

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

A medida que han ido evolucionando los países también lo han hecho los sistemas de transporte que más por una planificación han ido surgiendo por necesidad, el crecimiento frecuente de vehículos enfrentan serios problemas de transporte urbano debido al creciente número de vehículos en la circulación.

En nuestro medio ya se han desarrollado varias tesis, trabajos de grado y proyectos relacionados con tráfico.

Pero es evidente que siguen existiendo problemas relacionados con el ordenamiento vehicular, sentidos de circulación, semaforización, congestionamiento y señalización.

En la ciudad de Tarija estos últimos años las crecientes actividades económicas, la necesidad de la población de desplazarse, la creación de nuevos barrios y de nuevas líneas de transporte público obliga a la gente a obtener nuevos vehículos.

Este crecimiento del transporte ocasiona LOS ACCIDENTES DEBIDO AL CAMBIO DE LOS NIVELES DE SERVICIO para los que fueron diseñados, ruido, demoras, embotellamientos, etc.

Estos problemas se pueden percibir especialmente en la zona central de Tarija, es obvio que para poder solucionar estos problemas se debe contar con la información adecuada, pero la Dirección de Tráfico y Transporte de un tiempo a esta parte ha enfocado sus recursos en la organización, señalización, y diseño de nuevas vías urbanas descuidando estos problemas, es así que no se cuenta con ningún tipo de información, no se conoce en qué nivel de servicio operan estas calles, tampoco se

tiene aforos , y es fácil deducir que en poco tiempo se presentarán problemas *graves* de congestión, contaminación, accidentes, etc.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Ante el avance permanente del crecimiento de peatones y automóviles dan origen a que los accidentes de tránsito en las carreteras sea un fenómeno cotidiano por diferentes causas y motivos (exceso de velocidad, falla mecánicas, diseño geométrico, condiciones del medio ambiente, etc.), que nadie puede desconocer, ocasionando daños a las cosas y/o lesiones o muertes a las personas, para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

La presencia de mayor cantidad de usuarios genera una interacción en la operación vehicular, que inevitablemente produce un incremento la demora total de los viajes. Tales demoras, en términos generales conforman el efecto más notorio de la congestión, por lo tanto se ve la sentida necesidad de plantear los estudios de los efectos de los niveles de servicio en los accidentes del tráfico urbano que nos permita tener los elementos para realizar una buena planificación.

Es constatable la problemática derivada de los accidentes viales, que en la actualidad se han convertido en uno de los principales problemas de salud pública.

La poca preparación y desconocimiento de lo indispensable por parte de peritos sobre multidisciplinas de carácter teórico, técnico, tecnológico que le permita dictaminar de modo objetivo y científico sobre los motivos que llevaron a la producción del accidente.

Para un flujo estable, a medida que la intensidad de tránsito aumenta se incrementa también la densidad vehicular y la velocidad media de operación disminuye.

Por estas razones estudiaremos las causas, motivos y consecuencias que ocasionan los efectos de los niveles de servicio en los accidentes de tráfico, de acuerdo a la características correspondientes al medio, esto evitará que se acepten como cierta, algunas expresiones, conclusiones, argumentos equivocados y hasta incoherencias que ante el desconocimiento de los funcionarios aparecen como verdaderas. Servirá también a estos para brindar una visión diferente, menos intuitiva y mas técnica brindando así los fundamentos básicos necesarios para el tratamiento de la accidentalidad vial.

La poca profundización de los estudios de tráfico urbano en nuestro medio, hace que exista una necesidad de abandonar temas como en los efectos de los niveles de servicio y los accidentes en ámbitos académicos para que se demuestre la utilidad que tienen éstos en los proyectos de ingeniería de tráfico.

Desde el punto de vista departamental es muy importante estudiar más seriamente el tráfico urbano, porque cada vez es más conflictivo, problemático y uno de los lugares que necesita una mayor atención, que para el presente trabajo es el objeto de estudio.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Estudio del efecto de los niveles de servicio en los accidentes del tráfico que nos permita establecer metodologías y parámetros para establecer una correlación entre la accidentalidad y el nivel de servicio de las diferentes arterias urbanas.

Obtención de datos estadísticos a partir de registros de informes de accidentes (Tránsito) y clasificación de los tramos con mayor concentración.

Estudio de los componentes físicos básicos de la circulación: Hombre, Móvil y Vía.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtención de datos de campo sobre el comportamiento vehicular con aforos durante un periodo de dos semanas, utilizando métodos manuales.
- Estudio de los tramos de concentración de accidentes.
- Estudio de velocidades en los tramos de estudio.
- Estudiar la composición vehicular en el tramo de referencia. (vehículos livianos y pesados).
- Analizar los niveles de servicio de los tramos de estudio.
- Estudiar el índice de crecimiento vehicular por año relacionado con el Nivel de Servicio.
- Escoger las intersecciones con mayor grado de accidentes.
- Resumen técnico de accidentes de tránsito en las intersecciones de aplicación práctica por hora ocurrida del accidente.
- Estudiar el comportamiento de los conductores en este trayecto aplicación correcta de las reglas de tránsito, estado de los vehículos (seguridad), etc.
- Estudio y propuesta de medidas preventivas apropiadas a cada situación.
- Analizar el efecto del nivel de servicio en la accidentalidad.
- Plantear las acciones concordantes con la reducción de accidentalidad en calles de niveles de servicio altos.

1.4. ALCANCE

Se realizará primeramente una fundamentación teórica a cerca de los niveles de servicio en las calles urbanas, la capacidad vehicular en las calles y su influencia del nivel de servicios en los accidentes.

Se hará un análisis de los diferentes factores que causan que una vía alcance su valor máximo de su capacidad ocasionando los accidentes y poder dar solución para mantener un nivel de servicio apto para la circulación.

Luego de obtener los datos estadísticos de informes de accidentes, se realizará un estudio de los componentes físicos básicos de la circulación como el comportamiento vehicular mediante aforos en los tramos de estudio. Como influye el tipo de textura la composición vehicular y el estado en el que se encuentra dicho vehículo como también el estado del conductor.

Analizar los efectos de los niveles de servicio en los accidentes en los tramos en estudio.

Los accidentes de Tráfico no suelen ser debido a una sola causa, sino que es el resultado de la interacción de una serie de factores concurrentes relacionados con los usuarios, los vehículos, la infraestructura, el tráfico y el entorno de la carretera, aunque en una proporción muy alta de los accidentes la causa principal es el error humano, la mejora de las características de los vehículos y la infraestructura vial pueden contribuir a reducir las situaciones de conflicto, y en consecuencia la frecuencia de los accidentes, así como su gravedad.

Se determinará la capacidad en caso de circulación discontinua, los tipos de niveles de servicio existentes.

La accidentalidad hace el estudio de los múltiples factores o variables que producen un accidente de tránsito en las zonas urbanas y su relación de los accidentes con los otros factores, en base a los componentes básicos de circulación hombre móvil y vía desde el punto de vista técnico como los elementos del vehículo (ruedas, frenos), maniobra de frenado, coeficiente de fricción, etc.

Determinación del efecto de los niveles de servicio en los accidentes ocasionados por diferentes factores errores humanos; el mal estado de la calzada y los fallos del vehículo y en qué nivel ocurre la mayoría de ellos, como la valorización de la

relación entre niveles de servicio con los accidentes, se calcularán los flujos máximos compatibles con cada nivel de servicio.

Por la ubicación y el tráfico que tiene el tramo de estudio se realizará una evaluación para establecer la influencia en la producción de un accidente de tránsito vinculado con los niveles de servicio, los efectos entre ambos parámetros. Para realizar un estudio y propuesta de medidas preventivas apropiadas a cada situación.

El parámetro fundamental es el volumen vehicular existente en la zona de estudio, lamentablemente no se cuenta con datos de tráfico, salvo los resultantes de estudios realizados en el ámbito académico, que son insuficientes, y por la importancia que representan para el presente trabajo, se realizará el trabajo de aforo correspondiente. Determinando primero las horas pico el tiempo empleado en recorrer un tramo.

Se realizará la medición de los niveles de servicio en el tramo de estudio con las velocidades y los índices de servicio que se obtendrán, relacionando estos niveles con los accidentes en la zona de estudio.

Y finalmente en función de los resultados obtenidos de todo el estudio realizado se elaborará las conclusiones a las que habremos llegado en el análisis del efecto de los niveles de servicio en los accidentes de tránsito y se dará a conocer las conclusiones a las que se llegó, diferentes recomendaciones que se tiene para mejorar.

CAPÍTULO II

NIVELES DE SERVICIO EN CALLES URBANAS

2.1. GENERALIDADES

Técnicamente la calidad del servicio vial se define en términos del nivel de servicio. En su significado más amplio, el nivel de servicio alude a cualquiera de las posibles combinaciones de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o una calzada dados cuando sirven a volúmenes diversos. El nivel de servicio es una medida cualitativa del efecto de muchos factores que incluyen la velocidad y el tiempo de viaje, las interrupciones de tránsito, la libertad de maniobra, la seguridad, la comodidad y conveniencia del conductor y los costos de operación. En la práctica se definen niveles de servicio específicos, en términos de valores límites particulares de algunos de aquellos factores.

Un carril o una calzada dados pueden brindar una amplia gama de niveles de servicio. Los diversos niveles de servicio, para cualquier calzada específica, son funciones del volumen y la composición del tránsito, y de las velocidades alcanzadas. El carril o la calzada proyectados para un determinado nivel de servicio con un volumen específico, operarán en la práctica a muchos niveles de servicio diferentes a medida que el flujo varía durante una hora, y el volumen cambia según la hora del día, el día de la semana o los períodos del año, y también a través de los años con el crecimiento del tránsito. Además, los diferentes tipos de carreteras, caminos y calles, tales como autopistas, súper carreteras a nivel, carreteras principales (multicarriles), caminos rurales locales de dos carriles, calles arteriales urbanas y calles urbanas céntricas tienen casi siempre diferentes niveles de servicio no relacionados entre sí, pues cada uno de ellos debe medirse por pautas o escalas diferentes.

En el caso de los caminos pavimentados de dos carriles y dos sentidos, el nivel de servicio se mide mediante 3 parámetros:

1. **Velocidad media:** resulta del cociente de la longitud del tramo de camino considerado y el tiempo medio que emplean todos los vehículos (se consideran ambos sentidos) en cubrir el segmento en un dado período.

2. **Tiempo medio de demora:** es el porcentaje medio del tiempo en el que los vehículos se encuentran demorados por la formación de pelotones debido a la imposibilidad de sobrepaso. Es difícil de medir directamente en el campo.

3. **Utilización de la capacidad:** es la relación entre la demanda y la capacidad.

2.2. CAPACIDAD VEHICULAR EN CALLES URBANAS

1.2.1 CAPACIDAD

Se define la capacidad como el número máximo de vehículos que tiene una razonable probabilidad de pasar por un tramo dado de carril o de calzada en ambos sentidos (en los caminos de dos o tres carriles) durante un lapso dado, en las condiciones prevalecientes de calzada y tránsito. No es normal que la capacidad pueda ser excedida, a menos que cambien algunas de las condiciones que prevalecen; por eso es esencial establecer las condiciones de calzada y tránsito, al enunciar la capacidad. Las condiciones prevalecientes de calzada no cambian a menos que se realice alguna construcción o reconstrucción. Las condiciones prevalecientes de tránsito cambian de hora en hora o durante lapsos diversos del día. Además de estas condiciones prevalecientes de calzada y tránsito, todo flujo de vehículos está expuesto a condiciones ambientales.

La capacidad suele expresarse en veh/h aunque en algunos casos pueden tomarse intervalos de 15 minutos.

Las condiciones mencionadas determinan la capacidad y conjuntamente con la demanda para el lapso considerado, el nivel de servicio del camino, que naturalmente estará sujeto a variaciones con el tiempo.

