueden ser de tracción trasera como delantera, y tiene una capacidad para 4 a 5 personas, este tipo de vehículo tiene un peso de 2500 a 5000 kilogramos, con un radio de giro de 7.32 m. Estos vehículos se clasifican en público y particular.

a). Vehículo Liviano Particular

Son aquellos vehículos que cumplen la función de paseo y traslado de un lugar a otro, como ser: autos, vagonetas, motocicletas, bicicletas, jeep, camionetas pequeñas, etc.

1.- Bicicletas y motocicletas.

Como se ve en las calles, los conductores de bicicletas juegan un papel muy importante en nuestro medio, ya que el incremento de las bicicletas es mayor, los factores humanos que se estudian para un conductor de vehículo es también aplicable para un ciclista, sobre todo respecto de la perfección y reacción, ya es un medio

cotidiano que se la utiliza como medio de transporte individual como también de paseo.

b) Vehículo Liviano Público

Son aquellos que se utilizan como medio de trabajo como los autos y vagonetas piratas, los trufis de los diferentes números que se tiene en la ciudad de “Bermejo”.

2.3.2.1.2 VEHÍCULOS MEDIANOS

Son aquellos vehículos como las camionetas de 4 o 6 ruedas, que tiene una capacidad de 4 a 8 personas, y micros con capacidad de 10 a 30 personas, este tipo de vehículos está en función de su potencia, capacidad y longitud y su ancho para diferenciar de uno a otro. Estos vehículos se clasifican en público y particular.

A). Vehículos Mediano Privado o Particular

Son aquellos que cumplen una función de trabajo como ser: la furgoneta que tienen los comercios las camionetas particulares que pueden llevar de 4 a 6 personas, también aquellas camionetas que cumplen una función pública como ser: Gobierno Nacional, Gobierno Departamental, Alcaldías, corregimiento y otros.

B). Vehículos Medianos Público.

Se refiere netamente a los microbuses, ambulancias y las camionetas de la policía.

2.3.2.1.3 VEHICULOS PESADOS

Este tipo de vehículos transporta personas y también es utilizado para el comercio. Tiene 2 a 6 ejes, su longitud es de 15 a 16.78 metros. Su peso oscila entre 25 a 30

Toneladas, donde su radio de giro varía entre 12 a 14 m. Estos pueden ser flotas, camiones con remolques o sin remolque que viene del interior del país y otros países.

2.3.2.2 CARACTERÍSTICAS ESTÁTICAS DEL VEHÍCULO

La característica estática considera: el peso y el tamaño del vehículo, donde casi todas las carreteras alojan tanto automóviles particulares como tránsito de camiones. Es esencial que los criterios de diseño consideren las características de los diferentes tipos de vehículos.

En estas características tenemos para vehículos pequeños o livianos de una sola unidad llamados (auto-buses de una sola unidad), los cuales representan a los autobuses interurbanos y de tránsito, con una distancia entre ejes de 7.62 metros y una longitud de 15.24 metros; también tenemos los vehículos pesados como los de semi-remolque, o remolque llamado (WB-60) así como nos muestra la figura 2.5.

El radio de giro mínimo a velocidades bajas (16 kilómetros/hora o menos), depende principalmente del tamaño del vehículo así como nos muestra la figura a continuación.

Si la velocidad es mayor a 16 kilómetros/hora, entonces se aumenta la longitud de la curva de transición, el cual se necesitará radios mayores.

Fig. 2.4 Trayectoria mínima de giro para el vehículo de pasajeros de diseño

La figura nos muestra las trayectorias de giro de los vehículos de diseño de la AASHTO. Las trayectorias mostradas son para la saliente izquierda frontal y para la rueda trasera exterior, la rueda frontal izquierda sigue la curva circular; sin embargo, su trayectoria no se muestra.

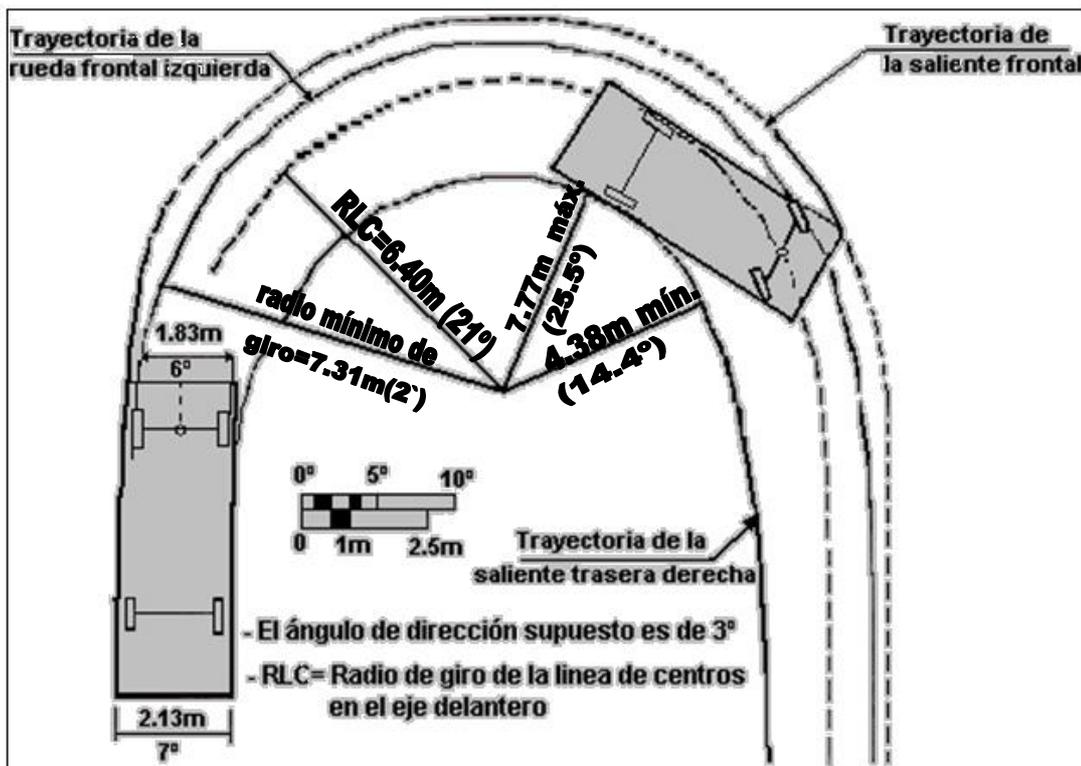
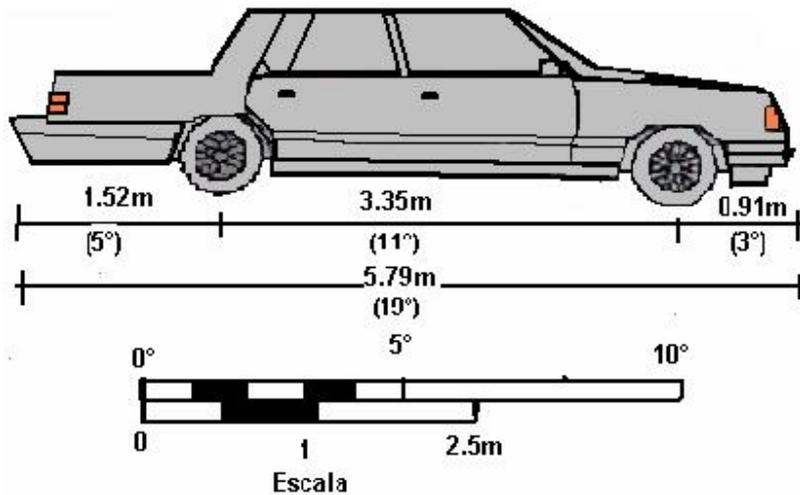
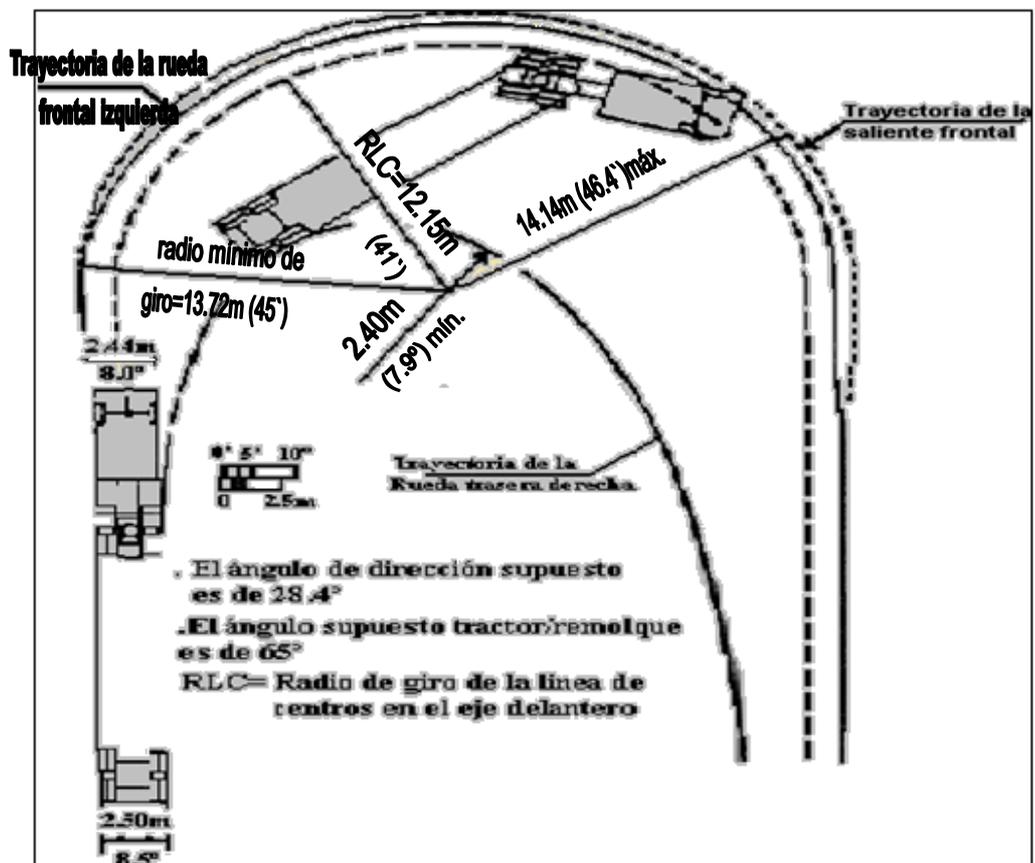
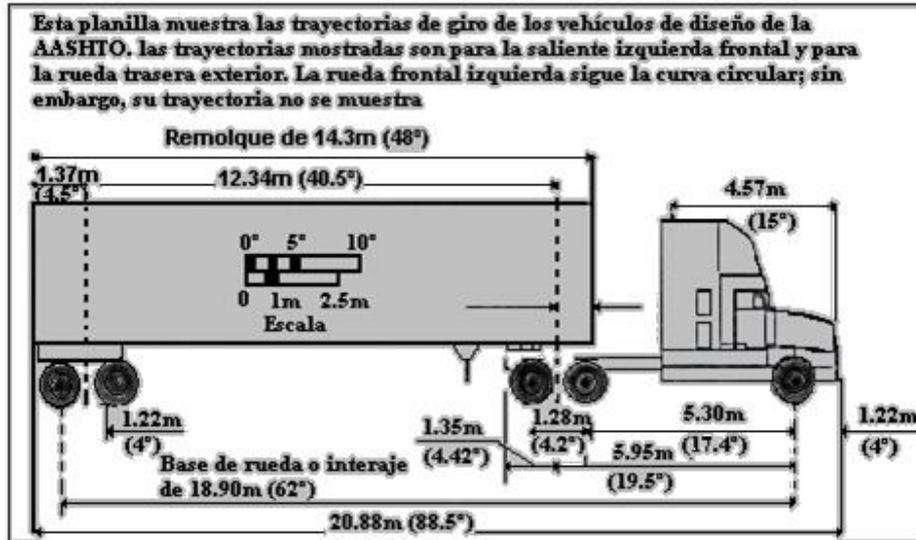


Fig. 2.5 Trayectoria de giro mínimo para el vehículo de diseño WB-62



2.4 SEÑALIZACIÓN

La señalización es otro parámetro dentro de la ingeniería de tránsito cuyo objetivo es que a través de señales se pueda ayudar al ordenamiento tanto en zonas urbanas como en carreteras.

Los dispositivos para regular el tráfico son los medios físicos que se emplean para indicar detalladamente a los usuarios de las vías públicas la forma correcta y segura de transitar por ellas a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias.

Entre las funciones de estos dispositivos se encuentran prevenir a conductores y peatones sobre peligros existentes y guiarlos en su recorrido por las vías; y asignar alternativamente el derecho de paso a distintas corrientes vehiculares.

2.4.1 TIPOS DE SEÑALES

Excluyendo los semáforos y las propias señales de los agentes de circulación, podemos distinguir los siguientes tipos de señales.

1. Señales verticales
2. Marcas viales o señales horizontales
3. Señales de balizamiento

2.4.1.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

- ✦ Señalización restrictivas
- ✦ Señalización preventivas
- ✦ Señalización informativas

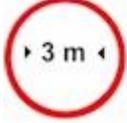
2.4.1.1.1 SEÑALIZACIÓN RESTRICTIVA

Son identificadas con el código SR, tienen como función expresar en la carretera o calle alguna fase del Reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito.

Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- ✦ De derecho de paso o de vía.
- ✦ De inspección.
- ✦ De velocidad máxima o mínima.
- ✦ De movimientos o circulación.
- ✦ De mandato por restricciones y prohibiciones.
- ✦ De estacionamiento.

Fig. 2.6 Señalización restrictiva.

				
Pare	Ceda el paso	Contramano	Prohibido seguir adelante	Prohibido girar a la izquierda
				
Prohibido girar a la derecha	Prohibido girar en U	Prohibido el camino de carril	Giro a la derecha solamente	Prohibido adelantar
				
Prohibido circular automotores	Prohibido circular vehículos de carga	Prohibido circular vehículos de tracción sangre	Prohibido circular bicicletas	Prohibido circular maquinarias agrícolas
				
Prohibido circular con animales	Prohibido tocar bocina	Prohibido estacionar y adelantarse	Prohibido estacionar	Prohibido circular peatones
				
Prohibido circular vehículos de peso mayor al indicado	Prohibido circular vehículos de altura mayor a la indicada	Prohibido circular vehículos al ancho mayor indicado	Prohibido circular vehículos de longitud mayor que la indicada	Velocidad máxima permitida
				
Tránsito pesado por carril derecho	Peatones deben caminar por su izquierda	Prohibido pasar sin detenerse	Estacionamiento reglamentario	Carril exclusivo transporte público



Fuente: Dispositivos para el control de tránsito (Internet)

2.4.1.1.2 SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA

Las señales preventivas, identificadas con el código SP, tienen como función dar al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre a un lado de la carretera o calle, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple con la Regla de Oro del Tránsito que dice: "que no deben existir cambios bruscos". La señal por sí misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad, o la de otro vehículo o peatón.

Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas, son las siguientes:

- ✦ Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas.

- ✦ Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril.
- ✦ Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento.
- ✦ Pendientes peligrosas.
- ✦ Se debe hacer un alto si existe un semáforo.
- ✦ Pasos peatonales y cruces escolares.
- ✦ Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle, como presencia de huecos y protuberancias.
- ✦ Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
- ✦ Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.

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. Los colores de las señales preventivas serán, amarillo para el fondo, y negro para el símbolo.

Fig. 2.7 Muestra los diferentes tipos de señales preventivas





Fuente: Dispositivos para el control de tránsito (Internet)

2.4.1.1.3 SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas, identificadas con el código SI, tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. Las señales informativas, de acuerdo a la información se clasifican en:

De identificación (SR).

- ✚ De destino (SID).
- ✚ De recomendación (SIR) e información general (SIG).
- ✚ De servicios (SIS) y turísticas (SIT).

a) SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN

Se clasifican en: de nomenclatura urbana (destinos y distancias, características de la vía) y de información turística y de servicios.

Identificadas con el código SR, tienen como función identificar las calles según su nombre y nomenclatura, y las carreteras según su número de ruta y/o kilometraje.

La forma de las señales de nomenclatura será rectangular con su mayor dimensión horizontal y con la leyenda en ambas caras. El color del fondo de las señales de identificación será blanco reflejante, y las letras, números, flechas y filete en negro.

Fig. 2.8 Ilustran las señales informativas de identificación y su ubicación general



b) SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO

Identificadas con el código SID, tienen como función informar a los usuarios sobre el nombre y la ubicación de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo de su recorrido. Su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta a seguir según el destino seleccionado. Se emplearán en forma secuencial de tal manera que permitan a los conductores preparar con la debida anticipación su maniobra en la intersección, ejecutarla en el lugar preciso, y confirmar la correcta selección del destino. Su forma será rectangular, colocadas con su mayor dimensión horizontal, sobre apoyos adecuados. El color de fondo de las señales de destino será verde mate y las letras, números, flechas, escudos y filete en color blanco reflejante, excepto la señal diagramática en zona urbana, que será de fondo blanco con caracteres, flecha alargada y filete en color negro.

Fig. 2.9 Ilustra los diferentes tipos señales informativa de destino



c) SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN

Identificadas con el código SIR, tienen como función recordar a los usuarios determinadas recomendaciones o disposiciones de seguridad que conviene observar durante su recorrido por calles y carreteras. El color del fondo de las señales de recomendación será blanco mate, con letras y filete en negro.

d) SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL

Identificadas con el código SIG, tienen como función proporcionar a los usuarios, información general de carácter poblacional y geográfico, así como indicar nombres de obras importantes en la carretera, límites políticos, ubicación de casetas de cobro, puntos de inspección y sentidos de circulación del tránsito. El color del fondo de las señales de información general será blanco mate con letras y filete en negro.

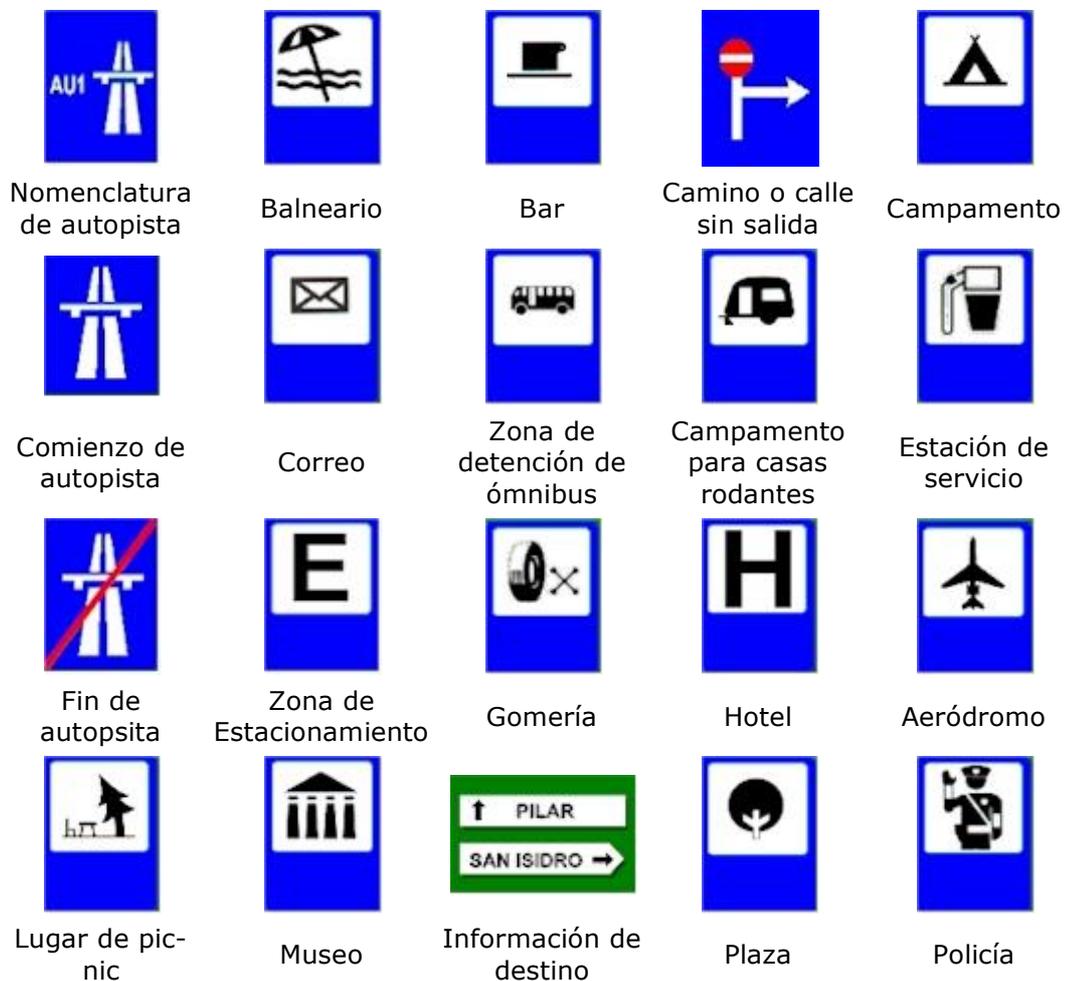
Fig. 2.30 se ilustran las señales informativas de recomendación e información general:



e) SEÑALES INFORMATIVAS DE SERVICIOS Y TURÍSTICAS

Identificadas con los códigos SIS y SIT, tienen como función informar a los usuarios la existencia de un servicio o de un lugar de interés turístico y/o recreativo. El color del fondo tanto del tablero de las señales como del tablero adicional será azul mate con símbolos, letras, flechas y filete en blanco reflejante.

Fig. 2.31 Señales informativas de servicios y turísticas





Fuente: Dispositivos para control de tránsito (Internet)

2.4.1.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL O MARCAS SOBRE PAVIMENTOS.

Son las indicaciones en forma de rayas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro de o adyacentes a las vías de circulación, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento con el fin de regular o canalizar el tránsito e indicar la presencia de obstáculos, sin distraer la atención del conductor.

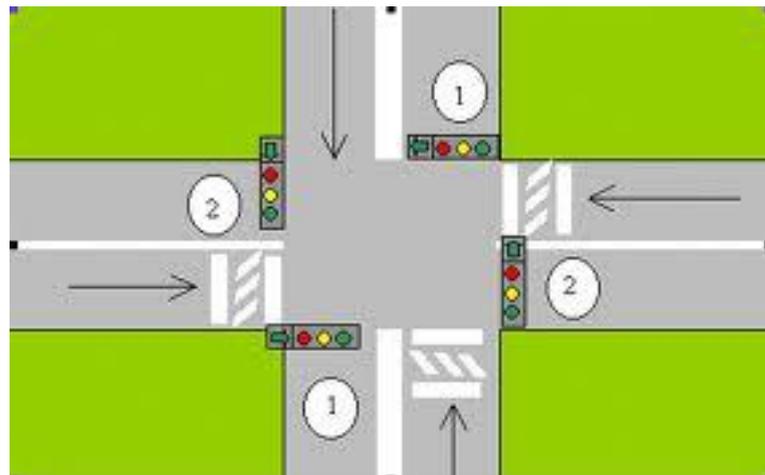
Las marcas sobre el pavimento son todas las rayas como: central sencilla continua o discontinua, adicional continua para prohibir el rebase, central doble continua, separadoras de carriles, en las orillas de calzada, canalizadoras, de parada, para cruce de peatones, con espaciamiento logarítmico, y para estacionamiento.

Los colores serán blanco o amarillo, y en algún caso negro sin ser una norma, sirviendo solamente como guía para lograr un contraste en pavimentos de color claro.

Fig. 2.32 muestra los diversos tipos de rayas y marcas en los pavimentos



Fig. 2.33 Ejemplo de señalización horizontal



TIPOS DE MARCAS SOBRE PAVIMENTO

Existen 5 tipos de marcas y son las siguientes:

1. separación de carriles
2. separación de sentidos
3. línea de parada
4. cruce de peatones

1. SEPARACIÓN DE CARRILES

Línea segmentada de color blanco cuyo espesor es de 10 cm. y longitud de 3 a 5 cm. pero normalmente hay una relación entre la separación sobre la señal es igual a 0.60.

Indica división de carriles: se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.

Fig.2.34



Línea central continua indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar.



2. SEPARACIÓN DE SENTIDOS

La señal amarilla es restrictiva no permite cruzar de un carril a otro.

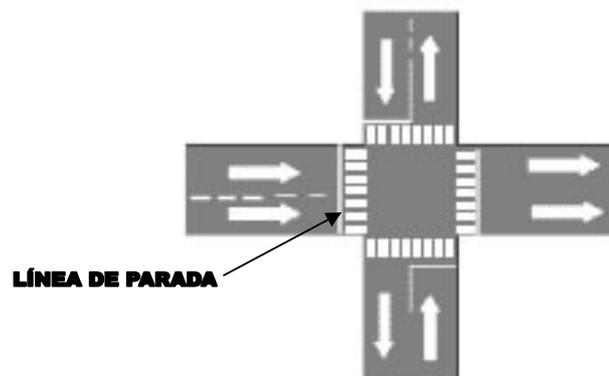
Fig. 2.35



3. ZONA DE PARADA

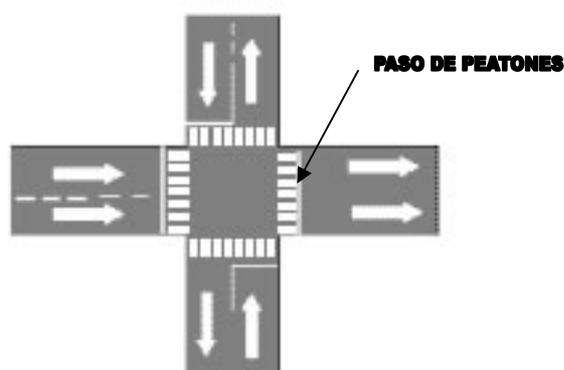
Delimitan el espacio dentro del cual deben de cruzar los peatones, los conductores de vehículos que tengan señal de alto deben detenerse sin invadir el área entre líneas.

Fig. 2.36



4. CRUCE DE PEATONES

Delimitan el espacio dentro del cual deben de cruzar los peatones, los conductores de vehículos que tengan señal de alto deben detenerse sin invadir el área entre líneas.



CAPÍTULO III

SEMAFORIZACIÓN

3.1 DEFINICIÓN

El semáforo es un aparato de funcionamiento electromagnético proyectado de modo específico para facilitar el control del tránsito de vehículos y peatones, con indicaciones visuales en el camino. 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.

También una de las maneras más efectivas de control vehicular y peatonal en una intersección es el uso de semáforo. El factor más importante que determina la necesidad para uso de semáforos en una intersección en sí, es el volumen de tránsito en el acceso a la intersección, así como el volumen de peatones y los accidente de tránsito.

3.2 CLASIFICACIÓN

De acuerdo a su función operacional los semáforos pueden clasificarse en:

- ✦ Semáforos para circulación vehicular:
- ✦ Semáforos para peatones
- ✦ Semáforos especiales

3.3 TIPOS DE SEMÁFOROS VEHICULARES Y PEATONALES

3.3.1 SEMÁFOROS VEHICULARES

a) Al lado de la vía de tránsito:

1. Postes entre 2.40 y 4.50 metros de alto. Lo que nos muestra la (figura 3.1)
2. Brazos cortos adheridos a los postes (a las mismas alturas).

b) Por encima y dentro de la vía de tránsito:

- 1.- Postes o pedestales en islas. (Figura 3.1)
- 2.- Brazos largos que se extienden de los postes dentro de la vía (Figura 3.2).
- 3.- Suspendidos mediante cables (Guayas). Lo que nos muestra la (figura 3.3).

Los accesorios de fijación deben permitir ajustes verticales y horizontales hasta cualquier ángulo razonable.

1) NÚMERO

Debe haber un mínimo de dos caras para cada punto de aproximación o acceso del tránsito vehicular a la intersección. Éstas pueden ser suplementadas con semáforos peatonales donde éstos sean requeridos, los cuales se ubicarán a cada lado del paso peatonal.

Las dos o más caras de semáforos adecuadamente instaladas les permitirán a los conductores observar prácticamente en todo momento al menos una indicación, aunque uno de los semáforos sea obstruido momentáneamente por camiones y

autobuses, y representa un factor de seguridad en caso de resplandor del sol del día, de luz excesiva por anuncios luminosos durante la noche.

2) UBICACIÓN TRANSVERSAL

El semáforo con soporte del tipo poste se ubicará a 0.60 metros medidos de la orilla exterior de su parte más saliente. Cuando no exista la acera, se ubicarán de tal manera que la proyección vertical de su parte más saliente coincida con el hombrillo del camino, fuera del acotamiento.

3) ALTURA

Para un buen funcionamiento, la parte inferior de la cara del semáforo tendrá una altura libre de:

- ✦ Para semáforos con soporte del tipo poste, altura mínima 2.30 metros. Altura máxima 3.50 metros, nos muestra la (fig. 3.1).
- ✦ Para semáforos con soporte del tipo ménsula larga (Fig. 3.2), altura mínima 5.30 metros. Altura máxima 6.00 metros.
- ✦ Para semáforos suspendidos por cables con una altura mínima 5.30 metros. Altura máxima 6.00 metros (Fig. 3.3).

4) FORMA

Todas las lentes de los semáforos para control vehicular deberán ser de forma circular, excepto las verdes con flechas, que pueden ser rectangulares.

Fig. 3.1 Semáforos montados en postes

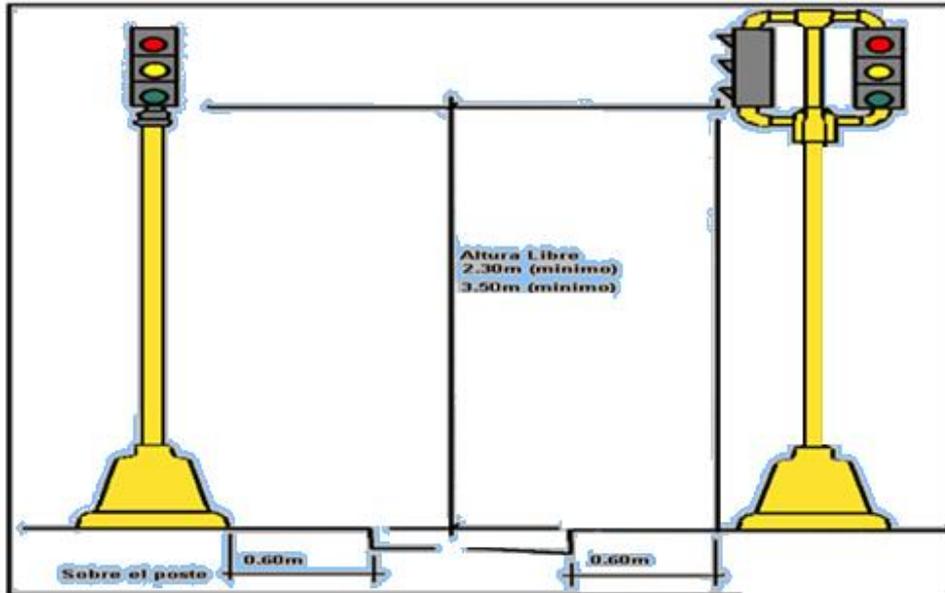


Fig. 3.2 Semáforo con ménsula larga y ménsula corta.

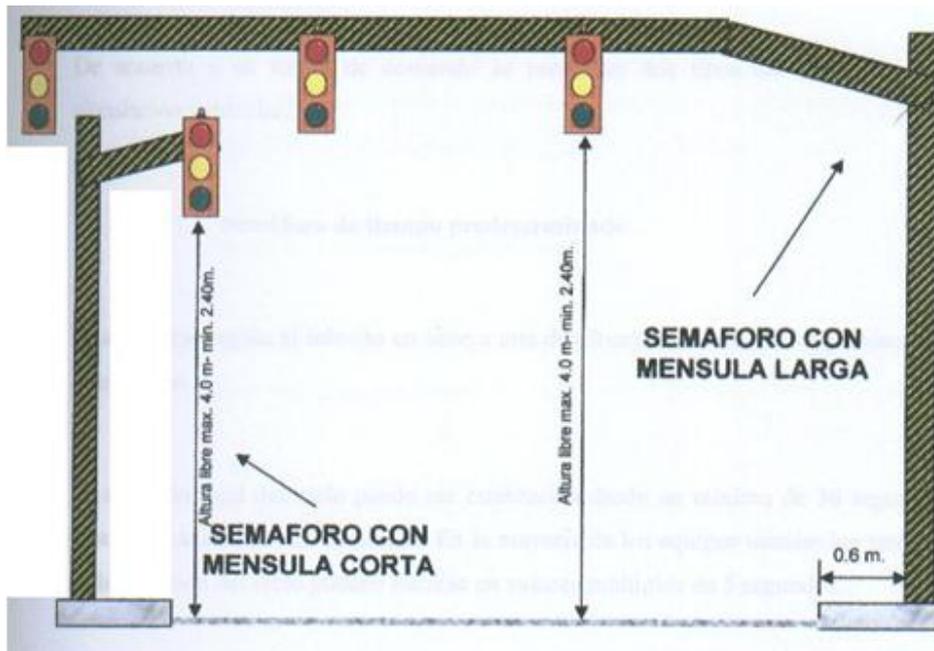
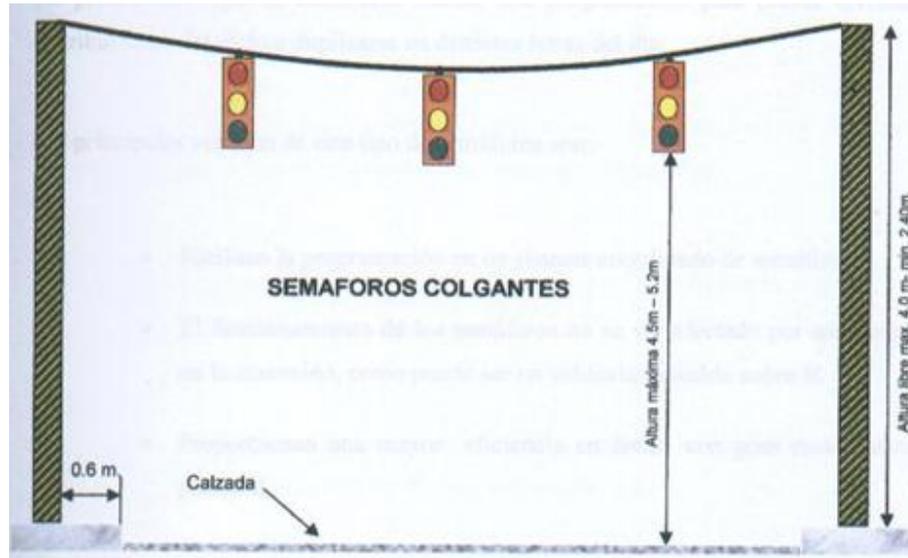


Fig. 3.3 Semáforo montado suspendido por cables



3.3.2 SEMÁFOROS PARA PASOS 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:

1. 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.

SIGNIFICADO DE LAS INDICACIONES (COLORES)

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.

C) La indicación de PASE en color verde intermitente significa que un peatón no deberá empezar a cruzar la calle en dirección de la señal, porque la luz de ésta va a cambiar a la indicación de PARE; cualquier peatón que haya iniciado su cruce durante la indicación fija deberá acelerar la marcha y seguir hasta la acera o la isla de seguridad. Puede utilizarse con el mismo fin la indicación de PARE intermitente.

2. En zonas escolares

Los semáforos en zonas escolares son dispositivos especiales para el control del tránsito de vehículos que se colocan en los cruces establecidos en las escuelas con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal.

Fig. 3.4 Semáforos en zonas escolares



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.

Fig. 3.5 Semáforo para peatones con la indicación alto y pase



Fig. 3.6 Semáforo para la indicación para dar paso a peatón



3.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS SEMÁFOROS VEHICULARES

Las características físicas de los semáforos son identificadas 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:

✦ 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 su vez contiene a las señales luminosas o focos.

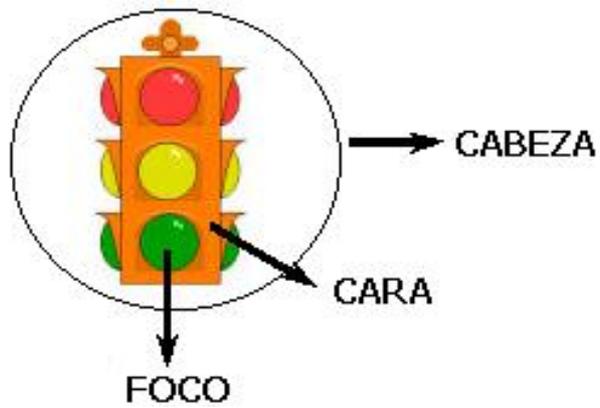
✦ CARAS

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

✦ FOCOS

Son lentes ópticos formados 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 último el verde y si hay señales adicionales como ser giros pueden ir debajo o a un costado de la señal verde.