1.2.2 CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO

En las fases de planeación, estudio, proyecto y operación de vías, la demanda de tránsito, presente o futura, se considera como una cantidad conocida. Una medida de la eficiencia con la que un sistema vial presta servicio a esta demanda, es su capacidad u oferta. Para realizar el análisis de la capacidad vial y obtener los niveles de servicio de la intersección en estudio, se aplica la teoría de ingeniería de tránsito según Rafael Cal y Mayor¹ y el Manual de Capacidad de Carreteras:

Cuando aumenta el volumen de tránsito, los conductores tienen menos posibilidades de elegir su propia velocidad, y los conductores más rápidos se ven en la obligación de reducirla más que los conductores lentos, y se reduce el rango de velocidades.

Por lo tanto, a medida que aumenta el flujo de tránsito disminuye la velocidad media. Esta relación se cumple para toda la gama comprendida entre flujo libre y congestión inminente, hasta el punto de densidad crítica o densidad correspondiente al flujo máximo. A partir de allí tanto los regímenes de flujo como la velocidad media disminuyen con el aumento de la densidad. Se identifican así 6 niveles, denominados de A a F. El nivel de servicio más alto (nivel A) ocurre cuando los automovilistas pueden circular a la velocidad que desean. Sin una limitación estricta de la velocidad por parte de las autoridades, la velocidad media de circulación para este nivel de servicio es de 60 millas por hora (96,5 km/h) según el Manual. El nivel E corresponde a la capacidad máxima por hora, a la que corresponde una velocidad menor. El nivel F corresponde a una situación de flujo inestable o saturación, no siendo definible a priori el flujo efectivo (aunque desde ya que resulta ser menor al del nivel E).

En la tabla 1, pueden apreciarse los límites de la velocidad media y los flujos indicados por el Manual de Capacidad para cada nivel de servicio en condiciones ideales.

Tabla N° 1

Nivel de Servicio	CONDICIONES DE CIRCULACIÓN	
	Definición	Velocidad Media (Km/h)
A	Circulación fluida aunque son admisibles algunas definiciones	>45
B	Cirulación estable, ligeras demoras.	>40
C	Cirulación estable, con demoras considerables pero aceptables.	>35
D	Circulación próxima a la inestabilidad, con demoras importantes pero tolerables	>25
E	Circulación inestable y congestionada. Demoras intolerables.	25
F	Circulaxión forzada y congestión total	<25

1.2.3 ESTUDIO DE LA CAPACIDAD VIAL

Se trata de estimar las condiciones de infraestructura que tiene una arteria vial para soportar el tráfico vehicular en condiciones operativas. Este estudio, al mismo tiempo, es un estudio cualitativo, permite evaluar la calidad del servicio ofrecido por el sistema (oferta) de usuarios (demanda).

Para ello es importante definir las condiciones ideales de la infraestructura vial consistente en:

- Carriles con anchura mínima de 4.00 m
- Distancias laterales libres de obstáculos de 1.80 m como mínimo

- El conductor característico es de un día laborable

El número de carriles necesarios puede ser calculado con la siguiente expresión:

$$N = \frac{VHP}{Mv} \quad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

- N = Número de carriles
 VPH = Valor Promedio Horario
 Mv = Relación máxima apropiada del flujo del servicio en vehículos, dependiente del porcentaje de camiones prevaleciente, en condiciones de terreno y nivel de terreno deseado.

Este factor se lo obtiene de bibliografía de Highway Capacity Manual Special Report, pp. 209, 1994

El factor de ajuste por vehículos pesados, se calculó con la siguiente expresión:

$$F_{hv} = \frac{1}{1 + Pr_x(E_r - 1) + Pr_x(E_R - 1)} \quad \text{Ecuación 2.2}$$

Donde:

- Pr = Porcentaje de camiones y buses
 Pr = Porcentaje de vehículos livianos
 Er = Automóviles equivalentes a camiones y buses
 ER= Automóviles equivalentes a vehículos livianos

El cálculo en el volumen horario del proyecto (VHP) que se expresa como:

$$VHP = kD(TPDA)$$

Ecuación 2.3

Donde:

K = Valor esperado de la relación entre el volumen de x hora máxima seleccionada y el TPDA del año en vida del proyecto.

D = Porcentaje de tránsito en la hora máxima circulando en el sentido más cargado

TPDA= Tránsito Promedio Diario Anual del año de vida del proyecto, 2024

El dato de D es un dato del HCM 1985 que reporta un valor de 0.50 para autopistas urbanas tipo periférico

1.2.4 CAPACIDAD EN VIAS INTERRUMPIDAS

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

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

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

Capacidad Básica o Teórica.- La capacidad teórica ha sido estudiada en función a condiciones ideales como ser ancho de carril, visibilidad, velocidad de diseño, ciclo

de semáforo, etc. Esas condiciones y tomando en cuenta las diferentes zonas de un área urbana la forma de estacionamiento cerca de la intersección es que se han establecido ábacos que nos proporcionan una capacidad básica ideal o teórica.

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

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

FACTORES DE INFLUENCIA

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

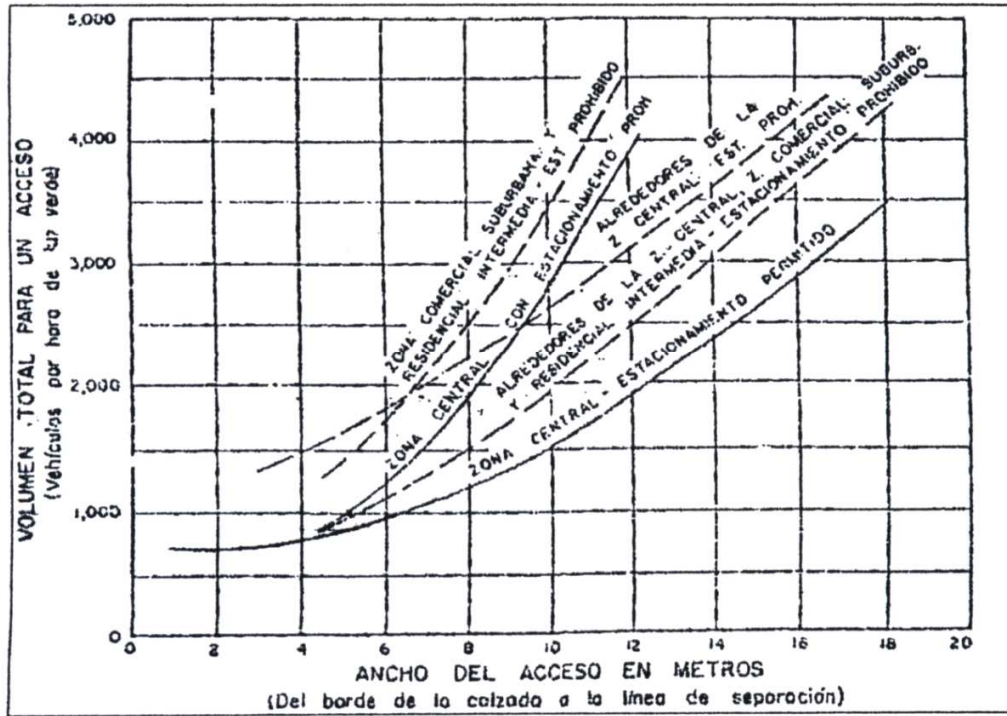
Vehículos pesados

Movimientos de giro (izquierda y derecha)

Estacionamientos

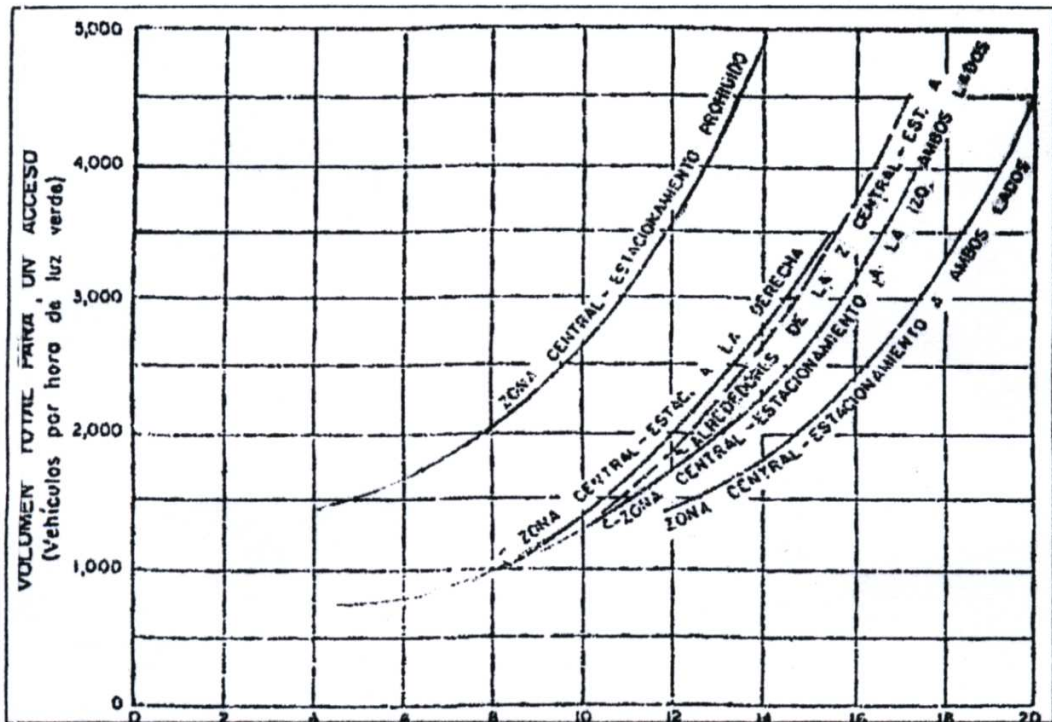
Abaco 1

Volumen Teórico con dos Accesos



Abaco 2

Volumen Teórico con un Acceso



la influencia de intersecciones a nivel. Sin embargo, aun en esas vías ciertas condiciones propias de ellas y del tráfico pueden causar interrupciones en la corriente normal. No obstante, cuando se efectúa un estudio sobre capacidad de vías resulta esencial conocer la capacidad de las mismas para conducir corrientes vehiculares ininterrumpidas, a fin de poder aplicar luego ciertas deducciones correspondientes a circunstancias que causan interrupciones en la corriente.

Este método se basa en estudios muy completos sobre la dinámica del movimiento en las vías, realizados por diversos investigadores y entidades y especialmente los efectuados por el "Bureau of Public Roads" de los Estados Unidos con la cooperación de departamentos viales estatales norteamericanos.

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

1.2.6 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD

El procedimiento que se tiene para calcular la capacidad en vías interrumpidas se limita a determinar la capacidad en cada uno de los accesos a la intersección, que en el caso de una intersección simple de 2 calles con un solo sentido cada una se tendrán 2 accesos, en el caso de una intersección de una calle con una de doble sentido se tendrán que analizar 3 accesos y en una intersección compuesta de 2 carriles uno por sentido se tendrán que analizar 4 accesos.

La determinación de los valores de la capacidad real sigue el siguiente proceso.

Determinar la capacidad básica o posible de los ábacos de acuerdo al ancho de acceso.

Determinar la capacidad práctica como producto de la capacidad básica por 0,90 (disminución del 10%).

Determinar los factores de reducción por vehículos pesados, giros y estacionamientos.

Determinar la capacidad real como producto de la capacidad práctica por los factores de reducción.

Capacidad Real = Capacidad Practica * Factores de reducción

Los factores de reducción se determinan de acuerdo a las siguientes normas para cada caso.

PRIMER CASO: Calles con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni semáforos para giros.

Por vehículos pesados.- Para el factor por reducción por vehículos pesados que son ómnibuses y camiones sustraer un 1% por cada 1% que los ómnibuses y camiones pasen del 10% del número total o agregar un 1% por cada 1% en que el número de ómnibuses y camiones este por debajo del 10% del número total.