Fig. 3.7 Característica de los Semáforos Vehiculares



3.4.1 SIGNIFICADO DE LOS COLORES

Figura. 3.8 Color e indicación del semáforo vehicular.

COLOR		INDICACION
ROJO		ALTO
AMARELO		TRANSICION
VERDE		SIGA

VERDE TOTAL.



El tránsito que observe esta luz puede seguir de frente o girar a la izquierda o derecha a menos que alguna señal prohíba el giro, sin embargo los conductores debe respetar el derecho de paso a otros vehículos o peatones que estén cruzando legalmente la intersección.

Los peatones que observen esta luz también pueden proceder a cruzar la vía dentro de los pasos marcados o no, a menos que existan semáforos peatonales que indiquen otra cosa.

AMARILLO FIJO.



La luz amarilla advierte que inmediatamente después aparecerá el rojo y el conductor, si aún puede debe detener el vehículo para esperar la próxima fase verde, esta fase verde preverá el tiempo suficiente para permitir el despeje de vehículos antes que entre el tránsito de la otra arteria.

ROJO FIJO.



El tránsito frente a la luz roja debe parar antes de la línea de pare que indique el paso peatonal y debe permanecer detenido hasta la aparición del verde. Ningún peatón debe entrar en la calzada a menos que un semáforo peatonal indique su paso.

Verde con Flecha de Frente



El tránsito que tenga esta señal debe seguir su marcha de frente sin hacer giros a ningún lado. Los peatones que se encuentren de frente a esta señal pueden cruzar la vía dentro de su paso marcado a menos que haya un semáforo peatonal que indique otra cosa.

Verde con Flecha de Giro

El tránsito que tenga esta señal debe entrar en la intersección con cuidado para hacer el giro indicado por la flecha verde.

Rojo Intermitente (Señal de Pare)

Cuando el semáforo está en rojo intermitente los conductores de vehículos deben detenerse antes del paso peatonal y el derecho a seguir estará sujeto a las normas vigentes para una señal de pare.

Amarillo Intermitente (Señal de Precaución)

Cuando el semáforo está en amarillo intermitente los conductores de vehículos a pueden pasar la intersección con suma precaución.

3.5 CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN DE SEMÁFOROS

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

3.5.1 CONDICIÓN N ° 1

VOLÚMENES MÍNIMOS.

Es deseable la instalación de semáforos cuando se exceden, durante un período de 8 horas de un día promedio, los valores consignados en la siguiente tabla.

Condición N ° 1 volúmenes mínimos

Tabla 3.1

Número de carriles de circulación por acceso		Vehículo por hora en la calle principal (total en ambos accesos)		Vehículo por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	500	350	150	105
2 o más	1	600	420	150	105
2 o más	2 o más	600	420	200	140
1	2 o más	500	350	200	140

Fuente: Libro de Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. (7ª Edición)

Cuando el 85% de los vehículos que circulan por la calle principal excede los 65 Km/h o cuando la intersección se encuentra en poblaciones menores de 10.000

habitantes, la condición de vehículos mínimos responde al 70% de los valores consignados en la anterior tabla

3.5.2 CONDICIÓN N ° 2

DEMORAS EN EL TRÁNSITO.

Si el tránsito de la arteria secundaria no alcanza los valores de la anterior tabla, pero los volúmenes de la arteria principal son elevados, es dable esperar que el tránsito de la vía secundaria sufra retardos excesivos o cruce con condiciones de seguridad no apropiadas.

Esta condición, recomienda la instalación de semáforos si se exceden los valores de la siguiente tabla, durante 8 horas consecutivas de un día promedio.

Condición N ° 2 demoras en el tránsito

Tabla 3.2

Número carriles de circulación por acceso		Vehículos por hora en la calle principal (total en ambos sentido)		Vehículos por hora en el acceso de mayor volumen de la calle secundaria. (un solo sentido)	
Calle principal	Calle secundaria	Urbano	Rural	Urbano	Rural
1	1	750	525	75	53
2 o más	1	900	630	75	53
2 o más	2 o más	900	630	100	70
1	2 o más	750	525	100	70

Fuente: Libro de Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. (7ª Edición)

3.5.3 CONDICIÓN N° 3

VOLUMEN MÍNIMO DE PEATONES

Se recomienda la instalación de semáforos que excedan los valores de la tabla siguiente durante ocho horas consecutivas de un día promedio.

Tabla 3.3

Tipo de Intersección	Total Veh/Hora Ambos Sentidos		Total Peat/Hora	Periodo mantenimiento de demanda (Hora)
	Calzada No Divida	Calzada Divida Cantero Central > 1.2 m.		
Fuera de áreas escolares	600	1000	150	8
Corresponde a áreas escolares	800		250	2

Fuente: Libro de Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. (7ª Edición)

Se considera que en cruces en inmediaciones de escuelas los alumnos no responden adecuadamente a las indicaciones de los semáforos, debiéndose controlar el tráfico peatonal hasta donde sea posible.

Se deben instalar semáforos cuando se exceden los valores correspondientes a la anterior tabla.

Cuando la velocidad del 85% de los vehículos que circulan por la arteria principal exceda los 65 Km /h, o cuando la intersección se encuentre en poblaciones de menos de 10.000 habitantes, la condición de valores mínimos responde al 70% de los consignados en la tabla anterior.

3.5.4 CONDICION N ° 4

SISTEMA COORDINADO DE SEMAFOROS

Un sistema coordinado de semáforos requiere, en ciertas circunstancias, la instalación de semáforos en algunas intersecciones que no cubran las condiciones anteriores.

La condición de movimiento coordinado exige que:

- ✦ 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.
- ✦ Si en una calle de doble sentido, los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporcionan el grado deseado de control de pelotón y velocidad, deben adicionarse semáforos intermedios a fin de lograr un eficiente funcionamiento del sistema.

3.5.5 CONDICIÓN N ° 5

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

En general se estima que los semáforos no reducen apreciablemente las tasas de accidentes, es más a veces se presentan mayor número de accidentes en intersecciones semaforizadas que antes de su instalación.

No obstante, se considera conveniente instalar semáforos si se estima que la operación vehicular así controlada aumentará en seguridad, disminuyendo fehacientemente los accidentes.

Para cumplir con la condición de prevención de accidentes es necesario que se verifiquen la totalidad de los siguientes eventos:

- ✦ Que se presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de regular importancia que puedan ser evitados mediante SemafORIZACIÓN.
- ✦ Que no exista ninguna otra medida preventiva adecuada.
- ✦ Que los valores de demanda de las tres primeras condiciones sean superiores en un 80% a los expresados en las tablas correspondientes.

3.5.6 CONDICIÓN N ° 6

COMBINACIÓN DE CONDICIONES

Puede justificarse la instalación de semáforos cuando ninguna condición aislada es satisfecha pero dos o más de ellas exceden el 80% de los valores establecidos individualmente para cada una.

Se debe destacar que cuando se instalan semáforos sin cumplir las exigencias establecidas es dable esperar que disminuya la eficiencia operativa de los vehículos e incluso aumente la tasa de accidentes.

Todas estas normas están basadas en el empleo de semáforos de tiempo predeterminado, los semáforos activados por el tránsito pueden justificarse con menores volúmenes.

Es conveniente que una instalación semafórica de tiempo predeterminado sea desactivada en los periodos de bajos volúmenes de tránsito (siempre que éstos se

mantengan en periodos de tiempo apreciables) y opere entonces con luces intermitentes de precaución o peligro.

3.6 SINCRONIZACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO Y FASE

La sincronización de los diferentes cambios de color, lo que se obtiene mediante la implementación del diseño necesario. Término que se usa para la sincronización de un semáforo.

3.6.1 CONTROLADOR

Es un dispositivo en una instalación de semáforo que cambia los colores indicados por las lámparas, de acuerdo con un plan fijo o variable. Donde el cual dan el derecho de paso mediante este controlador haciendo un acceso apropiado.

3.6.2 CICLO

La duración del ciclo es un parámetro que sirve, para tener el tiempo total del semáforo, también este tiempo se mide en segundos que se requiere de una secuencia completa de color, que varía de 35 a 120 segundos, este rango no puede ser menos de 35 y más de 120 segundos. Cuando se emplea ciclos de fases demasiado largas se tiende a perder eficiencia en la circulación del tránsito y disminuye sus condiciones de seguridad.

3.6.3 FASE

Es la parte de un ciclo que se le asigna a un flujo vehicular, o una combinación de dos o más flujos vehiculares, que tiene simultáneamente el derecho de paso durante uno o dos intervalos.

Los pasos que deben adoptar el estudio de las fases son los siguientes:

- ✦ Volumen de demanda vehicular
- ✦ Composición del tránsito vehicular
- ✦ Volumen de demanda peatonal
- ✦ Movimientos de giro

3.6.4 OBJETIVO DE LA SINCRONIZACIÓN DE LOS SEMÁFOROS

El objetivo de una sincronización de un semáforo en una intersección es reducir la demora promedio de todos los vehículos así como la probabilidad de accidentes. Para alcanzar los objetivos de diseño es necesario emplear un sistema de multifase de tres o más fases.

3.6.5 MÉTODOS PARA DETERMINAR EL CICLO

3.6.5.1 MÉTODO LA ECUACIÓN DE F. V. WEBSTER

Este método nos da una simulación y rango de condiciones de tránsito, el cual demostró que la demora mínima de los vehículos en una intersección, está dada por la ecuación.

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

Donde:

C_o = Tiempo óptimo de ciclo (Seg.)

L = Tiempo total perdido por ciclo (Seg.)

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

ϕ = Número de fases.

Así mismo las demoras no serán más del 20% de requerimiento mínimo.

3.6.5.2 MÉTODO DE CAPACIDAD DE CARRETERA (MCC)

Este método tiene como base capacidad, (flujo máximo basado en el tiempo efectivo de luz verde disponible) de un grupo de carriles. Ya que la tasa de flujo de saturación es la tasa de flujo máximo, cuando se dispone de un 100% de tiempo efectivo de la luz verde, la capacidad de un acceso depende del porcentaje de saturación del ciclo.

Ésta dada por:

$$C_i = S_i (g_i / C) \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde:

C_i = Capacidad del grupo de carriles i (vehículo / hora).

S_i = Tasa de flujo de saturación para el grupo de carriles o el acceso i (vehículo / hora de luz verde, o vehículo/hora/verde).

(g_i / C) = Relación de luz verde para el grupo de carriles.

g_i = Luz verde efectivo para el grupo de carriles i o para el acceso i .

C = Duración del ciclo.

La relación de flujo entre capacidad (v/c) se denomina grado de saturación y se expresa como:

	V_i	
$(v/c)_i = X_i =$	-----	(3.2)
	$S_i (g_i/C)$	

Donde:

X_i = Relación (v/c) para el grupo de carriles.

V_i = Tasa real de flujo para el grupo de carriles (vehículo/hora).

S_i =Flujo de saturación para el grupo de carriles o el acceso i (vehículo /Hora).

g_i = Tiempo efectivo de luz verde para el grupo de carriles i o para el acceso i (seg.).

Puede verse que cuando la tasa de flujo es igual a la capacidad, X_i es igual a 1, cuando la tasa de flujo es igual a cero, X_i es igual a cero.

Si se evalúa la intersección con respecto de su geometría y tiempo del ciclo total, se usa el concepto de la relación crítica-volumen entre capacidad (X_c). La relación crítica (v/c) se obtiene para la intersección total, la cual considera a los accesos críticos, que tiene la relación máxima de flujo (v/s), para cada fase de señalización. Esta relación crítica está dada por la ecuación.

$$X_c = \sum_i (v/s)_{ci} \frac{C}{(C - L)} \dots\dots\dots(3.3) \quad (3.3)$$

Donde:

X_c = Relación crítica v/s para la intersección.

$\sum_i(v/s)_{ci}$ = Sumatorias de las razones de los flujos reales entre el flujo de

saturación para todos los carriles, los grupos o acceso crítico.

C = Duración del ciclo (seg.).

L = Tiempo perdido total por ciclo calculado como la suma de tiempo perdidos (t_i),

Para cada fase crítica de la señalización, $L = \sum_i t_i$

3.6.5.3 NACIONAL SAFETY COUNCIL

Este método es de “Estado Unidos”, el cual consiste en registrar datos de volúmenes cada 5 minutos, en cada intersección que determina el número máximo de vehículo, si las calles se la nombra como 1 y 2, entonces los llamamos a los volúmenes máximos q_1 y q_2 respectivamente. También este método da como parámetro aquellas intersecciones que tiene semáforo para el cálculo de la misma que consiste en medir con un cronómetro las demoras o tiempo de entrada en las intersecciones, cuando los vehículos que entran en movimiento, ya sea con semáforo o con un policial de tránsito que le da el derecho de paso a los vehículos.

Luego de dar paso el policía, se toma en cuenta el tiempo que recorre el vehículo de la rueda trasera del primero que cruza el alcance del primer borde de la calzada de la ruta transversal a la dirección del tránsito considerado.

Tomando en cuenta los tiempo de entrada, el cual se mide los volúmenes máximos q_1 y q_2 de las corrientes vehiculares, los tiempos t_1 t_2 se saca de los valores medios de los tiempos de entrada, de la misma manera se determina i_1 y i_2 de la entrada de vehículo mencionado anteriormente y también se mide (segundo).

Luego de apretar el cronómetro del paso del primer vehículo se espera que pase el último vehículo del borde de la calzada transversal, para parar el cronometro para

tener el valor intermedio, el cual consiste en dividir el tiempo medido entre el número de vehículo del grupo menos uno, el cual no se toman en cuenta aquel grupo de vehículo que viene después.

V1 y V2 son aquellas velocidades medias que se mide en (Km. /Hr).

a) FÓRMULAS PARA DETERMINAR LOS INTERVALOS Y CICLOS

Entones decimos que, por el acceso de mayor volumen de la calle 1 tenemos esta ecuación:

$$n1 = \frac{q1 * C}{300}$$

Donde:

n1 = Número de vehículo que llega durante un ciclo (seg.)

q1 = Vehículo durante 5 minuto o 300 seg.

C = Es el número de segundo que hay durante un ciclo completo (Seg.).

Si tomamos en cuenta que si el 1° vehículo necesita t1 segundo para entrar en la intersección y el intervalo medio entre los vehículos es i1, los n1 vehículos necesitará un intervalo verde tv1 (Seg.) para cruzar la intersección cuya ecuación está dada por lo siguiente:

$$tv1 = (n1 - 1) * i1 + t1 \quad (3.0)$$

Reemplazando n1, entones la ecuación queda:

$$tv1 = \left(\frac{q1 * C}{300} - 1 \right) * i1 + t1 \quad (3.1)$$

Entonces para el acceso de calle 2 la ecuación será:

$$tv2 = \left(\frac{q2 * C}{300} - 1 \right) * i2 + t2 \quad (3.2)$$

Entonces el ciclo total será igual a la suma de los intervalos verde y amarillos para cada calle. t_{A1} y t_{A2} son intervalos amarillos para la calle 1 y 2 y está dada por la ecuación:

$$C = tv1 + tv2 + tA1 + tA2 \quad \dots\dots\dots(3.3)$$

Reemplazando los valores $tv1$ y $tv2$ de la ecuación (3.1) y (3.2) se tiene lo siguiente:

$$C = \left(\frac{q1 * C}{300} - 1 \right) * i1 + t1 + \left(\frac{q2 * C}{300} - 1 \right) * i2 + t2 + tA1 + tA2$$

Ahora reemplazado C se tiene la siguiente ecuación:

$$C = \frac{tA1 + tA2 + t1 + t2 - i1 - i2}{1 - 0.0033 * (q1 * i1 + q2 * i2)} \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Si tendríamos que igualar la ecuación 3.1 y 3.2 entonces los tiempos verdes varían de la siguiente manera para cada acceso.

$$G = 0.0033 * q1 * i1 * C + t1 - i1$$

$$G = 0.0033 * q2 * i2 * C + t2 - i2$$

3.7 TIEMPO DE FASE AMARILLA

La finalidad de la luz amarilla es avisar al conductor que va a aparecer la luz roja y que por lo tanto debe decidir si tiene tiempo para pasar antes de que se encienda la luz roja o por el contrario detener su vehículo si aún está en condiciones de hacerlo.

Para realizar el cálculo del tiempo amarillo se puede basar en los supuestos siguientes:

- ✦ 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.

Entonces la ecuación general del tiempo amarillo es:

$$ta = r + 3.6 * \left(\frac{e + s}{V} \right) \dots \dots \dots (3.5)$$

Donde:

r = Tiempo de reacción del conductor para frenar de 0.5 a 1 seg.

e= Es la distancia de frenado en (m).

s= Es la distancia en metros desde el lugar donde deben detenerse los vehículos hasta el borde opuesto de la calzada transversal a su movimiento.

V= Es la velocidad media a la proximidad de una intersección (Km./h)

Si consideramos que r es igual a 0.7 segundos y que los vehículos frenan con una desaceleración constante de 5 m/s², para un movimiento uniforme retardado se tendrá:

Entonces el espacio nos queda:

$$\text{Espacio} = (1/2) * (\text{velocidad}^2 / \text{aceleración})$$

$$e = \frac{V^2}{2 * 3.6^2 * 5} = \frac{V^2}{130} \dots\dots\dots(3.6)$$

El valor del tiempo de la fase amarilla puede ser expresado:

$$ta = 0.7 + \frac{V}{36} + \frac{3.6 * s}{V} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$s = a + s1$$

Donde:

a= el ancho de la calzada.

s1= El borde la calzada, esto es (4 m)

En la siguiente tabla se expresan los valores de la ecuación (3.5) para varias velocidades y anchos de intersecciones de 15 a 20 metros

Tabla 3.4 Valores de tiempo de fase amarilla

VALORES DE TIEMPO DE FASE AMARILLA		
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	TIEMPO DE FASE AMARILLA (Seg.)	
	ANCHO DE LA INTERSECCIÓN	
	15 m.	20 m.
30	3.4	4.0
40	3.3	3.8
50	3.5	3.9
60	3.8	4.1

Fuente: Libro de Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. (7ª Edición)

La tendencia en general es llegar a una duración del amarillo uniforme, con lo cual los conductores reaccionan siempre de la misma forma y es así que podemos observar que el valor de la fase amarilla varía entre 3 y 4 segundos, de acuerdo a las condiciones de la intersección.