Por movimientos de giro.- Pueden ser giros a la derecha o giros a la izquierda.

Giros a la derecha. Sustraer un 0,50% por cada 1% en que el tránsito que gira a la derecha se pase del 10% del tránsito total o añadir 0,50% por cada 1% si el tránsito que gira a la derecha está por debajo del 10%. La máxima reducción por giros a la derecha no deben pasar del 10%.

Giros a la izquierda. Sustraer 1% por cada 1% en el tránsito que gira a la izquierda pase el 10% del tránsito total o sumar el 1% por cada 1% en que el tránsito que gire a la izquierda este por debajo del 10%. La máxima reducción por giros a la izquierda no debe pasar del 20%.

La máxima reducción combinada por giros a la derecha y a la izquierda no debe pasar del 20%.

Por estacionamientos

En calles donde el estacionamiento está prohibido

Sin paradas de ómnibuses agregar 5%.

Paradas de ómnibuses antes de la intersección restar 10%.

En calles con parada de ómnibuses donde el estacionamiento está permitido.

Con la parada de ómnibuses antes de la intersección agregar 0,255 por cada 1% de giros a la derecha y a la izquierda, pero el incremento máximo no debe pasar del 6%.

Con la parada de ómnibuses después de la intersección no hacer ningún reajuste.

SEGUNDO CASO: Calles con circulación en un solo sentido.

Para este caso los factores de reducción por ómnibuses y camiones es similar al primer caso.

Por movimientos de giro

Sustraer 0,50% por cada 1% en que el tránsito combinado que gira a la derecha y a la izquierda excede el 20% del tránsito total o agregar 0,50% por cada 1% que esté por debajo de ese 20%. La reducción máxima por giros no debe exceder del 20%.

2.3. NIVELES DE SERVICIO

Medida cualitativa, descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad.

Es una determinación o medida del funcionamiento o calidad de operación de una carretera o calle que depende de varios factores, tales como velocidad y tiempo de trayecto, interrupciones de tráfico, libertad de maniobra, seguridad y conveniencia de los usuarios, y costes de operación. En su más amplia interpretación, nivel de servicio, es un término que indica uno cualquiera de un número infinito de las diferentes condiciones de circulación que puede presentar un carril o una calzada determinada cuando circulan distintas intensidades de tráfico. En la práctica se selecciona una gama de niveles de servicio, definido cada uno, por ciertos valores límites de los factores que influyen en el funcionamiento de la carretera o calle.

2.4. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular y de su percepción por los conductores y/o pasajeros descritos en términos de factores tales como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras,

la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. A través de este concepto se posible traducir la utilización de una vía desde un volumen de tráfico casi nulo hasta el volumen máximo o capacidad de la misma.

De acuerdo con el *Highway Capacity Manual* se distinguen 6 tipos de niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F. Estos clasifican un nivel de circulación en sentido del mejor para el peor.

Figura N° 1

Niveles de servicio en vías interurbanas		
A	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor • Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarlo sin sufrir demora • Condiciones de circulación libre y fluida 	
B	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de los vehículos mas rápidos se ve influenciada por otros vehículos • Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas • Circulación estable a alta velocidad 	
C	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos • Aumento de demoras de adelantamiento • Formación de colas poco consistentes • Nivel de circulación estable 	
D	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes • Formación de colas en puntos localizados • Dificultad para efectuar adelantamientos • Condiciones inestables de circulación 	
E	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50 km/h • Formación de largas colas de vehículos • Imposible efectuar adelantamientos • Define la capacidad de una carretera 	
F	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de largas y densas colas • Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas • La circulación se realiza de forma forzada 	

2.5. INFLUENCIA DEL NIVEL DE SERVICIO

1.5.1 FACTORES QUE DEFINEN LOS NIVELES DE SERVICIO

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos. Factores internos son aquellos que corresponden a variaciones en la velocidad, en el volumen, en la composición del tránsito, en el porcentaje de movimientos de entrecruzamiento o direccionales, etc. Factores externos, constituyen las características físicas, tales como el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, el ancho de acotamientos, las pendientes, peraltes, visibilidad etc.

En función del nivel de servicio estará el número de vehículos por unidad de tiempo que puede admitir la vía a esto se le llama Flujo de servicio.

Éste flujo va aumentando a medida que el nivel de servicio disminuye su calidad, hasta llegar al nivel E; las variaciones en el flujo se originan por cierta cantidad de vehículos que entran y salen del tramo en estudio, en ciertos puntos a lo largo de él.²

Para el nivel del servicio de debe hallar la densidad, velocidad media de recorrido, demoras y relación flujo capacidad. Para determinar los niveles de servicio para autopistas, vías multi-carriles y de dos carriles, calles, intersecciones con y sin semáforos, se han fijado valores de velocidad media de recorrido, densidades y relaciones de flujo capacidad.

1.5.2 EL CONGESTIONAMIENTO

Técnicamente, congestión de tránsito es la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía excede el volumen máximo que puede pasar por ellos. También se dice que hay congestión cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y sin demoras excesivas; pero preferimos la definición técnica por ser menos ambigua.³

² Manual de Diseño Geométrico para Vías e Intersecciones Urbanas.S.L. Uribe Celis
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

³ Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte. Bogota

Uno de los principales objetivos del diseño de vías es la de proporcionar a los usuarios menos demoras en sus recorridos. En los periodos de máxima demanda el movimiento vehicular se va tornando deficiente con pérdidas de velocidad, lo que hace que el sistema tienda a saturarse llegando a funcionar a niveles de congestión.

La influencia de estas demoras se puede medir como relación de demora que consiste en la diferencia entre la relación del movimiento observado y la relación del movimiento considerado como normal para diferente tipo de vías urbanas. Con estos datos se puede comparar cuáles son las calles o arterias más críticas y el grado de congestión en que se encuentran. El análisis se puede realizar tomando en cuenta el valor promedio registrado en cuatro horas de flujo vehicular " μ ", iniciando éste en el volumen horario de máxima demanda (VHMD), registrada para las todas las direcciones convergentes.

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ACCIDENTES

3.1. ANTECEDENTES

La Estadística de Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas (ATUS) se inició en el año 1928 por parte de la Dirección General de Estadística (DGE); en el año 2003 pasó a ser responsabilidad de la Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas.

En 1997 inició la etapa de descentralización de actividades con el propósito de eficientar el levantamiento de los datos y eliminar rezagos en el suministro de la información, coadyuvando a la generación y difusión de la Estadística ATUS en forma oportuna.

En la etapa de descentralización, el ámbito regional del INEGI desempeñó el papel principal al asumir el desarrollo de las actividades referentes al levantamiento, procesamiento de la información e integración de bases de datos; la validación y liberación definitiva sigue siendo responsabilidad del ámbito central.

El tráfico vial ha aumentado en los últimos tiempos de forma masiva y simultánea, y es una consecuencia entre técnica y hombre, por lo que contiene una serie de problemas que se deben regular para la protección pública.

Las secuelas negativas del tráfico vial son los accidentes de tráfico, dados los graves daños y el elevado número de víctimas que se producen actualmente.

Son numerosos los elementos que intervienen en los accidentes lo que obliga a que su tratamiento sea abordado por equipos interdisciplinarios.

Los componentes físicos básicos de la circulación son: hombre, vehículo y vía. Una breve reflexión sobre el proceso de la conducción permitida advertir que existe una ajustada interrelación entre cada uno de ellos.

Los motivos que dan lugar a un accidente, deben buscarse en consecuencia, en la buena, regula o mala interrelación entre estos factores.

Accidente de Tránsito:

Según la Real Academia Española, accidente es “un suceso eventual del que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas”, por lo que podemos decir que un Accidente de Tránsito es un acontecimiento inesperado donde pueden interactuar automóviles, peatones, motocicletas, buses etc., y cualquier otro usuario de las vías, donde se desarrolla un hecho no premeditado, que contiene un elemento de azar y cuyos resultados son indeseables e infortunados.

En un Accidente de Tránsito cualquiera, siempre debe tomarse el factor imprevisión y las causales que condujeron a él.

Como se aprecia, del concepto de la definición expuesta, surge claramente la amplitud de esta, debiendo dirigirnos hacia una especialización o rama de la Accidentología; si el problema lo queremos examinar en el ámbito de la problemática de la Accidentología Vial o de tránsito.

3.2. ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LOS ACCIDENTES

1.2.1 CONDUCTOR

La forma de conducir de cada uno depende de innumerables variables que incluyen sus condiciones físicas y psíquicas, su conocimiento, su estado de ánimo en un momento preciso, etc.

Por ello el conocimiento del comportamiento de los conductores y de los factores que lo modifican es imprescindible para el estudio y control de la circulación en las carreteras.

El conductor pretende viajar de un punto a otro con seguridad, comodidad y rapidez. Para conseguirlo tiene que estar atento al trazado y a otras características de la carretera y al estado de circulación, con el objeto de tomar las decisiones más adecuadas en los momentos precisos.

Se desarrolla así un proceso continuo de recepción de datos, los cuales se analizan y se toman decisiones, cuyas etapas principales son las siguientes:

1. Recepción de informaciones sobre la circulación y la carretera. La mayor parte de esta información es visual, pero también puede recibirse a través de otros sentidos.
2. Percepción de la situación existente. Las sensaciones recibidas tiene que ser interpretadas para poder identificar la situación existente.
3. Análisis de la situación y toma de decisiones .Percibida la situación el conductor debe comprenderla y adoptar las decisiones adecuadas.
4. Puesta en práctica de las decisiones adoptadas.

Todo este proceso, desde que el conductor recibe las sensaciones hasta que el vehículo inicia la respuesta a los mandos del vehículo, que generalmente es mucho menor que el anterior. Si este tiempo total es demasiado largo o se produce un error en el proceso, muy probablemente la acción ejecutada por el conductor no será ya la más adecuada en ese momento puede incluso causar un accidente. A continuación se examinan las características de estas cuatro etapas.

La recepción de informaciones se realiza mediante los sentidos.

La atención del conductor debe dividirse entre los varios estímulos sensoriales presentes. El hombre es capaz de pasar su atención de un estímulo a otro muy rápidamente, pero existe un límite al número de ellos a los que se puede atender por unidad de tiempo. Por consiguiente en una situación en la que haya un número excesivo de estímulos sensoriales, el conductor dejara forzosamente de atender a algunos.

La mayor parte de estos estímulos son visuales y su recepción se verá dificultada si disminuye la visibilidad. Esta disminución puede ser debida a factores externos

(niebla, lluvia, falta de luz, obstrucciones en el campo visual, etc.) o a factores propios del conductor (defectos de visión, sueño, efectos del alcohol distracción, etc.).

Otros sentidos que tienen importancia son el equilibrio y posición, que permiten detectar las aceleraciones y cambios de posición. El oído permite recibir señales acústicas, así como el olfato que en algunas ocasiones puede detectar cambios en el funcionamiento de ciertas partes del vehículo.

Las sensaciones recibidas a través de los sentidos deben ser interpretadas para poder *percibir la situación exterior*, la exactitud de la percepción dependerá de la precisión de las sensaciones recibidas y de la complejidad de la situación.

A continuación el conductor debe *analizar la situación percibida y adoptar decisiones* que crea convenientes. La decisión que tome será tanto más seguros cuanto más sencilla sea la situación y la habilidad del conductor, negativamente influirán las condiciones físicas o psíquicas anormales como el cansancio, sueño, ansiedad, preocupaciones efectos de drogas, etc.

La última fase del conductor es en la que debe *accionar los mandos necesarios* (volante dirección, pedal del freno, etc.) y esta operación debe ser rápidamente y sin errores.

3.2.1.1. TIEMPO TOTAL DE PERCEPCIÓN Y REACCIÓN

El tiempo total necesario para este proceso varía de unos conductores a otros, e incluso en una misma persona, ya que puede verse afectado por el estado físico y psíquico del conductor.