Solamente en vías de gran velocidad se puede recurrir a tiempos de amarillo un poco más largos, aunque en estas vías no abundan los semáforos a no ser en puntos donde cambia el carácter de la calle o carretera, que pueden ser muy peligrosos y también es conveniente pre-señalizar adecuadamente.

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.

3.7.1 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, ésta 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 vehículo comercial.

La asignación de tiempos puede hacerse de acuerdo al siguiente detalle:

$$\frac{D_a}{t'a} * \frac{(A_a\% + E * K_a\%)}{100} = \frac{D_b}{t'b} * \frac{(A_a\% + E * K_a\%)}{100} \quad (3.8)$$

..... (3.9)

Donde:

Da, Db = volúmenes de demanda de cada calle en Veh / h.

t'a, t'b = duración fase verde en seg.

Aa, Ab = porcentaje de vehículos en %

Ka, Kb = Porcentaje de vehículos comerciales en %

E = Automóviles equivalentes por vehículo comercial

C = Duración total del ciclo en seg.

t''a, t''b = duración fase amarilla en seg.

El ciclo para cada calle de la intersección estará compuesto por:

$$t''a + t''a + t'''a = C \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

$$t''_b + t''_b + t'''_b = C \dots\dots\dots (3.11)$$

Donde:

t''_a y t''_b = duración de la fase roja en seg.

Por lo general si los tránsitos tienen composiciones similares, puede obviarse la consideración de la incidencia de los vehículos comerciales, operando directamente con los volúmenes totales.

$$\frac{Da}{t'a} = \frac{Db}{t'b} \dots\dots\dots (3.12)$$

Los cálculos anteriores sólo nos proporcionan un medio aproximado para determinar las asignaciones. Es así que debe verificarse además de los tiempos verdes asignados sean suficientes para que se verifique el cruce peatonal correspondiente. Ésto hace que en general no se adopten tiempos verdes inferiores a 16 segundos.

3.8 FASE VERDE

Se entiende por sincronismo u "onda verde" a aquel sistema de luces verdes semaforicas, instaladas en una calle o avenida, que permiten la circulación de los automóviles (sin detenciones) a una velocidad promedio determinada, a lo largo de toda su extensión. Se consigue circular en una onda verde si el automovilista circula a la velocidad promedio y circula siempre por la misma calle o avenida, cualquier desvío o giro implicará salirse de esa onda verde particular y se deberá esperar para retomar otra.

3.9 COORDINACIÓN DE SEMÁFOROS

3.9.1 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.

3.9.2 COORDINACIÓN EN CALLES DE DOBLE SENTIDO

Debe coordinarse el sistema para lograr una circulación uniforme y simultánea. 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.

3.9.2.1 COORDINACIÓN DEL SISTEMA SIMULTÁNEO

Este tipo de coordinación es aquella 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, amarilla y roja, la ventaja o desventaja de este tipo de coordinación está 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 que este método de a los conductores la posibilidad de circular a velocidades elevadas.

3.9.2.2 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 pueden 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.

3.9.2.3 SISTEMA PROGRESIVO

Este sistema permite la coordinación donde las distancias entre intersecciones 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.

3.10 APLICACIÓN PRÁCTICA EN LA CIUDAD DE BERMEJO

El estudio de semaforización está ubicado en la zona central de la ciudad de Bermejo se encuentra en la 2^{da} sección de la provincia Arce en el departamento de Tarija - Bolivia, este estudio tiene como referencia que en la zona de estudio se encuentra 2 mercados, 1 plaza principal, 1 santuario, 2 bancos, y los centros comerciales, como

así el comercio callejero y otras instituciones. Actualmente Bermejo tiene pavimentado un 60% de sus calles.

A medida que pasa el tiempo el crecimiento urbano, como también el parque auto motor se está incrementando, ésto hace que se tenga que realizar estudios de tráfico más aun si es de semaforización, ya que los parámetros para hacer este tipo de estudio cumple con las condiciones que requiere para instalar semáforos, como los accidentes de tránsito, índice de crecimiento vehicular, crecimiento poblacional y otros.

3.11 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS INTERSECCIONES

Fig. 3.9 Descripción de las intersecciones

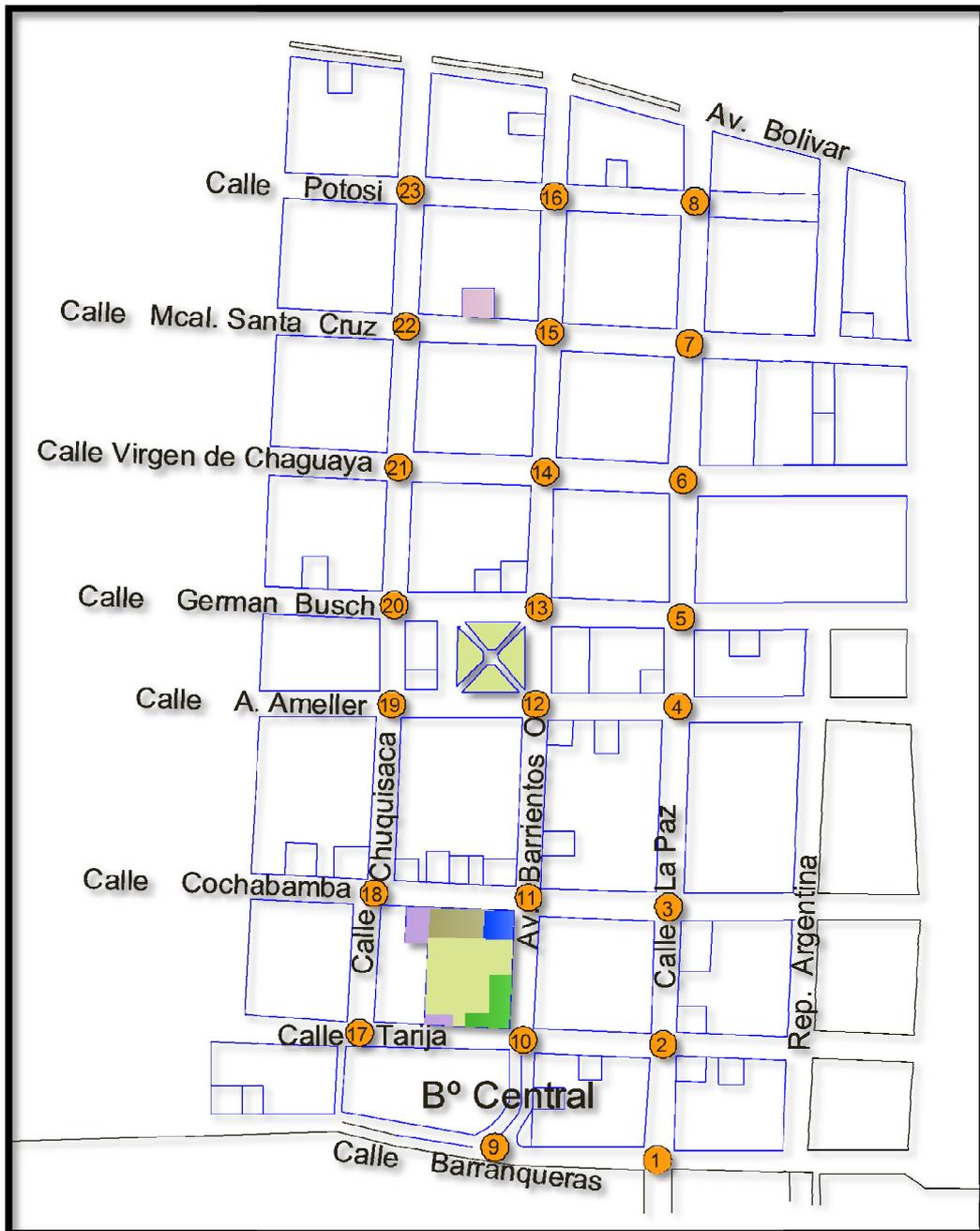


Tabla 3.5

Nº DE INTERSECCIONES	NOMBRE DE ITERSECCIONES
1	La Paz y Barranquera
2	La Paz y Tarija
3	La Paz y Cochabamba
4	La Paz y A. Ameller
5	La Paz y Germán Busch
6	La Paz y Virgen de Chaguaya
7	La Paz y Mcal Santa Cruz
8	La Paz y Potosí
9	R. Barrientos y Barranquera
10	R. Barrientos y Tarija
11	R. Barrientos y Cochabamba
12	R. Barrientos y A. Ameller
13	R. Barrientos y Germán Busch
14	R. Barrientos y Virgen de Chaguaya
15	R. Barrientos y Mcal. Santa Cruz
16	R. Barrientos y Calle Potosí
17	Chuquisaca y Tarija
18	Chuquisaca y Cochabamba
19	Chuquisaca y A. Ameller
20	Chuquisaca y Germán Busch
21	Chuquisaca y Virgen de Chaguaya
22	Chuquisaca y Mcal. Santa Cruz
23	Chuquisaca y Potosí

Fuente: Elaboración propia

3.12 PROCEDIMIENTO Y ETAPAS DE LOS AFOROS

3.12.1 AFORO DE VELOCIDADES

El procedimiento y método que se utilizó es el de la velocidad de punto, para la cual se midió 25 metros en la mitad de cada calle, se utilizó aforos manuales con el método del cronómetro para determinar el tiempo; en el cual se registraron 34 velocidades para así obtener la media aritmética de cada calle ya sean de calles principales y secundarias.

Con este método se determinó la velocidad en (m/seg.) y (Km/h), se aforó en las horas picos, 3 veces a la semana 2 días hábiles y 1 día no hábil, también se puede obtener, la mediana y la moda mediante cálculos estadísticos, donde la velocidad media se utilizó para la determinación de los tiempos de ciclos y fases, de cada intersección.

3.12.2 AFORO VEHICULAR

Para este objetivo, se utilizan personas para luego ubicarlas en las intersecciones, se uso el método de aforos manuales, el cual se registra en una planilla previamente diseñada, se aforó 20 minutos para luego multiplicar por 3 para obtener el aforo de una hora, se aforó durante las horas pico, 3 veces al día y 3 veces a la semana 2 días hábiles y 1 día no hábil. Este volumen se utilizó para la determinación de los tiempos de ciclos y fases para cada intersección.

3.12.3 AFORO PEATONAL

Se utilizó el mismo procedimiento que el de aforo vehicular durante 20 minutos y se lo multiplicó por 3 y se obtuvo el aforo de una hora, para determinar que intersección es más utilizada, ésto nos da un parámetro para ver que intersección requiere la instalación un semáforo peatonal.

3.13 VOLÚMENES

3.13.1 ESTUDIO DE VOLÚMENES

Este estudio consiste en recolectar datos de vehículos como de peatones, que pasan por una intersección en un determinado tiempo, este tiempo o periodo varía de 15 minutos hasta 1 año. Estos volúmenes pueden influir en sus características ya sea por tamaño, por la edad, movimiento direccional y otros.

3.13.2 VARIACIÓN DE VOLÚMENES

1.- Tránsito Diario Promedio (TDP)

Es el promedio del conteo de 24 horas recolectadas, en un número de días mayor de 1, pero menor que un año. Los TDP se usa para:

- ✦ Planificación de las actividades de la carretera.
- ✦ La medición de la demanda actual.
- ✦ La evaluación del flujo existente de tránsito.

2.- Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)

Es el promedio de conteo de 24 horas recolectando todos los días del año.

- ✦ Establecimiento de las tendencias de volumen de tránsito.
- ✦ El cálculo de la tasa de accidentes.
- ✦ La estimación de ingreso en las intersecciones
- ✦ Desarrollo de la autopista y de sistema de calles principales.
- ✦ Desarrollo de los programa de mejora y mantenimiento.

3.- Volumen de la Hora Pico (VHP)

Es el número de máximo de vehículo que pasa por un punto, durante un periodo de 60 minutos.

- ✦ La clasificación funcional de las carreteras.

- ✦ El diseño de las características geométricas de una carretera por Ej. Carriles, señalización de las intersecciones.
- ✦ Los análisis de capacidad.
- ✦ El desarrollo de programa con las operaciones de tránsito por Ej. Sistema de calles de un solo sentido o de rastreo de las rutas de tránsito.
- ✦ Regulación del desarrollo de estacionamiento.

4.- Clasificación de Vehículo (CV)

Registra el volumen respecto al tipo de vehículo por Ej. Automóviles de pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes.

- ✦ El diseño de las características geométricas, referido a los radio de giro, pendiente máxima, ancho de carril etc.
- ✦ Los análisis de capacidad, respecto al equivalente de pasajero - automóvil para los camiones.
- ✦ El ajuste de conteo de tránsito (aforo vehicular) obtenido por tipo de vehículo.
- ✦ El diseño estructural de los pavimentos de las carreteras.

3.14 MÉTODOS PARA REALIZAR CONTEOS DE VOLUMEN

Se tiene 2 métodos: el manual y el automático.

3.14.1 MÉTODO MANUAL

Para este método se utilizan personas, que registran los datos mediante una tabla diseñada para este propósito. La desventaja de este método es que es muy caro, (económicamente hablando).

Contador manual TMC/48

Es un manual manejado por personas, este contador sirve para registrar los tipos de vehículo y movimiento al girar hacia la derecha o izquierda en una intersección, cuenta con varios botones para diversos tipos de vehículo, que se separa 48 intervalos de tiempo para almacenar en una memoria de semiconductor, se utiliza un acoplador de transmisión para teléfono, después se lleva a un paquete de software a una computadora para luego procesar e imprimir.

Desventaja

- 1.- Se utiliza mucha gente y por lo que es caro.
- 2.- Tiene deligaciones de factor humano.
- 3.- No se puede utilizar para periodos largos de conteo.

Fig. 3.10 Contador manual TMC/48



3.14.2 MÉTODO AUTOMÁTICO

Clasificador de Tránsito de Vehículos TRANS Q.-

El contador clasificador de tránsito de tipo radar Trans Q es un dispositivo confiable de medición de tránsito no intrusivo.

El Trans Q es fácil de instalar al costado del camino con una PDA (Palm) y no perturba el volumen del tránsito. El sensor detecta a todos los vehículos pasantes en dos direcciones, obteniendo su longitud, velocidad y clasificación. Los datos son fácilmente recobrados tanto con una PDA (Palm) o con conexión wireless (GPS o Bluetooth).

- Radar clasificador no intrusivo que provee una alta resolución de la velocidad, volumen y clasificación por longitud.
- Detección de dos carriles- capacidad de dos direcciones.
- Rango de velocidad entre 3 y 199 km/h.
- Alcance de radar de hasta 30 metros
- Memoria de hasta 1,6 millones de vehículos.
- Batería recargable.
- Opción de panel solar.

Fig. 3.11 Clasificador de tránsito de Vehículos Tras Q



WAVETRONIX SMART SENSOR SERIES

- Este equipo recoge datos de tránsito precisos de alta definición monitoreando el tránsito desde elevaciones regulables pudiendo llegar a medir o censar hasta 12 carriles en simultáneo.
- Su Radar Dual mide el volumen del tráfico, la velocidad de los vehículos individuales, la velocidad promedio, la velocidad percentil 85, intervalos promedio, distancia media, ocupación de carriles (detecta hasta 12 carriles en forma simultánea), presencia y clasificación de vehículos.
- Fácil de instalar y operar.
- Trabaja sobre barreras, barandillas y medianas.
- Detecta en forma precisa los vehículos que se cambian de carril.
- Es accesible en forma remota, casi no requiere mantenimiento en el lugar de instalación.

Fig. 3.12 Wavetronix Smart



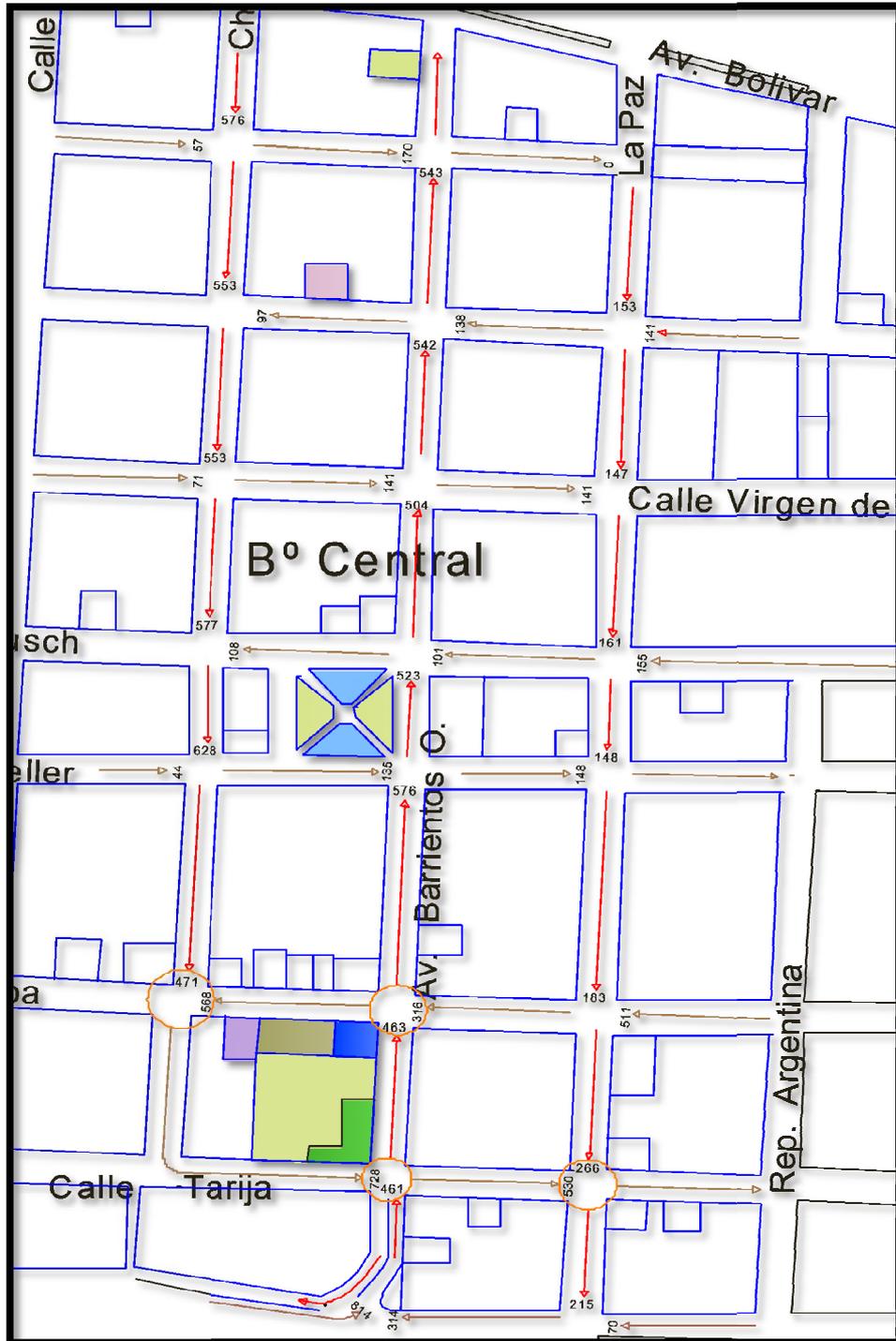
3.14.3 RESULTADOS DE LOS AFOROS DE VOLUMEN

Como se mencionó anteriormente el proceso y etapas del volumen de vehículos como de peatones, ahora pasamos a ver mediante una planilla el resumen general de los aforos, ya que su contenido en más detalle se verá en el anexo de volumen vehicular como el anexo de volumen peatonal.

3.14.3.1 FLUJO DIRECCIONAL

Este flujo se pudo realizar mediante los diferentes aforos que se realizó, el cual nos dio como resultados, lo que gráficamente se está representando; este flujo representa el mayor volumen de la zona de estudio, y de las incidencias o críticas que puede representar este flujo direccional.

Fig. 3.13 descripción del flujo vehicular



3.14.3.2 RESULTADOS DEL VOLUMEN VEHICULAR

En la siguiente planilla se ve los resultados vehiculares y los detalles en el anexo mencionado.

Tabla 3.6 Resultados de volumen vehicular

INTERSECCION N°	HORA	LIVIANO		MEDIANO		PESADO		SUB TOTAL	TOTAL
		Publico (Veh/hora)	Privado (Veh/hora)	Publico (Veh/hora)	Privado (Veh/hora)	Publico (Veh/hora)	Privado (Veh/hora)		
INTERSECCION N° 1	7:00 A 8:00	77	95	14	40	7	14	247	285
	12:00 A 13:00	96	114	19	50	3,6	9	291,6	
	18:00 A 19:00	99	112	24	55	3,3	23	316,3	
INTERSECCION N° 2	7:00 A 8:00	324	218	39	79	4,3	3,3	667,6	796
	12:00 A 13:00	317	348	44	97	3	1,6	810,6	
	18:00 A 19:00	326	426	48	104	2	3	909	
INTERSECCION N° 3	7:00 A 8:00	236	279	38	73	1	0,3	627,3	694
	12:00 A 13:00	270	269	37	119	0,6	3	698,6	
	18:00 A 19:00	261	367	31	93	0,3	2,6	754,9	
INTERSECCION N° 4	7:00 A 8:00	102	122	6	55	0,6	1,6	287,2	296
	12:00 A 13:00	104	100	2,6	59	0,6	1,6	267,8	
	18:00 A 19:00	121	134	5,6	68	0	3	331,6	
INTERSECCION N° 5	7:00 A 8:00	106	124	4,6	65	0,3	1,6	301,5	316
	12:00 A 13:00	94	121	4	46	0,6	1,6	267,2	
	18:00 A 19:00	128	159	3,6	86,3	0	3	379,9	
INTERSECCION N° 6	7:00 A 8:00	93	119	2,6	58	1	3	276,6	288
	12:00 A 13:00	92	113	2	45	0,6	1,3	253,9	
	18:00 A 19:00	111	140	5,3	74	0	2,6	332,9	
INTERSECCION N° 7	7:00 A 8:00	101	115	6,6	56	0,6	2,6	281,8	294
	12:00 A 13:00	78	102	2,6	44	1,3	3	230,9	
	18:00 A 19:00	121,3	150	7,6	88	0,3	1	368,2	
INTERSECCION N° 8	7:00 A 8:00	64	52	4,3	27	0,3	1,6	149,2	157
	12:00 A 13:00	40	53	2,3	21	0,3	2	118,6	
	18:00 A 19:00	65	92	4,3	41	0,3	2	204,6	
INTERSECCION N° 9	7:00 A 8:00	589	332	86	86	9	15	1117	1.158
	12:00 A 13:00	542,6	334	97	91	9	8	1081,6	
	18:00 A 19:00	644	384	90	120	5,6	31	1274,6	
INTERSECCION N° 10	7:00 A 8:00	584	197	74	77	0	0,3	932,3	1.189
	12:00 A 13:00	649	341	66,3	146	0,3	1	1203,6	
	18:00 A 19:00	666,3	509	91	163	2	0	1431,3	
INTERSECCION N° 11	7:00 A 8:00	348	113	45	52	1,6	2,3	561,9	779
	12:00 A 13:00	434	230	47,6	112	0	0	823,6	
	18:00 A 19:00	483	296,6	41	128	1	2	951,6	
INTERSECCION N° 12	7:00 A 8:00	252	193	16,6	62	0,6	1,3	525,5	714
	12:00 A 13:00	214,6	358	17,3	121	1	0,6	712,5	
	18:00 A 19:00	370,6	405,3	18,3	110	0,3	0,3	904,8	
INTERSECCION N° 13	7:00 A 8:00	171	226,6	26,3	62	0,3	1	487,2	624
	12:00 A 13:00	182,3	304	30,3	54	1,3	1	572,9	
	18:00 A 19:00	296	424	27	63	0,3	0,6	810,9	
INTERSECCION N° 14	7:00 A 8:00	203,3	232	16,3	59	0,3	2	512,9	645
	12:00 A 13:00	228	262	14	70	0,6	1,6	576,2	
	18:00 A 19:00	338	409	15,3	83	0	0,6	845,9	
INTERSECCION N° 15	7:00 A 8:00	220	257	16,3	70	0,3	0,6	564,2	680
	12:00 A 13:00	238	333	16,3	81	0,3	0,6	669,2	
	18:00 A 19:00	324	361,6	19	99,6	0	2	806,2	
INTERSECCION N° 16	7:00 A 8:00	264	262	17,6	70,6	0,3	1,6	616,1	713
	12:00 A 13:00	309,3	281	18,3	93	0	0,3	701,9	
	18:00 A 19:00	348	339	27,3	106	0,3	1	821,6	

INTERSECCION N° 15	7:00 A 8:00	220	257	16,3	70	0,3	0,6	564,2	680
	12:00 A 13:00	238	333	16,3	81	0,3	0,6	669,2	
	18:00 A 19:00	324	361,6	19	99,6	0	2	806,2	
INTERSECCION N° 16	7:00 A 8:00	264	262	17,6	70,6	0,3	1,6	616,1	713
	12:00 A 13:00	309,3	281	18,3	93	0	0,3	701,9	
	18:00 A 19:00	348	339	27,3	106	0,3	1	821,6	
INTERSECCION N° 17	7:00 A 8:00	261	190	30	26	0	0	507	570
	12:00 A 13:00	280	194	40	64	0	0	578	
	18:00 A 19:00	323	209	42	52	0,3	0	626,3	
INTERSECCION N° 18	7:00 A 8:00	498	283	54,3	60	0,3	0,6	896,2	1.039
	12:00 A 13:00	506	360	77,3	131	0,3	1	1075,6	
	18:00 A 19:00	561,6	379	81	123	0,3	1,6	1146,5	
INTERSECCION N° 19	7:00 A 8:00	236	290	16	54	0,6	0,3	596,9	672
	12:00 A 13:00	231	305,3	23,3	68,6	0,6	1,3	630,1	
	18:00 A 19:00	284	418	23	63	0	0,3	788,3	
INTERSECCION N° 20	7:00 A 8:00	250	287	14,6	54,3	0,3	0,3	606,5	685
	12:00 A 13:00	251	312	18	65,3	0	0,6	646,9	
	18:00 A 19:00	310	407	20,3	64	0	0	801,3	
INTERSECCION N° 21	7:00 A 8:00	208	257	14,3	48,3	0,3	1	528,9	624
	12:00 A 13:00	236	306	19	55	0,3	0	616,3	
	18:00 A 19:00	280	365	19,3	62,3	0	1,6	728,2	

Fuente: Elaboración propia

3.14.3.3 RESULTADOS DEL VOLUMEN PEATONAL

Aquí vemos el resumen de la planilla de peatones y los detalles se verán en el anexo correspondiente de peatón.

Tabla 3.7 Resultados de volumen de peatón

INTERSECCIÓN N°	HORA	CALLE PRINCIPAL ESTE A OESTE	CALLE SECUNDARIA NORTE A SUR	SUB TOTAL	TOTAL
INTERSECCIÓN N° 1	7:00 A 8:00	53	54	107	109
	12:00 A 13:00	56	51	107	
	18:00 A 19:00	56	55	111	
INTERSECCIÓN N° 2	7:00 A 8:00	117	68	185	190
	12:00 A 13:00	98	75	173	
	18:00 A 19:00	132	79	211	
INTERSECCIÓN N° 3	7:00 A 8:00	79	48	127	110
	12:00 A 13:00	57	26	83	
	18:00 A 19:00	88	42	130	
INTERSECCIÓN N° 4	7:00 A 8:00	58	36	94	104
	12:00 A 13:00	59	37	96	
	18:00 A 19:00	70	51	121	
INTERSECCION N° 5	7:00 A 8:00	79	33	112	111
	12:00 A 13:00	65	34	99	
	18:00 A 19:00	80	43	123	
INTERSECCIÓN N° 6	7:00 A 8:00	64	34	98	92
	12:00 A 13:00	51	29	80	
	18:00 A 19:00	63	34	97	
INTERSECCIÓN N° 7	7:00 A 8:00	56	31	87	87
	12:00 A 13:00	45	33	78	
	18:00 A 19:00	63	33	96	
INTERSECCIÓN N° 8	7:00 A 8:00	0	0	0	0
	12:00 A 13:00	0	0	0	

	18:00 A 19:00	0	0	0	
INTERSECCIÓN N° 9	7:00 A 8:00	134	151	285	269
	12:00 A 13:00	130	125	255	
	18:00 A 19:00	115	152	267	
INTERSECCIÓN N° 10	7:00 A 8:00	133	265	398	428
	12:00 A 13:00	123	295	418	
	18:00 A 19:00	149	319	468	
INTERSECCIÓN N° 11	7:00 A 8:00	111	241	352	366
	12:00 A 13:00	94	261	355	
	18:00 A 19:00	114	276	390	
INTERSECCIÓN N° 12	7:00 A 8:00	96	197	293	308
	12:00 A 13:00	96	199	295	
	18:00 A 19:00	101	235	336	
INTERSECCIÓN N° 13	7:00 A 8:00	72	259	331	342
	12:00 A 13:00	64	213	277	
	18:00 A 19:00	91	328	419	
INTERSECCIÓN N° 14	7:00 A 8:00	66	269	335	323
	12:00 A 13:00	61	224	285	
	18:00 A 19:00	70	277	347	
INTERSECCIÓN N° 15	7:00 A 8:00	71	249	320	310
	12:00 A 13:00	72	222	294	
	18:00 A 19:00	74	242	316	
INTERSECCIÓN N° 16	7:00 A 8:00	73	266	339	322
	12:00 A 13:00	62	220	282	
	18:00 A 19:00	77	271	348	
INTERSECCIÓN N° 17	7:00 A 8:00	0	0	0	0
	12:00 A 13:00	0	0	0	
	18:00 A 19:00	0	0	0	
INTERSECCIÓN N° 18	7:00 A 8:00	133	165	298	270
	12:00 A 13:00	90	140	230	
	18:00 A 19:00	121	181	302	
INTERSECCIÓN N° 19	7:00 A 8:00	58	85	143	137
	12:00 A 13:00	58	68	126	
	18:00 A 19:00	64	78	142	
INTERSECCIÓN N° 20	7:00 A 8:00	72	76	148	160
	12:00 A 13:00	62	85	147	
	18:00 A 19:00	86	100	186	
INTERSECCIÓN N° 21	7:00 A 8:00	72	80	152	169
	12:00 A 13:00	66	86	152	
	18:00 A 19:00	94	109	203	
INTERSECCIÓN N° 22	7:00 A 8:00	102	88	190	194
	12:00 A 13:00	105	88	193	
	18:00 A 19:00	103	96	199	
INTERSECCIÓN N° 23	7:00 A 8:00	57	73	130	144
	12:00 A 13:00	59	85	144	
	18:00 A 19:00	74	85	159	

Fuente: Elaboración Propia

3.15 VELOCIDAD

El estudio de velocidades se realiza para estimar la distribución de la velocidad de los vehículos en un flujo vehicular y en un lugar específico en una carretera como en las calles de un área urbana. La velocidad se mide en (m/seg.), (Km./hr.) o (mi/hr). Se interpreta que la velocidad es igual a la distancia dividida entre tiempo.

3.15.1 ESTUDIO DE VELOCIDADES DE LA HORA Y DEL DÍA

La hora del día para realizar el estudio de velocidad depende del propósito del estudio. Si la finalidad del estudio es establecer límites de velocidad visibles, observar tendencias de velocidad, o recolectar datos básicos, la recolección del estudio deberá ser tal que registre el número mínimo de registro requeridos para el análisis estadístico. Comúnmente es de 1 hora y el tamaño de la muestra de al menos 30 vehículos.

3.15.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA LOS ESTUDIOS DE VELOCIDADES

La velocidad calculada es el promedio para obtener un valor medio de todas las velocidades de los vehículos de la muestra, mientras si el tamaño de la muestra es significativo es menor el valor límite aceptable para un error estimado. Se usa procedimiento estadístico para determinará el tamaño de la muestra.

3.15.2.1 VELOCIDAD PROMEDIO

Es la media aritmética de todas las velocidades. Y tiene la siguiente fórmula.

$$U = \frac{\sum f_i * u_i}{\sum N}$$

Donde:

u = Media aritmética.

f_i = Número de observaciones en cada grupo de velocidad.

u_i = Valor medio para el grupo i-ésimo de velocidad.

N = Número de valores observados

La fórmula también se puede escribir como:

$$U = \frac{\sum u_i}{N}$$

u_i = Velocidad del i -ésimo vehículo.

3.15.2.2 LA DESVIACIÓN ESTANDAR DE LAS VELOCIDADES

Es una medida de la dispersión de las velocidades individuales. Está dada como:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (U_j - \bar{U})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar.

U = Media aritmética.

U_j = j - ésima observación.

N = Número de observaciones.

3.15.3 MÉTODO PARA REALIZAR ESTUDIOS DE VELOCIDAD

Ya que los estudios de velocidades son manuales y automáticos, a continuación se describirán los métodos automáticos.

1. Detectores de camino.
2. Medidores con el principio Doppler (del tipo radar).
3. Dispositivo electrónico.

1.- DETECTORES DE CAMINO

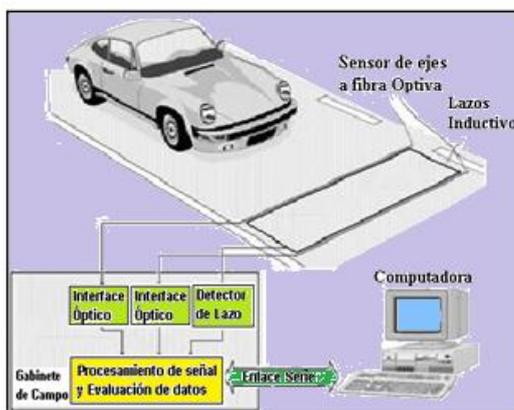
Éstos se clasifican en manguera neumático para camino y espirales inductoras. Estos dispositivos sirven para recolectar datos de velocidad y datos de volumen, donde la ventaja de este detector es que reduce la probabilidad del error, su desventaja es que los dispositivos son costosos, y también se usa los tubos neumático que afectan al conductor y produce una distorsión de la distribución de velocidades. El Cual se logra separando los detectores a una distancia de 1 a 4.6 m.

Manguera neumática: Son sensores de ejes que detectan el paso del vehículo en base al impulso de presión que se genera. Pueden contar y clasificar, pero solo para utilización temporal y en tránsitos fluidos. Cuando la manguera atraviesa varios carriles debe estar protegida (con “Roadtrax” o similar) en los carriles en los que no esté efectuando la medida. Hay que cuidar también la fijación de la manguera a la calzada para evitar que los vehículos la arrastren o la rompan.

Circuito Inductor.-

Es un alambre rectangular que se entierra bajo la tierra, que crea un campo eléctrico cuando un vehículo de motor pasa sobre el alambre y causa un amplificado impulso que es enviado al conductor.

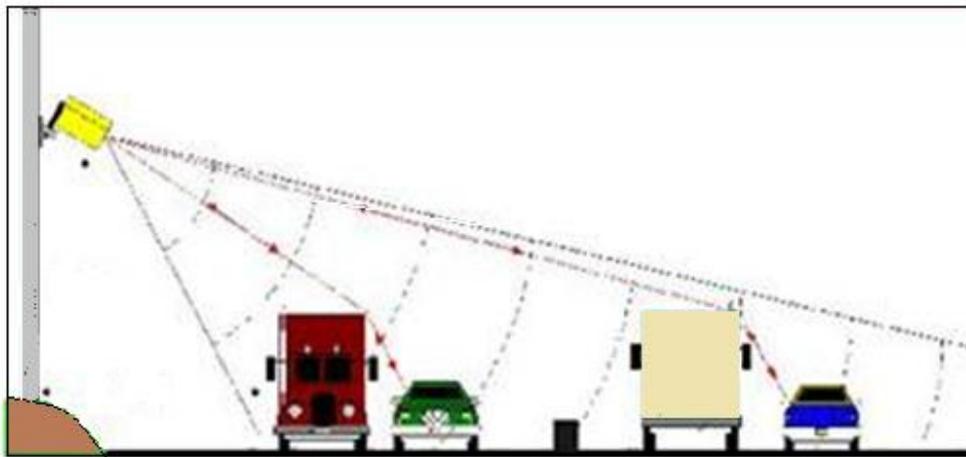
Fig. 3.14 Tubo Neumático



2.- Medidores con el Principio de Doppler

El efecto Doppler establece que la frecuencia de una señal recibida depende de la frecuencia de la señal transmitida y del movimiento relativo entre el transmisor y el receptor.

Fig. 3.15 Medidor SpeedAce



Este medidor trabaja con un ángulo, ya que se encuentra con la dirección del vehículo en movimiento y la línea que une los centros del transmisor y el vehículo, si el ángulo es cero, se tiene un error que está ligada con el coseno del ángulo, lo que conduce a una velocidad más baja, pero este error no es tan grande ya que el coseno es menor que 1.