En ensayos realizados sobre vehículos moviéndose en carretera en condiciones normales de tráfico, los valores obtenidos son entre 1.26 y 3.0 seg. Las recomendaciones estipulan un 2.5 segundos para distancia de paro visual. Esto abarca el tiempo de decisión de cerca 90 por ciento de los conductores para la mayoría de las condiciones en carreteras, para situaciones más complejas y condiciones inesperadas este tiempo puede aumentar hasta un 35 por ciento.

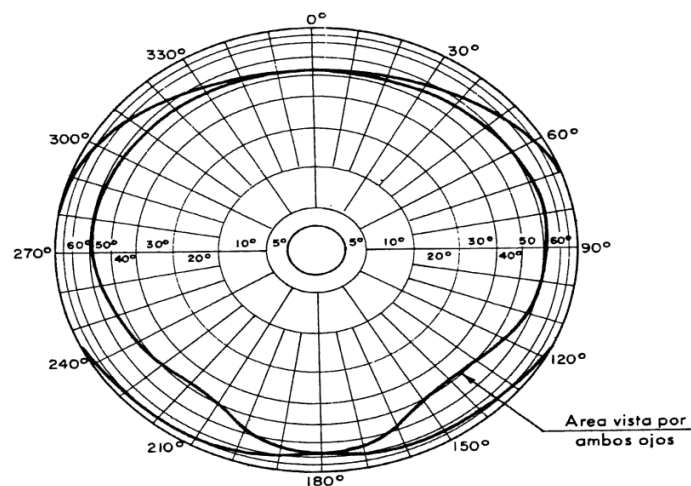
3.2.1.2. VISIÓN DEL CONDUCTOR

Es imprescindible conocer algunas propiedades de la visión para comprender las posibilidades que tiene el conductor de percibir su situación en la carretera, las condiciones de tráfico y otras informaciones necesarias, como la existencia de señales, etc.

AGUDEZA VISUAL.- La agudeza visual es la capacidad para ver detalles finos de un objeto. Hay dos tipos de de agudeza visual que son importantes en las emergencias de tránsito y carreteras: la agudeza visual estática y la dinámica. La capacidad de identificar un objeto cuando ambos conductor y objeto están fijos depende de la agudeza estática.

La capacidad para detectar claramente objetos que tienen un movimiento relativo depende de la agudeza dinámica cuando el conductor es capaz de percibir con claridad los objetos que caen dentro un campo visual incluido en un cono con ángulo en el vértice de 10° a 12° fuera de este cono los objetos se distinguen menos claramente y de forma borrosa se puede percibir objetos de un cono con un ángulo en el vértice de 120° a 160° Fig. 2.

Figura N° 1



CAMPO NORMAL DE VISIÓN DE UN PAR DE OJOS HUMANOS

VISIÓN DE DESLUMBRAMIENTO Y RECUPERACIÓN.- Existen dos tipos de visión de deslumbramiento la directa y la especular. La de deslumbramiento se presenta cuando aparece en el campo de visión de la persona una luz relativamente brillante y el deslumbramiento especular se presenta cuando el campo de visión la imagen reflejada por el brillo relativo de la luz.

El tiempo que necesita una persona para recuperarse de los efectos del deslumbramiento después de pasado la fuente luminosa se conoce como recuperación del deslumbramiento este tiempo aproximadamente es de 3 segundos cuando pasa de la oscuridad a la claridad y de 6 segundos o mayor para pasar de la claridad a la oscuridad.

Debe considerarse este fenómeno en el diseño y la ubicación de las luminarias en las calles, para reducir al mínimo los efectos del deslumbramiento.

Los efectos de deslumbramiento pueden minimizarse al reducir la brillantez de la luminaria y al aumentar la brillantez de fondo en el campo visual del conductor. Las acciones específicas que se toman para lograr esto en el diseño de la iluminación incluyen el uso de alturas de montaje mayores.

PERCEPCIÓN DE LA PROFUNDIDAD.- La percepción de la profundidad afecta la capacidad de una persona para estimar la velocidad y la distancia. Es especialmente importante en las carreteras de dos carriles durante maniobras de rebase, precisamente cuando pueden ocurrir accidentes por colisión debido a la falta de una apreciación de la velocidad y de la distancia.

VISIÓN DE LOS COLORES.- La visión de los colores es la capacidad para diferenciar los colores, la deficiencia de esta capacidad, generalmente conocida como acromatopsia o daltonismo, no tiene mucha importancia en el manejo porque hay otras formas de reconocer los dispositivos de información del tránsito (por ejemplo, la forma) que pueden compensarla.

3.2.1.3. DISTANCIA PARA DETENER UN VEHÍCULO

Denominado también "distancia de parada" que es la necesaria para que el conductor de un vehículo marchando a una cierta velocidad pueda detenerse antes de llegar a un objeto en su faja de circulación.

La distancia de parada se compone de 3 distancias que son:

Distancia de percepción + Distancia de reacción + Distancia de frenado

El tiempo de percepción según la AASHTO (American Association of State Highways and Transportation Officials) después de numerosas investigaciones es de 1.5 segundos que muchos consideran un tiempo conservador.

Generalmente se desprecia la distancia de percepción, para fines de proyecto, por la dificultad de precisarla. Para las otras dos se hace una estimación conservadora del tiempo requerido.

El **tiempo de reacción** es el tiempo preciso para que divisado el objeto se apliquen los frenos. Según la AASHTO, para el tiempo de reacción se pueden tornar valores de 0.5 segundos a 1.5 segundos. Durante este tiempo se considera que la velocidad se mantiene uniforme, ya que la variación es muy pequeña.

Por lo tanto el tiempo total desde que se divisa el objeto hasta que se han aplicado los frenos es de 2 segundos a 3 segundos (tiempo de percepción + tiempo de reacción).

La distancia de frenado depende de muchos factores:

- La fricción entre llantas y pavimento.
- Peso del vehículo.
- Numero de ejes.
- Tipo de pavimento.
- Pendiente, etc.

La AASHTO ha obtenido distancias experimentales y también ha calculado dichas distancias, que son muy próximas a las obtenidas experimentalmente.

Considerando el movimiento como uniformemente acelerado (aceleración negativa), a partir de la acción mecánica de pisar los frenos, en una superficie horizontal, tenemos:

$$D = vt - \frac{at^2}{2}$$

Donde:

v = Velocidad en el momento de aplicar los frenos

t = Tiempo

a = Aceleración

D = Distancia de frenado

Como dato conocido tenemos "v" y como incógnitas a "a" y "t"

Por otro lado tenemos que el vehículo lleva una fuerza "F", que podemos valorar así:

$$F = ma$$

En donde "m" es la masa y "a" la aceleración. Esa fuerza debe ser contrarrestada por otra igual a fin de que podamos detener el vehículo. Esta 2da fuerza puede expresarse:

$$F_1 = fP$$

en donde:

"f" es el coeficiente de fricción y "P" el peso propio.

Para detener el vehículo necesitamos que $F = F_1$ por lo tanto:

$$fP = ma$$

Sustituyendo el valor de "m" por " P/g "; en donde "g" es la aceleración de la gravedad:

$$fP = \frac{P}{g} a ; \quad f = \frac{a}{g}; \quad a = fg$$

Por otro lado tenemos que:

$$v = at \quad \therefore t = \frac{v}{a}$$

Sustituyendo el valor de “a” encontrado anteriormente:

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

Sustituyendo los valores de “a” y “t” en la ecuación original, tenemos:

$$D = v \frac{v}{fg} - \frac{1}{2} fg \left(\frac{v}{fg} \right)^2 = \frac{v^2}{fg} - \frac{v^2}{2fg}$$

Finalmente:

$$D = \frac{v^2}{2fg}$$

Usando unidades prácticas y usuales, transformamos la fórmula para “v” en Kilómetros/hora, “g” en metros/segundo², “D” en metros, como sigue:

$$D = \frac{v^2}{2fg} = \frac{v^2 \times 1000^2}{19.62 \times 3600^2} = \frac{v^2}{254 f}$$

$$D = 0.00394 \frac{v^2}{fg}$$

Y finalmente:

$$D_{frenado} = 0.00394 \frac{v^2}{f}$$

Donde:

$D_{frenado}$ = Distancia de frenado en metros

v = Velocidad en kilómetros/hora

f = Coeficiente de fricción

La relación de aceleración, al variar, hace variar el coeficiente de fricción. Por ello es necesario considerar las condiciones bajo las cuales se frena el vehículo, para poder utilizar el coeficiente de fricción adecuado. En general se acepta que los vehículos no tienen los frenos en las mejores condiciones, sino en condiciones medias.

$f = 1.35$ → Es un coeficiente de fricción peligroso ya que ocasionara que los ocupantes del vehículo sean proyectados hacia delante.

$f = 1.00$ → Es un coeficiente de fricción que corresponde a condiciones incómodas y puede ser peligroso.

$f = 0.60$ → Es un valor aceptable para el coeficiente de fricción.

$f = 0.45$ → Es un valor aceptable, correspondiente a frenos que están en los límites legales.

Para fines de proyecto y tomando en cuenta tiempos promedio de reacción y coeficientes de fricción en condiciones de comodidad, se presentan valores para las distancias de parada, correspondientes a diferentes velocidades.

1.2.2 PEATÓN

3.2.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Se puede considerar como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años.

Es importante estudiar al peatón porque no solamente es víctima del tránsito, sino también una de sus causas.

Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque estos no cruzan en las zonas marcadas para ellos.

En nuestro medio el peatón todavía no tiene un conocimiento adecuado de lo que son las señales de tránsito y las normas básicas de circulación es muy común observar que la mayoría de las personas no utilizan los pasos de cebra, incluso se pasan por alto los semáforos. Debemos hacer notar que casi siempre en los accidentes con atropello a peatón, tránsito y la mayoría de las personas piensan que es culpable el conductor, aun cuando haya sido la imprudencia del peatón.

El Código de Tránsito capítulo IX artículos 75, 76, 77 y 78 habla claramente sobre las normas de circulación del peatón responsabilidades y prohibiciones pero aun así estas no se cumplen.

3.2.2.2. ACCIDENTES ORIGINADOS POR PEATONES

En los siguientes cuadros podemos ver que los accidentes son más frecuentes en pasajeros y peatones, examinado a detalle estos datos encontramos que la mayoría de estos se hallaba cruzando fuera de la zona de seguridad de las esquinas, otros caminaban sobre la calzada, y con menor frecuencia peatones que fueron atropellados al salir de atrás de un vehículo estacionado y cuando cruzaba una intersección que no tenía control, es decir no tenía semáforo, ni tenía agente de tránsito.

Tabla 1

ESTADISTICA DE PERSONAS ACCIDENTADAS EN HECHOS DE TRANSITO

ACCIDENTADOS	AÑO 2008	AÑO 2009	TOTAL
PASAJEROS	172	147	319
PEATONES	129	131	260
CICLISTAS	87	52	139
MOTOCICLISTAS	68	42	110
PROFECIONALES	36	30	66
PARTICULARES	15	3	18

FUENTE: ORGANISMO OPERATIVO DE TRÁNSITO

Figura N° 2

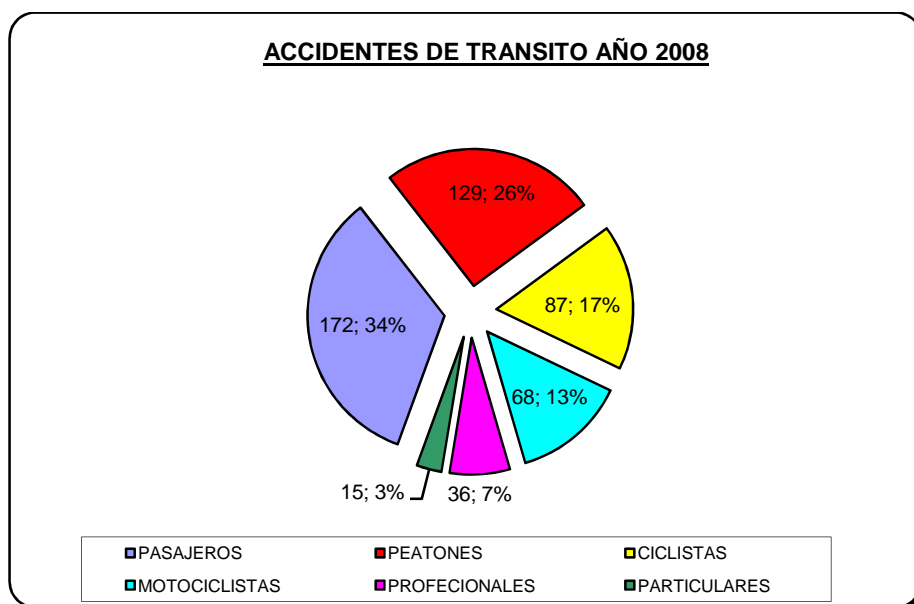


Figura N° 3

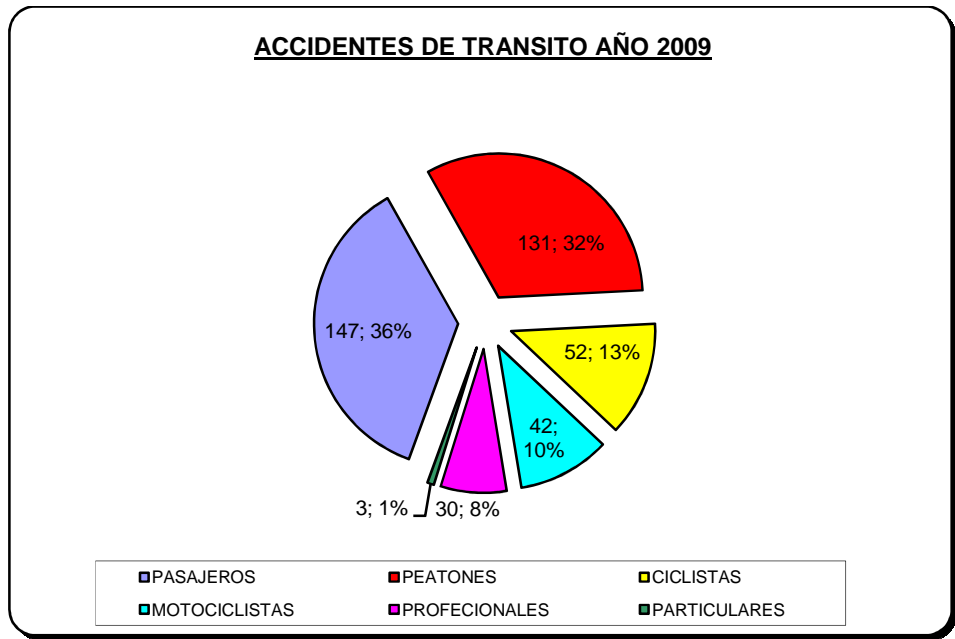


Figura N° 4



Figura

N° 5

En las calles urbanas es muy común que peatones vendedores ambulantes circulen sobre las calzadas, mientras manejan hablan por el celular, no se utilizan los pasos de cebra para cruzar ni se respeta los semáforos, además no se asignan policías a esta zona sobre todo en las horas pico, deben realizar tarea de educar a la población y tratar que se cumplan las normas de circulación.

3.2.2.3. ESPACIO DEL PEATÓN

Dada la enorme diferencia entre la velocidad media de los peatones (de 4 a 5 Km./h) y de los vehículos, se hace absolutamente preciso que circulen por zonas separadas.

El espacio destinado a la circulación de peatones “Las Aceras”, que en nuestra zona de estudio no reúnen las condiciones adecuadas para el tipo de zona comercial y escolar, puesto que en la mayoría de estas calles los anchos de acera son menores a 2m. y en algunos caso solo se cuenta con el cordón de la acera a esto se suma la falta de señales adecuadas y además no se considera a los peatones mayores de 60 años y niños que circulan mucho por estas calles ,es muy peligroso no tratar de solucionarlo porque la población crece y agrava el problema.

Figura N° 6



Figura N° 7



La velocidad de circulación del peatón hombre adulto es de 1.5 m/s y de la mujer es de 1.41 m/s.

A pesar de que se recomienda siempre efectuar una estimación del volumen horario de peatones para determinar el ancho de las aceras, se recomienda los siguientes valores mínimos:

- Aceras en áreas residenciales de tráfico peatonal no intenso, ancho mínimo de 1.80 m.
- Aceras en áreas centrales de comercio intenso, ancho mínimo de 3.0 m

A los anchos obtenidos recomendados deben aumentarse el ancho de las aceras por jardín, árboles, teléfonos públicos, postes, etc.

Tabla 2

POBLACIÓN EN LA CIUDAD DE TARIJA

CENSO	POBLACIÓN TOTAL	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
2008	496988	314705	182283
2009	509708	322760	186948

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA INE

3.2.2.4. CICLISTAS Y BICICLETAS

Las bicicletas son un componente importante en las calles urbanas por eso es importante tener en cuenta su participación en la circulación.

En la guía para el desarrollo de instalaciones para Bicicletas de ASSHTO (Guide for the Development of Bicycle Facilities) se han identificado tres clases de ciclistas: Los ciclistas con experiencia o avanzados están en la clase A, mientras que los ciclistas con menos experiencias están en la clase B y los niños que se clasifican como C.

La velocidad mínima en terreno plano es 20 millas/h o 32,18 Km. /h.

Al igual que los peatones en la zona estudiada se pudo observar el incumplimiento de las normas de circulación donde los ciclistas se pasan por alto los semáforos circulan a contra mano y no conservan un solo carril si no que tratan de sobrepasar a los vehículos por donde encuentren espacio y estos a veces se encuentran con pasajeros que bajan de los autobuses en medio de la calzada ocasionando accidentes no graves, pero perjudiciales.

Figura N° 8



1.2.3 VEHÍCULO

El vehículo es uno de los elementos importantes del tránsito por eso es necesario estudiarlo. En Tarija el crecimiento del parque automotor es notable especialmente en los últimos años como podemos observar en la tabla 4.

Tabla 3

PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE TARIJA

AÑO	VEHÍCULOS PARTICULARES	VEHÍCULOS PÚBLICOS	VEHÍCULOS OFICIALES	TOTAL GENERAL
1990	556	112	10	678
1991	1187	244	36	1467
1992	1421	461	42	1924
1993	1277	338	28	1643
1994	853	238	22	1113
1995	1255	209	24	1488
1996	1174	354	33	1561
1997	1143	279	48	1470
1998	3976	533	14	4523
1999	4870	849	19	5738
2000	1779	181	6	1966
2001	1226	188	17	1431
2002	964	166	58	1188
2003	1124	146	33	1303
2004	2403	133	17	2553
2005	1789	8	104	1901

FUENTE: ORGANISMO DE TRÁNSITO DIVISIÓN DE REGISTRO DE VEHÍCULOS

El parque automotor del departamento de Tarija registró un crecimiento de 8,20 %, de 25189 vehículos en 2003 a 27254 en 2004, aumento que en términos absolutos represento 2065 vehículo adicionales.

3.2.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL VEHÍCULO

Los criterios para el diseño geométrico de carreteras se basan en parte en las características estáticas, cinemáticas y las dinámicas de los vehículos. Las características estáticas incluyen el peso y el tamaño del vehículo, las características cinemáticas implica el movimiento del vehículo, sin la consideración de las fuerzas que causan el movimiento del vehículo. Un conocimiento cuidadoso de estas características ayudará a la carretera y/o al ingeniero del tráfico en diseñar las carreteras y los sistemas de control de tráfico que permiten la operación segura y cómoda de un vehículo, particularmente durante las maniobras básicas de pasar, parar, y de dar vuelta

.

3.2.3.2. CLASIFICACIÓN OFICIAL SEGÚN EL SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS (S.N.C.)

Por la diversidad de vehículos existentes en nuestro país y para tratar de simplificar esta diversidad es que el Servicio Nacional de Caminos (S.N.C) ha clasificado los vehículos del país en 4 grandes grupos de acuerdo a algunas características sobresalientes.

Todos los países prácticamente tienen sus propias clasificaciones de vehículos de acuerdo a los vehículos predominantes y a sus requerimientos viales.

La clasificación del Servicio Nacional de Caminos (S.N.C) es la siguiente:

- **VP** Vehículos livianos como automóviles, camionetas, vagonetas, minibuses, etc.

Figura N° 9 Ejemplo de Vehículo Tipo VP



- **CO Vehículos** comerciales de dos ejes, comprenden a camiones y autobuses comerciales, normalmente de dos ejes y seis ruedas.

Figura N° 10 Ejemplo de Vehículo Tipo CO



- **O** Automóviles de mayores dimensiones, y camiones de mayores dimensiones. Los autobuses empleados generalmente para viajes de largas

distancias y turismo. Estos vehículos son de mayor longitud que las CO y pueden contar con 3 ejes.

Figura N° 11 Ejemplo de Vehículo Tipo O



- **SR Vehículo** comercial articulado, compuesto normalmente de una unidad tractora y un semi - remolque o remolque de 2 ejes.

Figura N° 12 Ejemplo de Vehículo Tipo SR



Tabla 4

DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS TIPO

Características del Vehículo	Automóviles VP	Autobuses y Camiones CO	Autobuses interurbanos O	Camión semi - remolque SR
Ancho total m =	2.10	2.60	2.60	2.60
Largo total L =	5.80	9.40	12.20	16.80
Radio mínimo de la rueda externa delantera m =	7.30	12.80	12.80	13.70
Radio mínimo de la rueda interna trasera m =	4.70	8.70	7.10	6.00

FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE CAMINOS (S.N.C.)

Desde el punto de vista del proyecto de diseño tienen importancia las siguientes características de los vehículos:

- Las dimensiones de los diferentes tipos por el espacio que ocupan y que inciden en el ancho de carriles y hombreas.
- La maniobrabilidad es decir los radios de giro para que pueda un vehículo girar en la carretera en las curvas de radios menores.
- Su peso por la acción destructora que produce en el pavimento.

1.2.4 LA VÍA

Entendemos por vía, la faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carteras, y a nivel urbano las calles de la ciudad.

El diseño geométrico de las carteras y calles, incluye todos aquellos elementos relacionados con el alineamiento horizontal, el alineamiento vertical y diversos componentes de la sección transversal.

3.2.4.1. CLASIFICACIÓN SISTEMA VIAL URBANO

La clasificación de un sistema vial urbano se hace en términos de movilidad y accesibilidad.

- **Calles Locales:** Son utilizadas en general por vehículos cuyo punto de origen o destino se encuentra en ellas. Los recorridos realizados son cortos y a pequeña velocidad y la principal finalidad de la calle es la de permitir el acceso a los edificios existentes. Las intersecciones son a nivel y no suelen existir regulaciones especiales de circulación.
- **Calles Colectoras - Distribuidoras:** Son las que recogen el tráfico proveniente de (o con destino a) las calles locales. La mayor parte del tráfico realiza recorridos cortos y no tiene su origen (o destino) en la calle, pero una parte apreciable se origina (o termina) en la propia calle, por lo que esta debe permitir el acceso a los edificios. Las intersecciones con calles locales y otras colectoras son a nivel, pero se hace preciso introducir regulaciones de circulación, tanto en las intersecciones como en el resto de la calle.
- **Calles Arteriales:** Son las que forman la red principal en ciudades pequeñas (por ejemplo, menos de 200.00 habitantes). Su objeto es enlazar las distintas zonas de la ciudad. La mayor parte del tráfico circula por dichas calles sin detenerse en ellas, realizando recorridos superiores a los 2 Km. Es necesario introducir numerosas medidas de regulación que dificultan el acceso directo a los edificios contiguos. Las intersecciones serán a nivel y controladas por semáforos, pero a veces será preciso construir enlaces.