La ventaja es que no se usan tubos magnéticos, el equipo se puede colocar en lugares donde pasan desapercibidos por el conductor del vehículo. Este medidor mide la velocidad mediante láser y se le puede meter al bolsillo ya que cabe en la mano, también este radar mide a vehículos aislado a una distancia de 1312 pies que esto equivale a unos 400 metros.

3.- Dispositivo Electrónicos

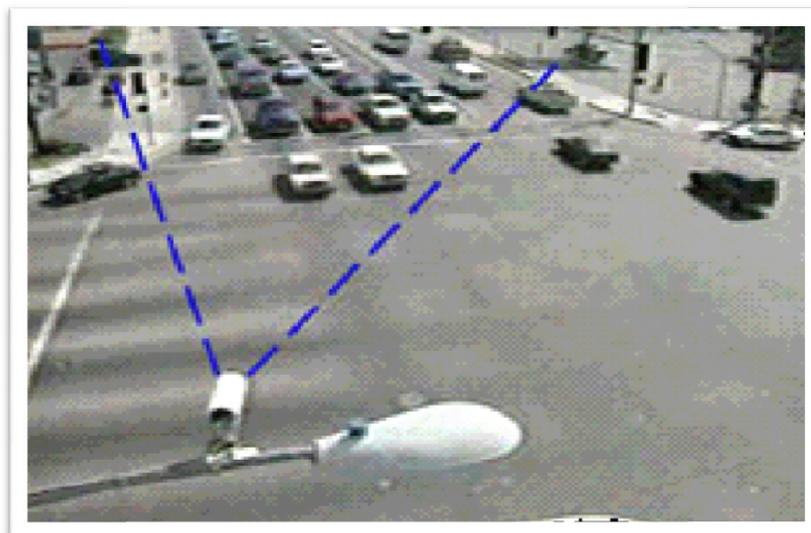
Este detector se mide por medio electrónico el cual calcula la velocidad, volumen, colas y los intervalos de tiempo de dos vehículos que van en una misma dirección y en la misma vía.

La ventaja de este dispositivo que es un sistema de visión de máquina que procesa imágenes de video, el cual recibe imágenes del camino y el microprocesador determina el paso del vehículo, este sistema es el autoscopio.

El autoscopio es un detector inalámbrico con una sola cámara que puede reemplazar muchas espirales, pero además puede instalarse sin molestar las operaciones de tránsito, éste se configura ya sea manual o con el uso del software que suministra una función de las condiciones del tránsito

Fig. 3.16 El autoscopio

a) Muestra el Autoscopio instalado en una intersección



b) La figura nos muestra el autoscopio



Fig. 3.17 Gráfico de Volumen Vehicular

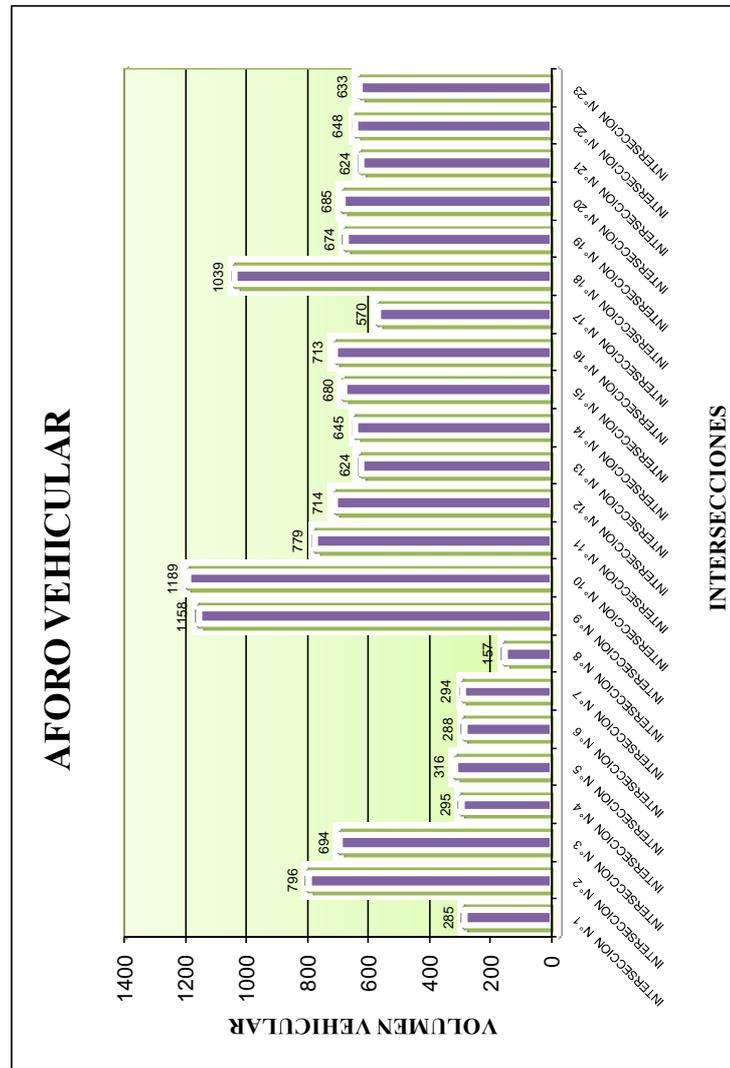


Fig. 3.18 Gráfica de porcentaje del volumen vehicular

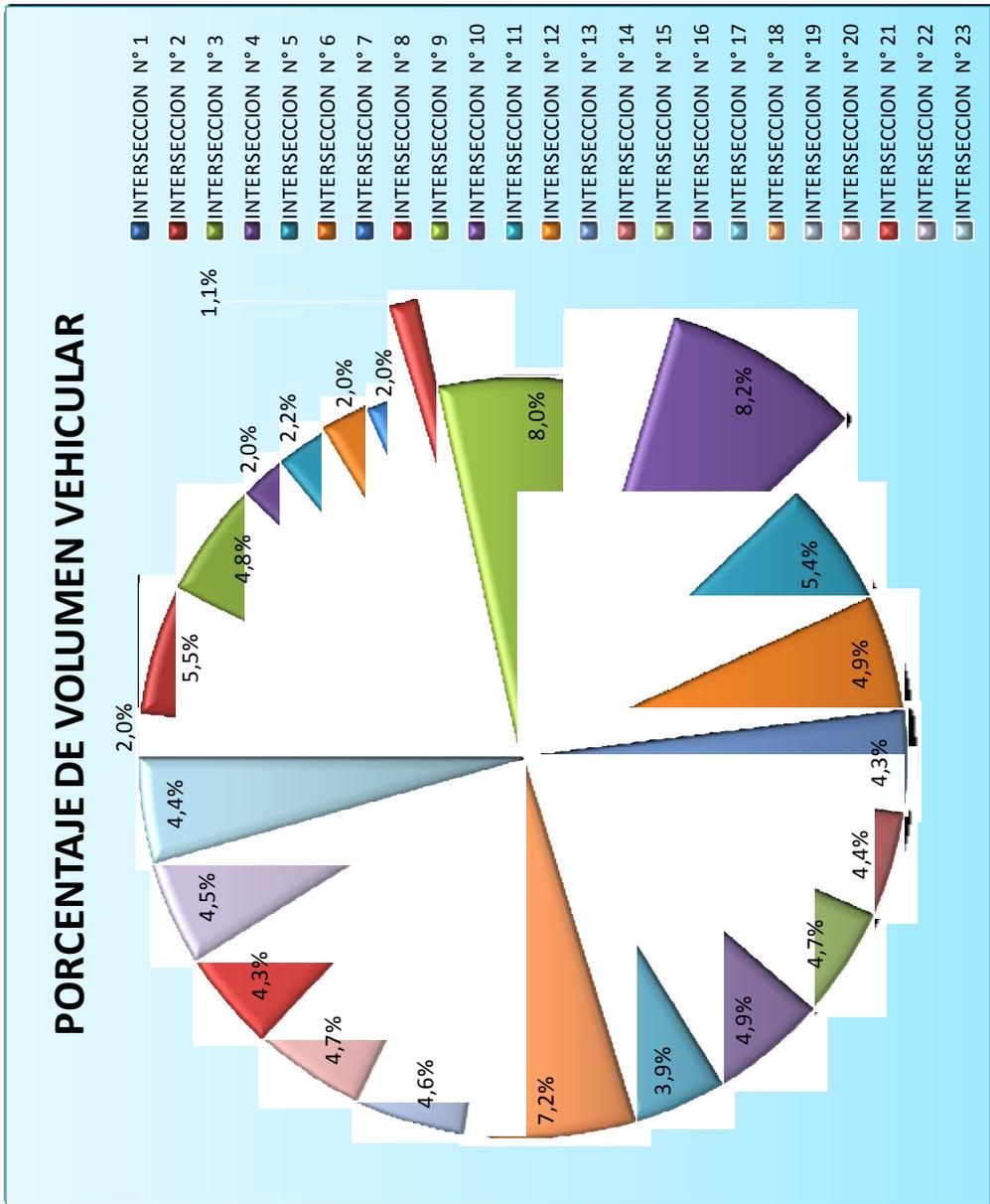


Fig. 3.19 Gráfica de volumen peatonal

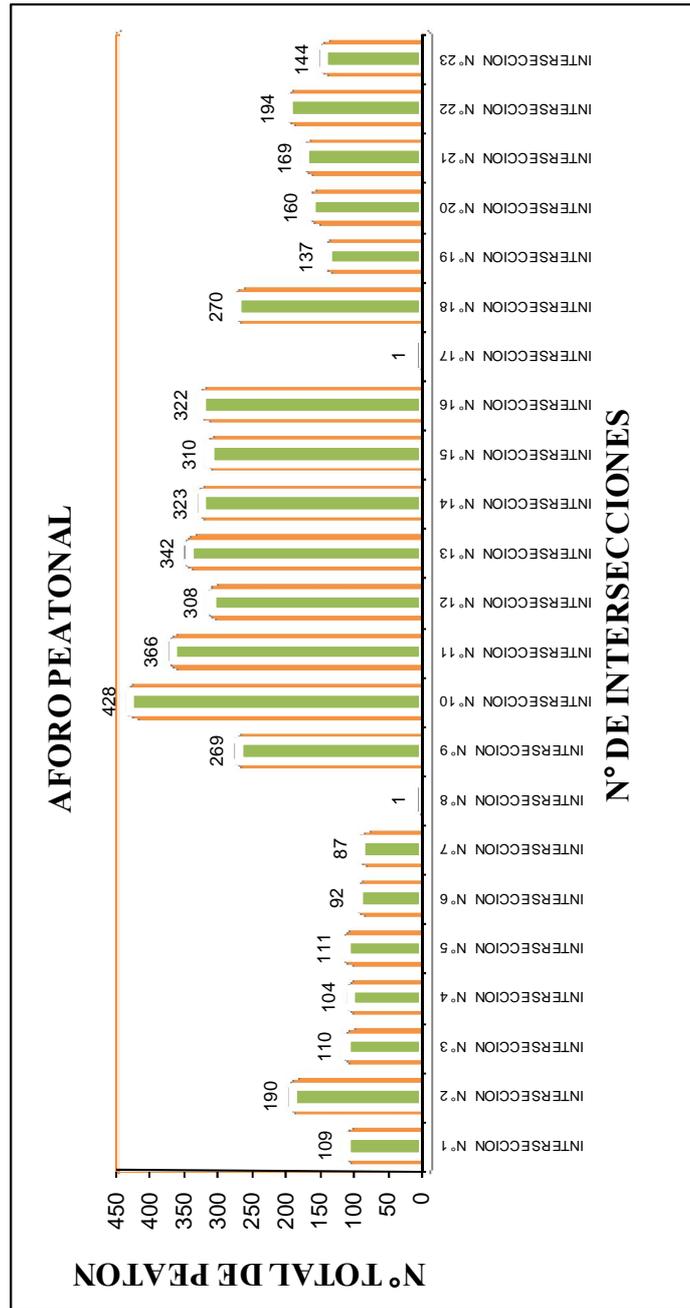
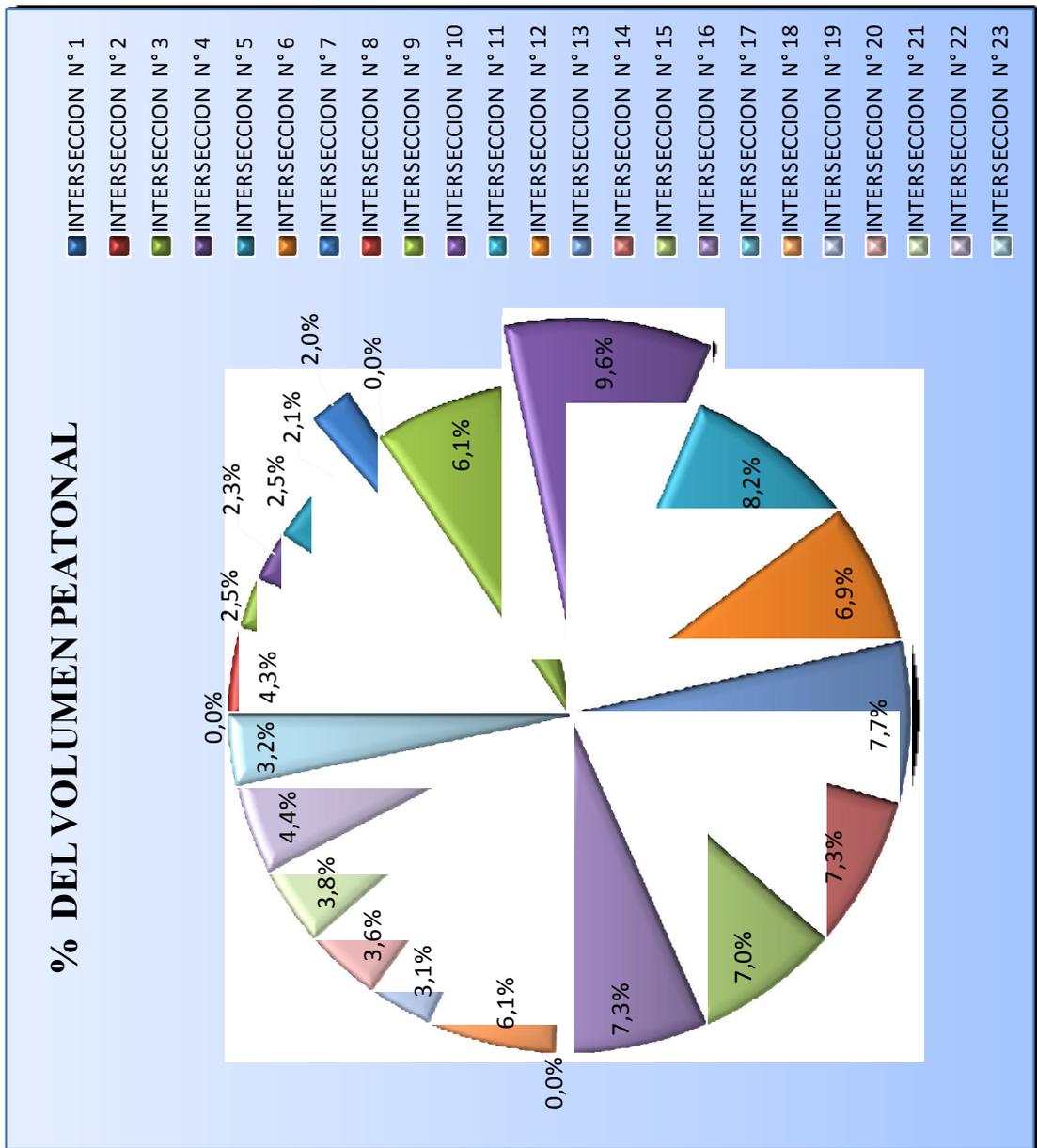


Fig. 3.20 Gráfica de porcentaje peatonal



3.15.4 TIPOS DE VELOCIDAD

Existen varios tipos de velocidad las cuales se mencionan a continuación:

- ⊕ Velocidad de recorrido total.
- ⊕ Velocidad de crucero.
- ⊕ Velocidad de directriz o velocidad de diseño.
- ⊕ Velocidad de punto.

3.15.4.1 VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL

Es la que recorre un espacio definido, sobre el tiempo que tarda en recorrerlo, en el cual se registra el recorrido y las demoras. Es también la que da el flujo direccional. Esta dada por la ecuación:

$$VR = \frac{DR}{(tc + td)}$$

Donde:

VR = Velocidad de recorrido total en (km/h).

DR = Distancia de recorrido (Km.)

tc = Tiempo de circulación (Hr)

Td = Tiempo de demora (Hr).

3.15.4.2 VELOCIDAD DE CRUCERO

Es parecido a la velocidad de recorrido con la diferencia que no se toma en cuenta la demora. Esta velocidad es menor que la velocidad de punto, está dada por la ecuación.

$$V_c = \frac{dr}{tc}$$

Donde:

V_c = Velocidad de cruce (Km.).

dr = Distancia de recorrido (Km.).

tc = Tiempo de circulación (Hr).

3.15.4.3 VELOCIDAD DE DIRECTRIZ

Esta velocidad sirve para el diseño geométrico de carreteras o calles. También se la considera como la velocidad de un 80% o más del conjunto de vehículo que recorre a dicha velocidad, ya que ninguno de las anteriores velocidades mencionadas sirve para dicho diseño, Pero la velocidad de punto es un medio para obtener la velocidad de circulación, el cual se adopta como velocidad de proyecto.

3.15.4.4 VELOCIDAD DE PUNTO

En esta velocidad se mide simplemente un estrecho o sección en una calle o carretera a diferentes distancias de 25, 30, 50 o 100 metros el cual se calcula la velocidad con la ayuda de un cronometro para determinar el tiempo, esta velocidad se mide en un flujo libre sin demora, y trabaja con velocidades medias.

3.15.4.5 RESULTADOS DE VELOCIDAD

En la siguiente planilla mostramos los resultados de las velocidades en las diferentes intersecciones, los detalles se verán en el anexo correspondiente de velocidad.

Tabla: 3.8 Resultados de velocidades



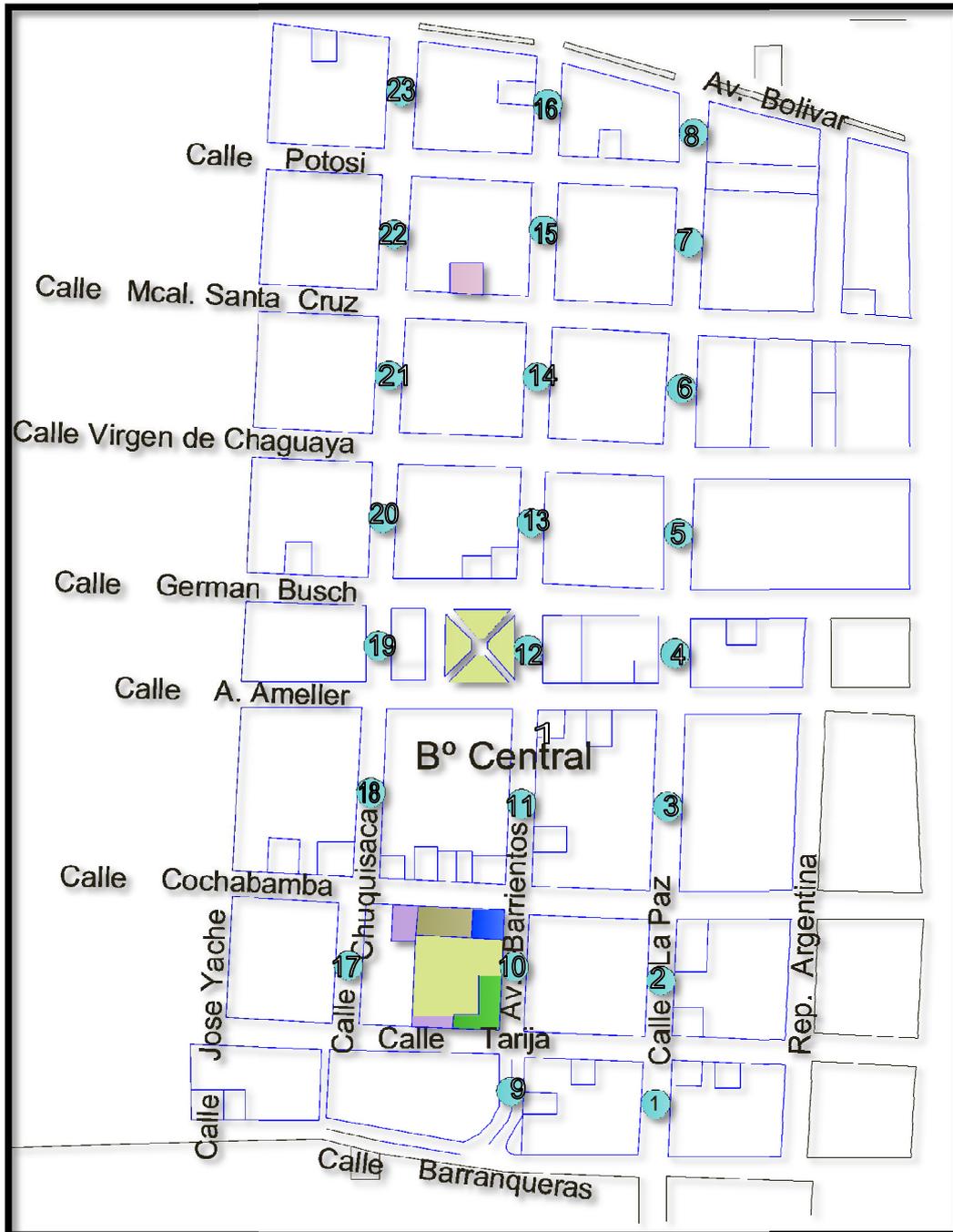
Fuente: Elaboración Propia

Tabla: 3.9 Número de Velocidades

N° de calles	UBICACIÓN DE AFOROS DE VELOCIDAD		
	La Paz	Entre	Barranquera y Tarija
1	La Paz	Entre	Tarija y Cochabamba
2	La Paz	Entre	Cochabamba y A. Ameller
3	La Paz	Entre	A. Ameller y Germán Busch
4	La Paz	Entre	Germán Busch y Virgen de Chaguaya
5	La Paz	Entre	Virgen de Chaguaya y Mcal. Santa Cruz
6	La Paz	Entre	Mcal. Santa Cruz y Potosi
7	La Paz	Entre	Potosi y Bolivar
8	R. Barrientos	Entre	Barranquera y Tarija
9	R. Barrientos	Entre	Tarija y Cochabamba
10	R. Barrientos	Entre	Cochabamba y A. Ameller
11	R. Barrientos	Entre	A. Ameller y Germán Busch
12	R. Barrientos	Entre	Germán Busch y Virgen de Chaguaya
13	R. Barrientos	Entre	Virgen de Chaguaya y Mcal. Santa Cruz
14	R. Barrientos	Entre	Mcal. Santa Cruz y Potosi
15	R. Barrientos	Entre	Potosi y Bolivar
16	Chuquisaca	Entre	Tarija y Cochabamba
17	Chuquisaca	Entre	Cochabamba y A. Ameller
18	Chuquisaca	Entre	A. Ameller y Germán Busch
19	Chuquisaca	Entre	Germán Busch y Virgen de Chaguaya
20	Chuquisaca	Entre	Virgen de Chaguaya y Mcal. Santa Cruz
21	Chuquisaca	Entre	Mcal. Santa Cruz y Potosi
22	Chuquisaca	Entre	Potosi y Bolivar

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 3.21 Puntos de aforos de velocidad



3.16 INFORME DE CRECIMIENTO ANUAL DE MOTORIZADOS EN LA CIUDAD DE BERMEJO PROPORCIONADO POR LA G.M.B.

Tabla 3.10 Registro del parque automotriz

GESTIÓN	REGISTRADOS	INCREMENTADOS
2008	3806	385
2009	4191	220
2010	4411	183

Fuente: Gobierno Municipal de “Bermejo”

Esta información fue proporcionada por el gobierno municipal de “Bermejo” no son datos reales tomando en cuenta aquellos vehículos que no tienen registro de radicación en la ciudad de “Bermejo”, aquellos automóviles indocumentados que existen en la ciudad, automóviles que entran de la República Argentina y las motocicletas que en un 90% no están registrados legalmente, además este tipo de motorizados supera en cantidad a los automóviles. Esto hace que no se muestre la realidad del parque automotriz registrado en el Municipio de “Bermejo”.

3.17 NÚMERO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA CIUDAD DE BERMEJO

Datos proporcionados por la unidad operativa de tránsito de las gestiones 2008 a 2010, de los cuales se ve en las tablas las diferentes causas de accidentes, clase de vehículos y clases de accidentes.

TIPO DE ACCIDENTES							
Gestión 2009	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
Colisiones	8	15	7	14	13	18	75
Atropellos	6	4	5	3	5	3	26
Choques a objetos fijos	9	10	9	7	5	3	43
Choques a veh. Est.	0	1	0	0	0	1	2
Vuelcos	0	1	1	1	2	3	8
Embarrancamientos	0	1	0	1	1	2	5
Caída de pasajero	0	0	1	0	0	0	1
Caída de motocicleta	5	9	8	10	5	7	44
Incendio de vehículos	1	0	0	0	0	0	1
Otros	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	29	41	31	36	31	37	205

CAUSAS DE ACCIDENTE							
Gestión 2009	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
Embriaguez	12	11	12	9	10	13	67
Falla Mecánica	2	1	0	1	0	0	4
Imprude. Del conductor	5	9	5	7	7	8	40
Imprude. Del peatón	3	5	6	3	5	4	26
Estaciona. Peligroso	0	0	0	0	0	0	0
Exceso de velocidad	7	3	0	4	6	5	25
Mala maniobra	2	3	2	2	2	2	13
Cruzar peligrosamente	2	4	4	3	2	1	16
No cumplir normas de T	2	3	4	1	3	1	14
Encandilamiento	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	35	38	33	30	35	34	205

TIPO DE VEHÍCULOS							
Gestión 2009	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	TOTAL
Automóviles taxis	3	3	3	3	4	2	18
Automóviles particulares	5	2	1	0	2	1	11
Ambulancias	0	0	0	0	0	0	0
Camiones	1	0	1	0	1	2	5
Camionetas	5	5	6	5	4	0	25
Jeeps	2	2	3	2	0	2	11
Omnibuses	5	1	5	2	2	2	17
Mini Buses	0	1	0	0	0	0	1
Vagonetas	7	6	8	12	14	20	67
Volquetas	0	0	1	0	0	0	1
Motocicletas	5	9	8	10	5	7	44
Otros	0	1	1	0	2	1	5
TOTAL	33	30	37	34	34	37	205

Tabla 3.11 Resumen de accidentes de tránsito de 2006 a 2009

DAMNIFICADOS	2006	2007	2008	2009	TOTAL
Heridos	57	44	50	63	214
Fallecidos	7	5	5	4	21
Total	65	49	55	67	235

Fuente: Unidad operativa de tránsito "Bermejo"

3.18 ESTACIONAMIENTO Y PARADA

Es el espacio o superficie que está destinado a la ocupación de los vehículos ya sean grandes o chicos, esto dependerá de la dimensión de los automóviles, podemos encontrarlos dentro o fuera de la calle o ruta, donde existen diferentes causas para la detención de estos automóviles que pueden ser comerciales, laborales, de negocio y otros. Pero también existe otra definición de estacionamiento y parada referente al vehículo.

a). PARADA:

Se redacta una nueva definición de parada como inmovilización del vehículo para realizar cualquier actividad momentánea siempre y cuando dicho tiempo no supere los dos minutos, así como para cargar o descargar cosas con la misma limitación temporal. Con esta nueva definición se permite apagar el motor (en la actualidad puedes parar el coche con el contacto puesto).

b). ESTACIONAMIENTO:

Se conoce como estacionamiento o aparcamiento al acto de dejar inmovilizado un vehículo por un tiempo indeterminado

Dimensión de los Estacionamientos

Tabla 3.12

Vehículos Chicos	b = 4.2m	h = 2.2m
Vehículos Medianos	b = 5.0m	h = 2.4m
Vehículos Grandes	b = 6.0m	h = 2.5m

3.18.1 ESTACIONAMIENTOS Y PARADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

Se recorrió toda la zona para identificar cuantas paradas y estacionamientos existen en esta área de estudio, los cuales mencionamos a continuación.

3.18.1.1 CALLES PRINCIPALES

CALLE LA PAZ

1.- La Paz entre Barranquera y Tarija.

- ✚ Estacionamiento público a la derecha debido a la presencia del hotel Paris.

2.- La Paz entre Tarija y Cochabamba.

- ✚ Parada al lado izquierdo debido a la presencia del policlínico de I.A.B.

3.- La Paz entre Cochabamba y Ameller.

- ✚ Estacionamiento público a la derecha e izquierda no señalada (Zona comercial).

4.- La Paz entre Ameller y Germán Busch.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda no señalada (Zona comercial).

5.- La Paz entre Germán Busch y Virgen de Chaguaya

- ✦ Estacionamiento privado al lado izquierdo no señalado (zona militar).

6.- La Paz entre Virgen de Chaguaya y Santa Cruz.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierdo (zona escolar).

7.- La Paz entre Santa Cruz y Potosí

- ✦ Estacionamiento público a la derecha no señalado

8.- LA PAZ ENTRE POTOSÍ Y BOLIVAR

- ✦ Estacionamiento publico a la derecha no señalado

AVENIDA RENÉ BARRIENTOS.

9.- R. Barrientos entre Barranquera y Tarija.

- ✦ Estacionamiento reservado a la derecha (zona comercial).
- ✦ Estacionamiento reservado a la derecha (canal de televisión RED UNO).
- ✦ Estacionamiento reservado a la izquierda (Radio Provincia)
- ✦ Estacionamiento público al lado derecho e izquierdo sin señal

10.- R. Barrientos entre Tarija y Cochabamba.

- ✦ Parada de taxis 15 de abril al lado izquierdo (mercado central)

- ✦ Parada de trufis de líneas 1, 3 y 4 (zona comercial)
- ✦ Estacionamientos privados reservados a la derecha (zona comercial).
- ✦ Estacionamiento público a la derecha sin señal (zona comercial).

11.- R. Barrientos entre Cochabamba y A. Ameller

- ✦ Estacionamientos públicos a la derecha e izquierda no señalada. (zona comercial)
- ✦ Estacionamiento privado reservado a la derecha e izquierda (zona comercial)
- ✦ Estacionamiento reservado al lado izquierdo (Banco Nacional de Bolivia)

12.- R. Barrientos entre A. Ameller y Germán Busch.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha señalizada (Iglesia Catedral).
- ✦ Estacionamiento público a la izquierda señalada (Plaza Principal).

13.- R. Barrientos Entre G. Busch y V. de Chaguaya

- ✦ Estacionamiento reservado a la izquierda (PRODEM).
- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial)

14.- R. Barrientos entre v. de Chaguaya y Mcal. Santa Cruz.

- ✦ Estacionamiento reservado a la derecha (Instituto de Idiomas (U.A.J.M.S.)).
- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial)

15.- R. Barrientos entre Mcal. Santa Cruz y Potosí

- ✦ Estacionamientos reservados a la derecha e izquierda (zona comercial).

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial).

16.- R. Barrientos entre Potosí y Bolívar.

- ✦ Estacionamiento público a la izquierda sin señal (Mercado Campesino).
- ✦ Estacionamiento público a la derecha sin señal (zona comercial).

CALLE CHUQUISACA.

17.- Chuquisaca entre Tarija y Cochabamba.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial).
- ✦ Estacionamiento reservado (casa de cambio).

18.- Chuquisaca entre Cochabamba y A. Ameller.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial).

19.- Chuquisaca entre A. Ameller y Busch.

- ✦ Estacionamiento reservado a la derecha (Abogados).
- ✦ Estacionamiento público a la derecha sin señal.

20.- Chuquisaca entre G. Busch y V. de Chaguaya.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal.

21.- Chuquisaca entre V. de Chaguaya y Mcal. Santa Cruz.

- ✦ Estacionamiento público a la derecha e izquierda sin señal.

22.- Chuquisaca entre Mcal. Santa Cruz y Potosí.

- ✦ Estacionamiento reservado a la izquierda (Biblioteca Municipal).
- ✦ Estacionamiento reservado a la izquierda (Central Obrera Regional).
- ✦ Estacionamiento publico a la izquierda y derecha sin señal (zona instituciones públicas Alcaldía Municipal, Centra Obrera y Biblioteca Municipal)

23.- Chuquisaca entre Potosí y Bolívar.

- ✦ Estacionamiento publico a la derecha e izquierda sin señal (zona comercial).

3.18.1.2 CALLES SECUNDARIAS

CALLE BARRANQUERA

1.- Barranquera entre La Paz y Barrientos.

- ✦ Estacionamiento privado a la derecha sin señal (Empresa Constructora Casa Grande).

CALLE TARIJA.

1.- Tarija entre La Paz y Barrientos.

- ✦ Estacionamiento sin señal a la izquierda y derecha (zona comercial).

3.- Tarija entre Barrientos y Tarija.

- ✦ Estacionamiento a la izquierda sin señal (zona comercial Mercado Central).

- ✦ Estacionamientos reservados a la derecha (zona comercial, casas de cambio)

CALLE COCHABAMBA.

1.- Cochabamba entre La Paz y Barrientos.

- ✦ Estacionamiento privado a la izquierda (Colegio de Arquitectos).

2.- Cochabamba entre Barrientos y Chuquisaca.

- ✦ Estacionamiento reservado a la izquierda (Comando Nacional de la Policía).
- ✦ Estacionamientos reservado a la izquierda (Oficina Central de ENTEL)
- ✦ Estacionamiento reservado a la derecha (Banco Nacional de Bolivia)

CALLE A. AMELLER

1.- A. Ameller entre La Paz y Barrientos.

- ✦ Estacionamiento privado Al lado derecho (Edificio Central de I.A.B).

2.- A. Ameller entre Barrientos y Chuquisaca.

- ✦ Estacionamiento público al lado izquierdo señalado (plaza principal)

CALLE GERMÁN BUSCH.

1.- G. Busch entre Barrientos y Chuquisaca.

- ✦ Estacionamiento público al lado izquierdo (plaza principal y coliseo cerrado)
- ✦ Estacionamientos público al lado derecho sin señalización

CALLE MCAL SANTA CRUZ.

1.- Mcal. Santa Cruz entre Barrientos y Chuquisaca.

- ✦ Estacionamiento reservado sin señalización (Alcaldía Municipal).

3.18.1.3 FOTOS EN HORAS PICO DE DIFERENTES INTERSECCIONES

Fotografía a las 7:00 de la mañana en la intersección René Barrientos y Cochabamba, donde los peatones corren peligro, ya que en este punto se encuentran zonas comerciales.

Fig. 3.22



Plaza principal que está sobre la avenida Barrientos entre las calles A. Ameller y G. Busch

Fig. 3.23



Intersección de la Avenida Barrientos y Tarija.

Fig. 3.24



Intersección de la calle Chuquisaca y Cochabamba en este punto la calle Cochabamba se convierte en doble sentido.

Fig. 3.25



3.18.1.4 IMÁGENES DE ESTACIONAMIENTO Y PARADA DE LA CIUDAD DE “BERMEJO”

La imagen muestra el estacionamiento público como también privado como se ve en la foto y se encuentra en la avenida Barrientos entre Tarija y Cochabamba

Fig. 3.26



La imagen muestra la parada de taxis 15 de Abril.

Fig. 3.27



La imagen muestra una intersección donde no se requiere la instalación de semáforos.

Fig. 3.28



3.19 SEMAFORIZACIÓN

3.19.1 ANÁLISIS DE CONDICIONES PARA UNA SEMAFORIZACIÓN

Para realizar una semaforización en cualquier parte del mundo se debe cumplir con requisitos o condiciones que se debe realizar mediante aforos, para ver si esto se cumple o no; A continuación presentamos el cuadro de resumen de las condiciones.