Tabla 5

TIPOS DE VÍAS URBANAS SEGÚN SU FUNCIÓN

	AUTOPISTAS	ARTERIAS	CALLES COLECTORAS DISTRIBUIDORAS	CALLES LOCALES
Moviendo	100 %	75%	50%	25%
Acceso	0	25%	50%	75%
Longitud del Recorrido por La vía	Más de 5 Km.	De 1 a 10 Km.	De 500 a 1000 m	Menos de 500 m
Separación Entre vías	3 a 5 Km.	1 a 2 Km.	500 m	100 m
Tipo de cruces	Enlaces	Enlaces e intersecciones con semáforos	Intersecciones con semáforos o con señales de prioridad	Intersecciones con señales de prioridad o sin señalizar

FUENTE: ELEMENTOS DE INGENIERÍA DE TRÁFICO - Carlos Kraemer, Víctor Blanco

Las calles en estudio pertenecen al tipo de calles colectoras-distribuidoras, no en todas sus intersecciones se cuentan con semáforos o con señales de prioridad, pero aun no se cuentan con paradas definidas para el transporte público.

El terreno de la mayoría de las calles es plano, en promedio el ancho de la calzada es 5,30 m. exceptuando en la zona donde se encuentra ubicado el palacio de justicia donde es permitido el estacionamiento y el ancho promedio es de 10 m.

Al realizar los aforos se pudo observar que estas calles presentan muchos baches, que las maniobras de giro en una intersección se hacen con mucha dificultad por que generalmente se encuentran vehículos estacionados muy cerca de la intersección.

3.3. CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

Conforme a esta última teoría se define como causa de un accidente "Cualquier comportamiento, acto o negligencia, sin el cual el accidente no se produce". Sin

embargo, pese a dejarse establecido que dentro de la equivalencia hay una condición que es la causa, existen otras condiciones que también están ligadas al resultado.

SON CAUSAS CONDICIONANTES (Mediatas, remótas o indirectas) aquellas que en el tiempo, lugar o grado están separadas del resultado; se podría afirmar que en sí no son las responsables de que el hecho ocurra sino que es preciso que a ellas se unan las causas perpetuantes y, eventualmente, las desencadenantes. Siendo las causas condicionantes de mucha importancia y, en general, objeto de tratamiento multidisciplinario el accidente no se llegaría a producir sí a ellas no estuviesen unidas las perpetuantes.

Como por ejemplo de lo dicho está caso, de común ocurrencia en que personas preocupadas por problemas de orden afectivo, no prestan la atención necesaria y se ven involucradas en accidentes no de tránsito por no haber respetado un signo de tránsito que no advirtieron oportunamente.

SON CAUSAS DESENCADENANTES (Intermedias) aquella que estando también separadas del resultado, hacen propicia de manera directa la causa perpetuante; ocupan un lugar intermedio entre las condicionantes y las perpetuantes. El espectro de las causas desencadenantes puede abarcar un amplio rango pero, en general, se trata de situaciones que imperan en un momento determinado y que facilitan la producción del hecho como por ejemplo la existencia de mala visibilidad por nieblas; calzadas resbaladizas por presencia de un elemento deslizante como agua, aceites, petróleo, gravilla, etc.

SON CAUSAS PERPETUANTES (inmediatas, directas) aquellas que están directamente conectadas en tiempo, lugar y grado con el resultado.

Habíamos dicho que para la teoría de la equivalencia de las condiciones hay una sola de ellas que puede considerarse causa pero existen condiciones que no siendo consideradas causa están también directamente conectadas con el resultado; para poder diferenciarlas unas de otras se ha denominado CAUSA BASAL a aquellas que

hecha, la supresión mental hipotética, sin ella el hecho no se produce y, las otras condiciones, CAUSAS CONCURRENTES.

1.3.1 CAUSAS APARENTES

Son posibles causas del accidente

Enumerar y explicar las posibles causas del accidente; preguntarse sobre el por qué de cada uno de los hechos, así como de sus antecedentes llegando a determinar las causas principales desencadenantes del accidente. Dichas causas son siempre múltiples, puesto que unas hacen referencia a las condiciones técnicas, otras al comportamiento humano, y otras a la organización del trabajo.

Según diversas investigaciones a nivel mundial, la mayor parte de los accidentes son debidos a errores humanos; el mal estado de la calzada y los fallos del vehículo, en menor medida, son las otras dos causas de accidentes. **Los principales errores humanos son: velocidad excesiva** para las condiciones de la carretera, **no ceder el paso en los cruces, distancia de seguridad demasiado reducida, adelantamientos indebidos y percepción o enjuiciamiento equivocados** de la situación que se presenta. El deterioro de la percepción como consecuencia del consumo de alcohol es otro factor de importancia. Las deficiencias de la carretera que son factores básicos de los accidentes son: mal diseño del trazado y del control en los cruces, señalización inadecuada, mala iluminación de la vía, superficies resbaladizas y obstrucciones por vehículos mal estacionados. Los principales fallos del vehículo se deben a defectos en neumáticos, frenos y luces, consecuencia casi siempre de un inadecuado mantenimiento.

1.3.2 CAUSAS REALES

Una vez demostrado el motivo por lo que se ocasiono el accidente serán causas reales. Los accidentes ocurren porque la gente comete actos incorrectos o porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en

condiciones adecuadas. El principio de la prevención de los accidentes señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que se pueden evitar al identificar y controlar las causas que los producen, que pueden ser:

Causas mediatas, son las que si bien no provocan el accidente, coadyuvan a su realización:

- **El mal estado del vehículo;** frenos o neumáticos en mal estado, fallos de dirección, fallos mecánicos, etc. De ahí a que deban de someterse a revisiones periódicas.
- **Los agentes atmosféricos;** nieve, lluvia, hielo, niebla, etc, y sus consecuencias sobre visibilidad y adherencia.
- **El mal estado de la vía;** baches, socavones, peraltación o señalización indebida, etc. De esta causa es directamente responsable el dueño o responsable de la vía, o Admón. que corresponda.

Causas inmediatas, son las que provocan directamente el accidente:

- **La defectuosa conducción del vehículo;** mal estado del conductor, cansancio, haber consumido drogas o estupefacientes, alcohol o medicamentos, etc, y cualquier trastorno físico o psíquico de conducción que provoque un accidente de tráfico.
- **La conducción temeraria o imprudente;** como el exceso de velocidad, o no respetar las normas o señales de tráfico, etc.
- **Causa natural o caso fortuito;** como por ejemplo, la caída de un árbol o el desprendimiento de una cornisa, que provoque un accidente de tráfico.
- **Cualquier acción negativa realizada por el conductor,** ocupantes, peatón o animal, que provoque un accidente de tráfico.

3.4. VALORACIÓN DE LOS ACCIDENTES

Identificando las localizaciones peligrosas y el patrón del accidente, la etapa siguiente en el análisis de datos es determinar causas posibles de los accidentes. Los tipos de accidentes identificados se emparejan con una lista de las causas posibles de las cuales, se identifican varias causas probables. La tabla 7 muestra una lista de las causas posibles para diversos tipos de accidentes. Las condiciones ambientales que existen en el instante del accidente pueden también ayudar en identificar causas posibles de accidentes.

IDENTIFICACIÓN DE LAS LOCALIZACIONES Y ELEMENTOS PELIGROSOS.-

Las localizaciones peligrosas son sitios donde las frecuencias del accidente, calculadas en base de los mismos datos expuestos, son más altas que el valor previsto para otras localizaciones o condiciones similares. Cualquiera de los índices de accidentes o de los resúmenes del accidente descritos anteriormente se puede utilizar para identificar las localizaciones peligrosas. Un método de análisis común implica la determinación de los índices de accidentes basados en los mismos datos expuestos para el sitio del estudio con altos índices de accidentes evidentes y varios otros sitios con tráfico similar y características geométricas. Una prueba estadística apropiada tal como el análisis de valor previsto se realiza entonces para determinar si el alto índice de accidentes evidente en el sitio del estudio es realmente perceptiblemente más alto. Si la prueba estadística demuestra que el alto índice de accidentes evidente es perceptiblemente más alto, éste indica un índice anormal de accidentes en la localización de la prueba, y para considerar la localización una localización peligrosa.

Tabla 6
Causas probables del accidente para diversos tipos de accidentes

Causa probable	<p>Colisión de frente al giro a la izquierda</p> <p>Colisiones a 90° en intersecciones señalizadas</p> <p>Colisiones a 90° en intersecciones no señalizadas.</p> <p>Colisiones por detrás en intersecciones no señalizadas.</p> <p>Colisiones por detrás en intersecciones señalizadas</p> <p>Colisiones vehículos – peatón.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gran volumen para el giro a la izquierda. • Distancia de visibilidad restringida. • Luz amarilla demasiado corta • Ausencia la señalización especial de giro a la izquierda. • Exceso de velocidad. • Distancia de visibilidad restringida. • Exceso de velocidad. • Visibilidad pobre de la señal. • Sincronización inadecuada de la señal. • Iluminación inadecuada del camino. • Señales inadecuadas en la intersección. • Gran volumen total en la intersección. • Distancia de visibilidad restringida. • Gran volumen total en la intersección. • Exceso de velocidad. • Iluminación inadecuada del camino. • Señales inadecuadas en la intersección. • Dispositivos inadecuados de control del tráfico. • Conductor no enterado de la intersección. • Superficie deslizante. • Gran número de vehículos que giran. • Iluminación inadecuada del camino. • Exceso de velocidad. • Carencia de drenaje adecuado. • Cruce de peatones. • Superficie deslizante. • Gran número de vehículos que giran. • Visibilidad pobre de la señal. • Sincronización inadecuada de la señal. • Señales injustificables. • Iluminación inadecuada del camino. • Distancia de visibilidad restringida. • Protección inadecuada para el peatón. • Área de cruce escolar. • Señales inadecuadas.
-----------------------	--	---

Fuente: Adaptado de la Highway Safety Engineering Studies Procedural Guide, U.S. Department of Transportation, Washington,D.D., Junio 1981

Una técnica que se utiliza para identificar localizaciones peligrosas posibles se conoce como el método del factor crítico del índice de accidentes. Puesto que los accidentes de tráfico son ocurrencias al azar y se pueden considerar como “eventos raros” no es posible identificar las localizaciones peligrosas simplemente en base del número de accidentes. El método del factor crítico del índice de accidentes incorpora el volumen de tráfico para determinar si el índice de accidentes en una localización particular es perceptiblemente más alto que el promedio para el tipo de factibilidad. La estadística del accidente es mantenida típicamente por el tipo de la facilidad, que es determinada por factores tales como volumen de tráfico, control de tráfico, número de carriles, densidades del uso del terreno, y clasificación funcional.

El método del factor crítico del índice de accidentes implica la siguiente expresión:

$$CR = AVR + \frac{0.5}{TB} + TF \sqrt{\frac{AVR}{TB}}$$

Donde:

CR= índice crítico de accidentes por 100 millones de millas – vehículos o por millón de vehículos que entran.

AVR=índice de accidentes promedio para el tipo de facilidad.

TF= Factor de prueba, desviación de estándar en un nivel dado de Confianza (S en la ecuación del valor previsto).

TB=Tráfico base, 100 millones millas – vehículos o millón de vehículos que entran.

3.5. RELACIÓN DE LOS ACCIDENTES CON LOS OTROS FACTORES DE TRÁFICO

1.5.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CIRCULACIÓN

3.5.1.1.VOLUMEN E INTENSIDAD

Se entiende por volumen de tráfico al número de vehículos que pasa a través de una sección fija de una carretera por unidad de tiempo. Las unidades para este volumen son el año, el mes, el día y la hora.

La intensidad es el volumen de tráfico pero medido en tiempos cortos de 15 o 20 minutos que nos representa la cantidad máxima de flujo para una determinada vía.

El volumen se puede expresar como:

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

Donde:

Q = vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N = número total de vehículos que pasan

T = periodo determinado (unidades de tiempo)

A partir de esto se tienen volúmenes de tráfico promedio diario y volúmenes de tráfico promedio horario.

• VOLÚMENES DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIOS

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado (en días completos), dividido entre el número de días del periodo.

1. Tráfico promedio diario anual (TPDA)

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

2. Tráfico promedio diario mensual (TPDM)

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

3. Tráfico promedio diario semanal (TPDS)

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

• VOLÚMENES DE TRÁFICO HORARIOS

Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tráfico horario, dados en vehículos por hora:

1. Volumen horario máximo anual (VHMA) es el máximo volumen que ocurre en un punto o sección de carril durante un año determinado es decir el la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.
2. Volumen horario de máxima demanda (VHMD) Es el máximo número de vehículos que pasan por un determinado punto o sección de calzada durante 60 minutos consecutivos.
3. Volumen horario – décimo, vigésimo, trigésimo – anual, es el volumen horario que ocurre en un punto o sección de carril o calzada durante un año determinado, que es excedido por 9, 19 y 29 volúmenes horarios, respectivamente. También se le denomina volumen horario de la 10^a, 20^a, 30^a hora de máximo volumen.
4. Volumen horario de proyecto (VHP) es el volumen horario que servirá para determinar las características geométricas de la vialidad.

Figura N° 13



VOLUMEN ZONA CENTRAL DE TARIJA

3.5.1.2. VELOCIDAD

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

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

- **VELOCIDAD DE PUNTO**

Llamada también velocidad instantánea es la velocidad de un vehículo en un momento determinado, las distancias que se recorren son relativamente pequeñas (25, 50, 70, 100 metros).

- **VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL**

Esta velocidad no es más que el cociente que resulta de dividir la distancia recorrida por un vehículo entre el tiempo total que se empleó en recorrer dicha distancia. En este tiempo están incluidos todos los tiempos en el que el vehículo se haya detenido por cualquier motivo o haya variado su velocidad.

- **VELOCIDAD DE CRUCERO**

La velocidad de cruceo también es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo efectivamente en movimiento.

Del tiempo de recorrido se deberán descontar todos aquellos tiempos en que el vehículo se hubiera detenido por cualquier causa.

- **VELOCIDAD DE PROYECTO**

Llamada también velocidad directriz o velocidad de diseño, es aquella a la cual, un conductor de habilidad media con razonable atención puede recorrer el camino con entera seguridad, es decir, es aquella velocidad máxima segura que puede mantenerse en un tramo de un vía.

La velocidad de proyecto sirve para relacionar las características geométricas de una carretera como el alineamiento horizontal, vertical, distancia de visibilidad, de frenado, peraltes, radios de curvatura, etc.

3.5.1.3. ESTUDIOS DE VELOCIDAD

El estudio de las velocidades de los vehículos de motor puede ser tratado en dos categorías generales: *estudios de velocidad de punto* y *estudios de tiempos de recorrido*.

- **Los estudios de velocidad de punto.-** Tienen por objeto medir la distribución de velocidades de los vehículos en un tramo de carretera de longitud relativamente corta.

Los resultados se expresan normalmente como velocidad promedio.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Donde:

\bar{X} = Velocidad promedio (Km. /h)

$\sum X$ = Suma de las velocidades observadas (Km. /h)

n = Número de observaciones

- **Los estudios de velocidad de recorrido.-** Para determinar la velocidad de recorrido es necesario tener los tiempos de recorrido, los que a su vez están asociados con las demoras. Los resultados, de los estudios de tiempo de recorrido y demora, son útiles en la evaluación general del moviendo del tránsito, dentro de un área o a lo largo de rutas específicas. Con estos datos se puede identificar los lugares conflictivos, donde se pueden realizar mejoras para mejorar la movilidad y la seguridad. La velocidad de recorrido se puede expresar como:

$$\bar{X} = \frac{dn}{0.277 \sum t}$$

\bar{X} = Velocidad promedio (Km. /h)

d = Longitud de recorrido (m)

n = Número de observaciones

0.277 = Factor de conversión (m/seg. a Km. /h)

$\sum t$ = Suma de los tiempos de recorrido observados (segundos)

3.5.1.4.DENSIDAD

Se llama densidad al número de vehículos que existen por unidad de longitud sobre una carretera.

Esta magnitud puede ser medida pero es mucho más fácil calcularla haciendo la siguiente relación:

$$Densidad = \frac{Volumen}{Velocidad} = \frac{Veh/h}{Km/h}$$

$$Densidad = Veh/Km$$

Figura N° 14



DENSIDAD VEHICULAR EN LA ZONA CENTRAL DE TARIJA

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

3.5.1.5. TIEMPOS DE RECORRIDO Y DEMORAS

Como se indicó anteriormente en los estudios de velocidad, sobre todo en zonas urbanas es frecuente que la velocidad de cada vehículo sufra grandes cambios durante el viaje, llegando incluso a permanecer inmóvil durante algún tiempo. En este caso el conocimiento de las velocidades instantáneas es poco representativo, y es más fácil trabajar con velocidades medias de recorrido o con tiempos de recorrido, si se desea estimar la calidad de de servicio ofrecida al usuario.

CAPÍTULO IV

EFECTO DEL NIVEL DEL SERVICIO EN LOS ACCIDENTES

1.1.CARACTERIZACIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO

El Nivel de Servicio es un procedimiento analítico usado para medir las condiciones operacionales de cualquier infraestructura dedicada al tráfico (peatonal o vehicular) tales como segmentos de carretera, intersecciones urbanas o enlaces de vías de alta capacidad. En el cálculo del Nivel de Servicio se utilizan varios factores. Nds describe un rango de condiciones operacionales de la carretera como son:

- Velocidad y tiempo de viaje
- Libertad de maniobra
- Interrupciones de tráfico
- Comodidad de la conducción
- Seguridad vial

Existen seis niveles, desde el A hasta el F, siendo A el mejor nivel y F el peor.

1) Nivel de Servicio A

Referido a condiciones de utilización óptimas, con un flujo de tráfico libre, altas velocidades y bajos volúmenes de vehículos.

2) Nivel de Servicio B

Son flujos estables. El tráfico empieza a sufrir restricciones pero el tráfico es bastante holgado.

3) Nivel de Servicio C

Se manifiesta con flujos aún estables pero con velocidades menores que las del nivel anterior influenciadas por tráfico vehicular en mayor grado. El conductor no se encuentra libre para elegir la velocidad.

4) Nivel de Servicio D

Se presentan volúmenes de tráfico altos, con flujos casi críticos y con velocidades de circulación tolerables. Existe poca libertad de maniobras y bajos índices de confort.

5) Nivel de Servicio E

Existe un volumen de tráfico elevado sujeto a paradas eventuales y bajas velocidades. Se encuentra próximo o en el límite para alcanzar la capacidad de la vía.

6) Nivel de Servicio F

Nivel de servicio en el cual los volúmenes de tráfico son menores a la capacidad de la vía, lo que traduce un flujo forzado con velocidades bajas. Se encuentra en un límite inferior de utilización materializado en un congestionamiento absoluto.

1.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ACCIDENTES EN LAS ZONAS URBANAS

Dependen de la situación geográfica, los vehículos intervinientes, los resultados y el modo en que se producen. Atendiendo a la situación dentro o fuera del casco urbano podrán ser urbanos o interurbanos. Los interurbanos tienen lugar en autopistas, vías rápidas y carreteras convencionales. Dentro de las funciones que ostentan las policías locales cabe señalar en este caso la instrucción de atestados por accidentes dentro del casco urbano, siendo este documento la relación circunstanciada de los hechos de

forma cronológica, las diligencias de filiación de los implicados y sus declaraciones testimoniales. Dicha diligencia se extiende por la policía, en funciones de policía judicial, y consta de las diligencias practicadas con motivo de un accidente de tráfico, previstas o no caracteres de delito.

En atención a los vehículos intervinientes se darán accidentes simples, en los que interviene una sola unidad de tráfico, siendo éstos el despiste, el choque, el vuelco y la caída, o accidentes múltiples, con dos o más unidades de tráfico, perteneciendo a este tipo el alcance, el atropello, la colisión, la embestida, la rascada, el topetazo, o el accidente en cadena. Observando los resultados se clasifican en: con daños materiales, dando perjuicio a la propiedad, con daños personales, en los sujetos del accidente, distinguiendo entre acc. con heridos, o acc. mortales, cuando se produce alguna muerte en plazo de 24 horas tras el accidente. Conforme al modo en que se producen citaremos: *Salida de la vía.- sin choque o colisión, ordinaria si es a un mismo nivel o con precipitación si es a otro inferior o superior. *Vuelco.- parcial si alguna rueda toca suelo, lateral si está apoyado en uno de sus lados, total, con todas las ruedas en el aire, de campana si da vueltas sobre su parte anterior y de tonel si las da transversalmente. *Choque.- un vehículo en movimiento colisiona contra uno estacionado o un elemento fijo de la vía. *Atropello.- una unidad de tráfico en movimiento contra otra manifiestamente más débil. *Colisión.- dos o más vehículos se contactan golpeándose en cualquiera de sus partes. A su vez se divide en embestida (parte anterior de un vehículo VS alguno de los laterales de otro), topetazo (colisión frontal), alcance (parte anterior VS parte posterior), y rascada positiva (distinto sentido) o negativa (igual sentido). Cuando en la colisión por alcance son varias las unidades que participan se denomina accidente en cadena, si es una colisión de otro tipo se llama accidente múltiple. *Arrollamiento.- Una que circula por trazado férreo colisiona contra otro de forma desproporcionadamente manifiesta.

Tipos de Accidente

- **Atropello.-** Accidente en el cual resulta herido una o más personas con la participación de uno o más vehículos.
- **Colisión.-** encuentro de dos vehículos en movimiento.
- **Choque a Objeto Fijo.-** Vehículo que choca con objeto como ser: árboles, muros de contención, postes de alumbrado público y otros.
- **Vuelco.-** Accidente por diferentes causas en la que un vehículo gira con un vuelco o vuelco de campana donde aprisiona a los pasajeros o existe fallecidos.
- **Derrape.-** Salida de la vía como ser: encunetamientos y despistes.
- **Embarrancamiento.-** La penetración a una quebrada.
- **Caída de Personas.-** Deslizamiento de los pasajeros del medio de transporte público o particular.
- **Incendio de Vehículos**

Tipos de Vehículo

- Ambulancia
- Automóvil – Particular
- Taxi - Trufi
- Vagoneta - Jeep
- Camioneta
- Camión
- Camión - Remolque
- Equipo pesados
- Microbús
- Ómnibus
- Motocicleta
- Motobicicleta
- Bicicleta
- Peatón
- Otros (Coches fúnebres, Acoplados, vehículos de tracción animal o humano)

Para cada conductor (o peatón):

Lesión

- Fatal
- Herido
- Ileso

Edad

- Edad en años (Si existe algún error en registrar este campo se deberá poner el número 99 para hacer notar el mismo)

Sexo

- Masculino
- Femenino

Categoría de Licencia

- Profesional
- Particular
- Motociclista
- Motorista

Grado de Alcoholemia

- El porcentaje de alcohol en la sangre

Para cada uno de los primeros tres vehículos:

Número de pasajeros fallecidos

- Un número

Número de pasajeros heridos

- Un número

1.3.RELACIÓN NIVELES DE SERVICIO vs. ACCIDENTES

Las condiciones mencionadas determinan la capacidad y conjuntamente con la demanda para el lapso considerado, el nivel de servicio del camino, que naturalmente estará sujeto a variaciones con el tiempo.