Tabla: 3.13 Condiciones para colocar semáforos

CONDICIÓN PARA INSTALAR SEMÁFOROS								
Intersección	Condición 1	Condición 2	Condición 3	Condición 4	Condición 5	Condición 6	Condiciones que cumple	Condición
1	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
2	Si	No	No	No	Si	Si	3	Si Cumple
3	Si	No	No	No	Si	No	2	Si Cumple
4	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
5	Si	No	No	No	No	No	1	No Cumple
6	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
7	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
8	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
9	Si	No	Si	No	Si	Si	3	Si Cumple
10	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
11	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
12	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
13	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
14	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
15	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
16	Si	No	Si	No	Si	Si	4	Si Cumple
17	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
18	Si	No	Si	No	Si	Si	3	Si cumple
19	No	No	No	No	No	No	0	No Cumple
20	No	No	Si	No	No	No	1	No Cumple
21	No	No	Si	No	No	No	1	No Cumple
22	No	No	Si	No	Si	No	2	Si Cumple
23	No	No	Si	No	No	No	1	No Cumple

Fuente: Elaboración Propio

3.19.2 DISEÑO DE LA SEMAFORIZACIÓN

Como se ve en los resultados obtenidos de los diferentes aforos, se puede apreciar también, las distancias de eje a eje de las intersecciones y las velocidades medias que se utilizó tomando como referencias los volúmenes, se opto por conveniente utilizar semáforos de tiempo predeterminado, el cual consiste en trabajar en toda el área delimitado para tener el mismo ciclo y la misma fase al mismo tiempo, quiere decir, que si en una intersección está rojo, en la otra intersección siguiente también. Este diseño se determinó en función de las características volumétricas de las intersecciones, donde su característica principal es que se puede aplicar o adaptar a un programa ya diseñado que existe actualmente en diferentes departamentos este

tipo de diseño su nombre común es tiempo fijo o simultaneo, lo que muchos lo llaman señales luminoso de tiempo fijo.

3.19.3 OBTENCIÓN DE LOS RESULTADOS DE CICLOS Y FASES

Para determinar los diferentes ciclos y fases para los accesos de cada intersección se tuvo que calcular con el método de “Nacional Safety Council” de (Estados unidos), ya que los otros métodos como el de ecuación de f. v. Webster, y el método de capacidad de carretera (MCC), se tendría que utilizar otros parámetros que no se contempla en este proyecto, como ser la capacidad de accesos y los niveles de servicio el cual se necesitaba como datos.

El método que se utilizó se tuvo que modificar los volúmenes con que se trabajó, ya que este método trabaja con volúmenes de 5 minutos y los volúmenes con que se trabajó son volúmenes horarios entonces llevándole de minuto a hora y la fórmula queda de la siguiente manera:

$$n1 = \frac{q1 * C}{3600} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Ni = # de vehículo que llega durante un ciclo.

q1 = Vehículo de 1hora o 3600 seg.

C = Es el número de segundos que hay en un ciclo completo.

Para determinar la fase verde se tiene la siguiente expresión:

$$G1 = (n1 - 1) * i1 + d1 = \left(\frac{q1 * C}{3600} - 1 \right) * i1 + d1 \dots\dots\dots (2)$$

Lo mismo para el acceso número 2 se tiene los mismos datos

$$G2 = (n2 - 1) * i2 + d2 = \left(\frac{q2 * C}{3600} - 1 \right) * i2 + d2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

i1= Es el intervalo medio entre los vehículos o sea es 3600/ Vol. Vehicular.

d1= Es el tiempo que se tarda en pasar la intersección del 1° vehículo desde que entra hasta que pasa la rueda trasera (segundo).

Para tener todo el ciclo se tendrá que utilizar la siguiente expresión.

$$C = G1 + G2 + ta1 + ta2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

C= Ciclo total en Seg.

G1= Fase verde en el acceso 1 en Seg.

G2= Fase verde en el acceso 2 en Seg.

ta1= Fase amarillo del acceso 1 en Seg.

ta2= Fase amarillo del acceso 2 en Seg.

Reemplazando la expresión 2 y 3 en 4 entonces tenemos lo siguiente:

$$C = \left(\frac{q1 * C}{3600} - 1 \right) * i1 + d1 + \left(\frac{q2 * C}{3600} - 1 \right) * i1 + d2 + ta1 + ta2$$

Ahora: si despejamos C tenemos la siguiente expresión:

$$C = \frac{ta1 + ta2 + d1 + d2 - i1 - i2}{1 - \frac{(q1 * i1 + q2 * i2)}{3600}} \dots\dots\dots (5)$$

Con esta expresión nos da el ciclo en una intersección, luego de obtener la fase amarilla, el tiempo del ciclo, pasamos a determinar la fase verde, con la siguiente expresión que consiste en igualar la expresión 2 en cada acceso y tenemos:

$$G1 = \left(\frac{q1 * i1 * C}{3600} \right) + d1 - i1 \dots\dots\dots (6)$$

$$G2 = \left(\frac{q2 * i2 * C}{3600} \right) + d2 - i2 \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

d1= Este valor se saco mediante un cronometro que se utilizó en diferentes intersecciones el cual se obtuvo este dato y en el anexo se tiene los detalles.

Ejemplo de este método en forma numeral y con datos de una intersección, se utilizara el ejemplo de la intersección de más volumen de la zona de estudio (intersección N° 6 La Paz Cochabamba).

q1 = 147 Veh/h.....Volumen vehicular del 1° acceso

q2 = 141 Veh/h..... Volumen vehicular del 2° acceso

d1 = 3 seg.....Tiempo de entrada del acceso 1

d2 = 3 seg.....Tiempo de entrada del acceso 2

$$i1 = 3600/147 = 24.5 \dots \text{Intervalo medio en Seg.}$$

$$i2 = 3600/141 = 25.5 \dots \text{Intervalo medio en Seg.}$$

$$a1 = 12 \dots \text{Ancho de la calzada 1}$$

$$a2 = 12 \dots \text{Ancho de la calzada 2}$$

$$V1 = 28.39 \dots \text{Velocidad media en (km/h).}$$

$$V2 = 27.28 \dots \text{Velocidad media en (km/h).}$$

Distancia desde la línea de parada al primer borde de la calzada transversal 1 = 4

Distancia desde la línea de parada al primer borde de la calzada transversal 2 = 4

TIEMPO AMARILLO

$$ta = 0.7 + \frac{V}{36} + \frac{3.6 * s}{V}$$

s = a+1° borde de la calzada

$$s1 = 12 + 4 = 16$$

$$s2 = 12 + 4 = 16$$

$$ta1 = 0.7 + \frac{28.39}{36} + \frac{3.6 * 16}{28.39} = 3.2 \dots ta1 = 3 \dots \text{Seg.}$$

$$ta2 = 0.7 + \frac{27.28}{36} + \frac{3.6 * 16}{27.28} = 3.2 \dots ta1 = 3 \dots \text{Seg.}$$

Entonces el ciclo es:

$$C = \frac{3 + 3 + 3 + 3 - 24.5 - 25.5}{1 - \frac{(147 * 24.5 + 141 * 25.5)}{3600}} = 38.1 \dots \text{Seg.}$$

38.1 > 35 entonces cumple con ciclo mínimo que dice que no debe ser el ciclo mayor que 35 y menor que 120.

A continuación obtendremos la fase verde.

$$G1 = \left(\frac{147 * 24.5 * 38}{3600} \right) + 3 - 24.5 = 16.5 \dots \text{Seg.} \dots \dots \dots G1 = 17 \text{ Seg.}$$

$$G2 = \left(\frac{141 * 25.5 * 38}{3600} \right) + 3 - 25.5 = 15 \dots \text{Seg.} \dots \dots \dots G2 = 15 \text{ Seg.}$$

Entonces se tiene el ciclo total sumando la fase amarilla y verde:

$$C = 17 + 15 + 3 + 3 = 38 \text{ Seg.}$$

La repartición de las fases se tiene de la siguiente manera:

Verde 17 seg.	3	Rojo 15 seg.	3
Rojo 17 seg.	3	Verde 15 seg.	3

$$C = 17 + 3 + 15 + 3 = 38 \text{ Seg.}$$

$$C = 17 + 3 + 15 + 3 = 38 \text{ Seg.}$$

A continuación se muestra el resumen de los ciclos y fases obtenidos de las diferentes intersecciones de la zona de estudio, los diferentes resultados de ciclos y fases no son los que se aplicara, ya que los cálculos lanzaron diferentes resultados, esto sirve para poder optar el ciclo y fase más adecuado para dicha zona que sirve como parámetro para ver cuál de las intersecciones cumplía con este requisito fundamental. Los detalles se verán en el anexo correspondiente.

3.19.4 RESULTADOS DE CICLOS Y FASES

En la siguiente tabla se puede observar los diferentes ciclos y fases de cada intersección que han sido calculados con el método de Nacional Safety Council y los detalles se verán en el anexo correspondiente de ciclos y fases.

Tabla: 3.14 Resultados de ciclos y fases de cada intersección

INTERSECCIÓN	VELOCIDAD	DISTANCIAS	FASES				CICLOS
			Fase 1 Rojo	Fase2 A Amarillo	Fase 2 B Amarillo	Fase3 Verde	
Nº	(km/h)	(m)					(Seg.)
1	28.61	87.00	8.9	3.1	3.1	8.9	22
2	29.24	112.00	11	3.0	3.0	11	28
3	27.11	135.00	14	3.0	3.1	14.9	36
4	28.37	85.00	8	3.0	3.0	8	22
5	28.50	95.85	9	3.0	3.0	9	24
6	28.39	103.22	16	3.0	3.0	16	38
7	28.17	103.57	10	3.0	3.0	10	26
8	27.34	80.00	7.5	3.0	3.0	7.5	21
9	25.09	125.00	14.8	3.2	3.2	14.8	36
10	24.40	117.00	14.2	3.3	3.2	14.3	35
11	26.34	135.00	15.1	3.1	3.1	15.1	37
12	28.28	85.00	8.4	3.1	3.0	8.5	23
13	27.03	102.00	10.4	3.1	3.0	10.5	27
14	27.88	106.00	10.4	3.1	3.0	10.5	27
15	28.41	104.00	9.9	3.1	3.0	10	26

16	27.20	85.94	8.4	3.1	3.0	8.5	23
17	25.66	112.00	12.7	2.8	1.4	14.1	31
18	27.48	136.00	15.2	2.8	3.1	14.9	36
19	28.85	87.00	8.2	2.8	3.0	8.0	22
20	30.07	102.00	9.2	2.8	3.0	9	24
21	30.70	106.00	9.7	2.8	3.0	9.5	25
22	31.10	104.00	9.2	2.8	3.0	9	24
23	30.10	90.00	9.2	2.8	3.1	8.9	22

Fuente: Elaboración Propia

Los diferentes ciclos obtenidos en las intersecciones, se pueden apreciar que los ciclos varían dependiendo de la velocidad de los vehículos como también del diseño geométrico de las calles, vale decir, que la variación de distancias de eje a eje que se tiene, esto hace que se tenga diferentes ciclos.

El menor ciclo que se obtuvo fue en la intersección N° 8 (La Paz - Potosí) y el mayor ciclo se obtuvo en la intersección N° 6 (La Paz y Virgen de Chaguaya), con estos parámetros definimos el ciclo que se recomienda para este diseño de semaforización que es de 38 seg.

Se optó por este ciclo ya que la media de los diferentes ciclos nos da menor a 35 seg. , por lo que no cumple el rango de (35 a 120) seg. Este valor se debe a que el flujo vehicular se concentra principalmente en una calle principal que concentra el comercio formal e informal, instituciones públicas, instituciones privadas y otros, como es la avenida Barrientos Ortuño entonces se tiene que aplicar un ciclo recomendable que es de 38 segundos, para poder tener una circulación sin muchas demoras y regulación de velocidades que se optimizaran mediante este estudio.

Es evidente que este ciclo está entre los parámetros de rango de mayor a 35 y menor a 120 segundos, la fase del tiempo amarillo se optó por 3 segundos, ya que la mayoría

de los resultados obtenidos está entre 1.6 a 3.5 segundos entonces la media es 3 segundos, el cual es recomendable para esta aplicación.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- ✦ Mediante los diferentes aforos que se realizaron en el presente estudio, se pudo evidenciar la falta de educación vial que existe por parte de conductores y de peatones, que provoca el congestionamiento vehicular ya que al no existir este tipo de señales no se dan el paso todos entran al mismo tiempo a una intersección esto ocasiona un peligro constante, el presente estudio juega un papel muy importante en nuestra vida cotidiana, ya que mediante una correcta semaforización se puede regular la educación vial y de esta manera disminuir los accidentes de tránsito.
- ✦ Las velocidades que se obtuvieron en las diferentes calles de aforo para el estudio, son variadas; En las calles principales las velocidades son de 24.4 Km/hr. a 30.1 Km./hr., tomando como referencia aquellas calles donde existe mayor volumen de tráfico las velocidades son menores y en aquellas calles donde existe menor volumen, las velocidades son mayores a pesar de la existencia de rompe muelles en zonas donde existe un volumen peatonal importante como son las zonas instituciones públicas, privadas zonas comerciales.
- ✦ En los diferentes puntos de aforos que se realizaron, podemos señalar que las intersecciones (La Paz – Tarija, La Paz – Cochabamba, Barrientos – Tarija, Barrientos – Cochabamba y Chuquisaca – Cochabamba) son las intersecciones de mayor tráfico vehicular y peatonal.

- ✦ en el presente estudio cabe señalar que aproximadamente un 40% de motorizados son, las motocicletas y son los que ocasionan mayores peligros de accidentes de tránsito puesto que los conductores de estas motocicletas en su mayoría son adolescentes y lógicamente no tienen ningún tipo precaución mucho menos educación vial.
- ✦ Los diferentes estacionamientos que existen en la zona de estudio son públicos en su mayoría sin señal por ejemplo en las calle Barrientos Ortuño esta el estacionamiento del sindicato de taxis 15 de Abril y de trufis de la línea 1, 2 y 4 el resto son privados y públicos en ambos costados, sin señal ni tampoco registrados en el municipio ya que los diferentes estacionamientos y paradas no cumplen con las funciones y normas establecidas por la unidad operativa de tránsito
- ✦ Al no existir una demarcación de estacionamiento ésto provoca que los conductores infrinjan los reglamentos de tránsito, estacionando en cualquier parte de la calzada y ocasionando un mayor congestionamiento vehicular.
- ✦ Los tiempos de ciclos calculados son de 21 a 38 segundos estos ciclos fueron determinados por las distancias de las intersecciones y las velocidades también se pudo demostrar que los ciclos calculados no cumple con el parámetro de 35 a 120 seg. en todas las intersecciones.
- ✦ Después de realizar los cálculos de ciclos y fases, se llegó a la conclusión de optar por el ciclo más conveniente en este caso se optó por un ciclo de 38 segundos para una semaforización en la zona de estudio ya que su reparto de tiempo es de

17 segundos para la fase verde, 3 segundos para la fase amarillo y 15 segundos para el rojo.

- ✦ El tipo de semáforo a usar debe ser de tiempo fijo o simultáneo, ya que este tipo de semáforos se adecúan muy bien a intersecciones donde los patrones de tránsito son relativamente estables, o en las que las variaciones de la intensidad de circulación se pueda adaptar a un programa previsto, sin ocasionar un congestionamiento excesivo.
- ✦ La necesidad de coordinación, el tipo de semáforo ya consignado del sistema simultaneo con mando de tiempo fijo, y las longitudes de las calles, con valores que están en el rango de 80 a 135 metros más los valores de volúmenes de circulación, facilitan la designación de un tiempo de ciclo fijo para toda la zona de estudio, además de el establecimiento de tiempo de fase verde, como de el rojo de igual magnitud para cada acceso.
- ✦ En el planteamiento de cualquier tipo de solución deben existir tres bases de apoyo, estos elementos que trabajan simultáneamente y darán como resultados un tránsito seguro y eficiente son: La ingeniería de tránsito, la educación vial y el control policial para que cumplan las normas establecidas por el tránsito.

4.2 RECOMENDACIONES

- ✦ Al no existir datos de tráfico en la ciudad de Bermejo, se recomienda realizar estudios de diferentes temas referentes a tráfico y transporte por ejemplo, estudio de señalización vertical como así también la señalización horizontal, ya que estos estudios ayudaran a la implementación y complementación de una buena semaforización.
- ✦ Se recomienda tomar en cuenta el presente estudio, para optimizar la circulación del flujo vehicular y peatonal en las intersecciones estudiadas y de mayor conflicto y en calles adyacentes a estas, la semaforización evitará los congestionamientos vehiculares, regulará la velocidad de circulación, el tiempo de recorrido de los vehículos de servicio públicos y los de servicio particular.
- ✦ En base a este estudio se recomienda realizar planes de desarrollo para el tráfico y transporte, de mayor impacto en la estructura general del sistema, ya que actualmente ante cualquier eventualidad de accidente y a solicitud de los vecinos realizan la implementación de rompe muelles sin un previo estudio de la zona esto ocasiona en algunas veces mayores problemas debido a que no se consideran todos los actores que intervienen en un estudio de tráfico.
- ✦ La instalación de semáforos se recomienda solamente para aquellas intersecciones donde cumple las condiciones de tráfico para la instalación de semáforos que son las intersecciones 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18 y 22
- ✦ Se recomienda implementar una señalización horizontal y vertical que sean lo suficientemente visibles para los usuarios de las vías.

- ✦ Es necesario educar al conductor y peatón que siga las reglas de tránsito y a su vez decida el recorrido que debe tomar, teniendo en cuenta el punto de partida y el punto final para que al momento de ingresar en las calles tenga definido los carriles de cada calzada y la velocidad requerida para entrar a una semaforización y su desplazamiento sea seguro.

- ✦ Debe existir un procedimiento de trabajo que permita identificar las necesidades, así como las deficiencias, de los dispositivos para el control de tránsito, El procedimiento además debe contemplar la instalación, renovación o mejora de semáforos y señales de tránsito.

- ✦ Para terminar se recomienda realizar campañas de educación vial, ya que este es un tema de mucha importancia, realizar cursos en los diferentes colegios y escuelas, como también a los diferentes sindicatos que existe en la ciudad, conductores de vehículos públicos y particulares, estos seminarios va ser de mucha ayuda para que en un mediano plazo se pueda concientizar a las personas, jóvenes y niños, este tema de esta manera se pueda evitar hechos lamentables y se pueda regular el tráfico vehicular y peatonal.

BIBLIOGRAFIA

1. **CAL Y MAYOR SPINDOLA, RAFAEL** *Ingeniería de Tránsito.*
(Fundamento y aplicaciones).
México, Séptima Edición 1995.

2. **GARBER NICOLAS** *Ingeniería de Tránsito y*
LESTER A. HOEL *Carreteras* Edición 2005.

3. **CORNEJO A GUILLERMO** *Semaforización*
Argentina, Edición, 1998.

4. **ORGAZ FERNÁNDEZ JHONNY** *Apuntes de la Materia de*
Ingeniería de Tráfico. Bolivia,
2004

5. **VALDÉS GONZÁLEZ** *Ingeniería de Tráfico.* España,
ROLDAN ANTONIO Edición 1978

5. **INTERNET**