Técnicamente la calidad del servicio vial se define en términos del nivel de servicio. En su significado más amplio, el nivel de servicio alude a cualquiera de las posibles combinaciones de condiciones de operación que pueden ocurrir en un carril o una calzada dados cuando sirven a volúmenes diversos.

El nivel de servicio es una medida cualitativa del efecto de muchos factores que incluyen la velocidad y el tiempo de viaje, las interrupciones de tránsito, la libertad de maniobra, la seguridad, la comodidad y conveniencia del conductor y los costos de operación. En la práctica se definen niveles de servicio específicos, en términos de valores límites particulares de algunos de aquellos factores.

Un carril o una calzada dados pueden brindar una amplia gama de niveles de servicio. Los diversos niveles de servicio, para cualquier calzada específica, son funciones del volumen y la composición del tránsito, y de las velocidades alcanzadas. El carril o la calzada proyectados para un determinado nivel de servicio con un volumen específico, operarán en la práctica a muchos niveles de servicio diferentes a medida que el flujo varía durante una hora, y el volumen cambia según la hora del día, el día de la semana o los períodos del año, y también a través de los años con el crecimiento del tránsito. Además, los diferentes tipos de carreteras, caminos y calles, tales como autopistas, supercarreteras a nivel, carreteras principales (multicarriles), caminos rurales locales de dos carriles, calles arteriales urbanas y calles urbanas céntricas tienen casi siempre diferentes niveles de servicio no relacionados entre sí, pues cada uno de ellos debe medirse por pautas o escalas diferentes. Mientras el nivel de servicio es más forzado se tendrá mayores accidentes.

1.4.DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LOS NIVELES DE SERVICIO EN LOS ACCIDENTES

Se han determinado ciertos factores que afecten a los accidentes a la probabilidad de resultar lesionado en un accidente de tráfico y que pueden modificarse mediante intervenciones. Los factores pueden considerarse en el ámbito de un “enfoque de sistemas” encaminado a identificar todas las fuentes que contribuyen a las colisiones y a continuación tratar de reducir sus consecuencias. Por consiguiente, pueden considerarse factores determinantes de riesgo en particular para los vehículos, los ocupantes de los vehículos y el medio ambiente vial. Sus características de la vía de las cuales se obtiene los niveles de servicio según su capacidad para la que fue diseñada y con la capacidad real con la que funcionan actualmente.

Hay grandes posibilidades de reducir las lesiones por accidente de tráfico mejorando el diseño y el mantenimiento de las carreteras o calles. Por ejemplo, un medio eficaz de mejorar la seguridad en las carreteras o calles consiste en mejorar las señalizaciones e indicaciones. Las evaluaciones de la seguridad deberían incluirse en la planificación de la infraestructura vial a fin de eliminar riesgos evitables, en particular los que corren los usuarios vulnerables de las carreteras o calles urbanas.

1.5.VALORACIÓN DE LA RELACIÓN NIVELES DE SERVICIO – ACCIDENTES

Hay dos razones principales por las que es interesante determinar el nivel de servicio (NS) en una infraestructura: conocer el nivel de satisfacción de los usuarios (evaluación) y predecir futuros cambios si se realizan hipótesis sobre crecimiento de tráfico y cambios introducidos en la infraestructura (predicción). Si el resultado de la evaluación es un NS insuficiente, esta evaluación puede desembocar en una necesidad de inversión para mejorar la infraestructura. Si el resultado de la predicción es un NS insuficiente, el proceso de planificación debe incluir una programación de gastos y actividades para mejorar la infraestructura y reducir el número de accidentes.

La Seguridad Vial es uno de los aspectos en el cual se ha puesto más incidencia en los últimos tiempos desde muchos estamentos de nuestra sociedad. Las campañas publicitarias e informativas, las nuevas normativas de la Ley de Seguridad Vial y el endurecimiento de las sanciones han sido algunas de las medidas tomadas para reducir el número de accidentes en la carretera. Esto ha comportado una mayor sensibilidad del usuario con relación a su seguridad

CAPÍTULO V

APLICACIÓN PRÁCTICA

1.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

La aplicación práctica del presente estudio de tráfico se realizó en puntos conflictivos del área urbana del Departamento de la ciudad de Tarija, para lo cual fue necesario recolectar datos relacionados con la frecuencia y la gravedad de los siniestros en localidades específicas tomando un parámetro para este estudio de cuatro gestiones anteriores.

Los datos fueron obtenidos de las oficinas de la unidad Operativa de Tránsito que es la entidad principal encargada de llevar el registro de toda la información relevante en forma de reportes de accidentes en el Departamento de Tarija.

Dichos Datos fueron tabulados y registrados de acuerdo al tipo de accidente, la identificación del lugar, la hora, daños personales y materiales que se dieron en el hecho. Los tipos de accidentes identificados en las tablas de registros son:

- Atropellos
- Colisiones
- Choque a objeto fijo
- Vuelcos
- Embarrancamientos
- Choque a vehículo estacionado y detenido
- Choque a vehículo por alcance
- Caída de personas

Toda la información recolectada fue sometida a un proceso estadístico para poder identificar los puntos conflictivos donde se registraron el mayor número de accidentes, a continuación se muestra en la Tabla 8 el resumen de los puntos con

mayor accidentalidad fueron 15 puntos, de la depuración se pudo identificar los 5 puntos más conflictivos en la mancha urbana de la ciudad de Tarija.

Tabla 1
TARIJA CERCADO
Las 15 Intersecciones con Mayor Número de Accidentes

Lugar del Hecho	Atrop.	Colis.	Ch. Obj.	Vuel.	Embar.	Caida P.	Ch. Est.	Ch. Alc	Total
Calle Bolivar y O'connor	11	14	7	-	-	2	3	7	44
Avenida La Américas y Calle Padilla(Altura Rotonda El Chorolque)	16	21	9	1	-	2	1	13	63
Calle Colón y Avaroa	9	14	6	-	-	-	6	12	47
Calle O'connor y Ingavi	6	11	8	-	-	1	7	14	47
Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre	6	16	12	-	-	1	11	13	59
Av. Potosí y Junín	5	18	9	-	-	-	4	9	45
Av. La Paz y Circunvalación	11	16	10	-	-	-	4	6	47
Calle Cochabamba y Calle Colón	13	15	11	-	-	1	11	5	56
Av. Dr. Victor Paz y Juan Misael Saracho	3	12	6	-	-	-	2	13	36
Calle Ballivián y Bolivar	6	15	8	-	-	-	10	8	47
Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	12	10	5	-	-	3	7	11	48
Av. Gamoneda y Circunvalación	4	14	11	-	-	1	9	7	46
Calle Madrid y Colón	4	12	6	-	-	-	9	6	37
Puente San Martín	9	18	13	-	-	-	2	9	51
Av. Belgrano y España	7	12	8	-	-	3	6	9	45
TOTAL	122	218	129	1	0	14	92	142	718

Tabla 9**Resumen de Accidentes**

Lugar del Hecho	Atrop.	Colis.	Ch. Obj.	Vuel.	Embar.	Caida P.	Ch. Est.	Ch. Alc	Total
Avenida La Américas y Calle Padilla(Altura Rotonda El Chorolque)	16	21	9	1	-	2	1	13	63
Calle Cochabamba y Calle Dámaso de Aguirre	6	16	12	-	-	1	11	13	59
Calle Cochabamba y Calle Colón	13	15	11	-	-	1	11	5	56
Puente San Martín	9	18	13	-	-	-	2	9	51
Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	12	10	5	-	-	3	7	11	48
TOTAL	56	80	50	1	0	7	32	51	277

Referencia:

Atrop.= Atropello

Colis.= Colisión

Ch. Obj.= Choque a Objeto Fijo

Vuel.= Vuelco

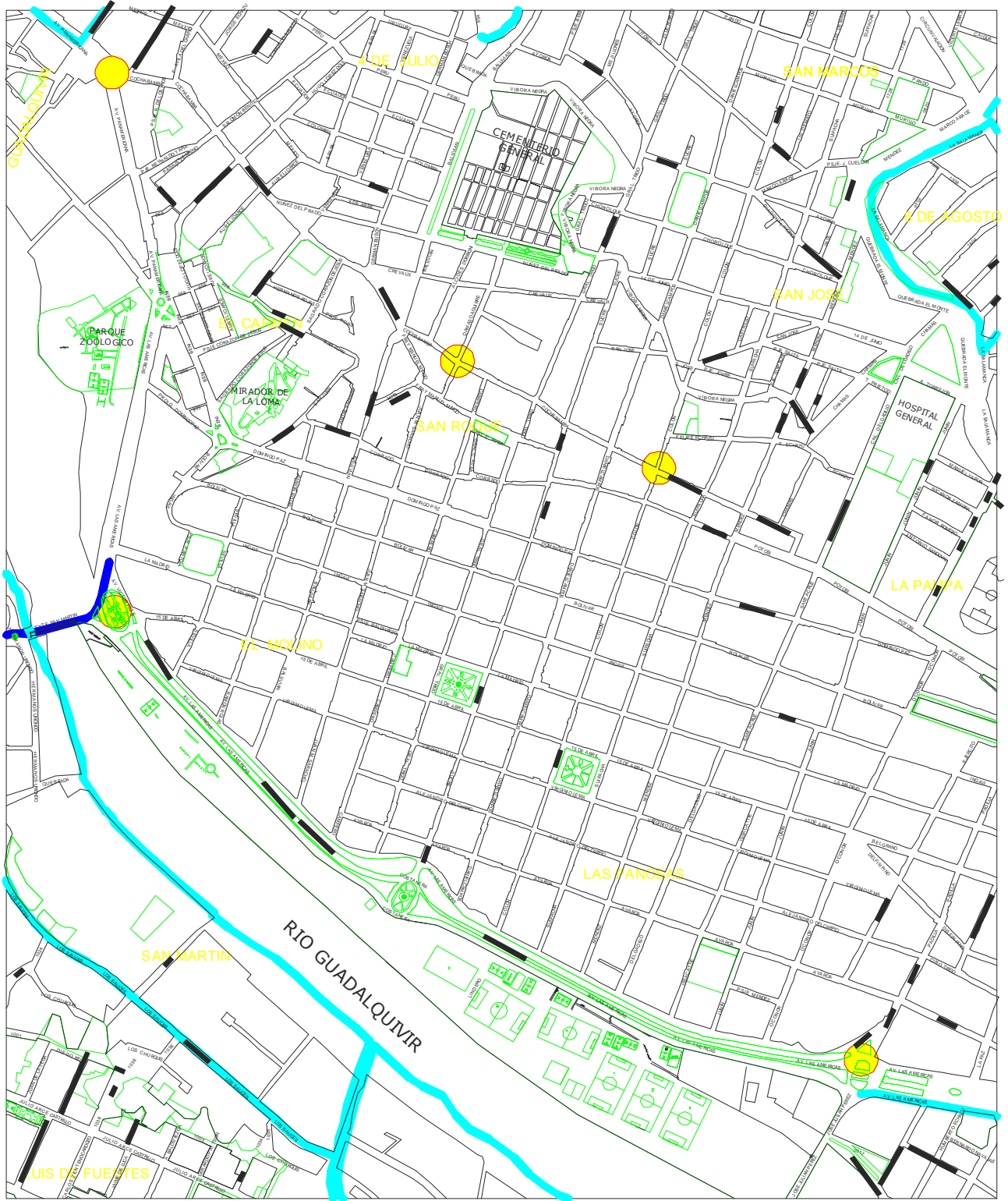
Embar.= Embarrancamiento

Caida P.= Caída de Persona

Ch. Est.= Choque a vehículo estacionado y detenido

Ch. Alc.= Choque a vehículo por Alcance

Las ubicaciones de los puntos en estudio: Figura 9



1.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y FÍSICAS DE LOS PUNTOS EN ESTUDIO

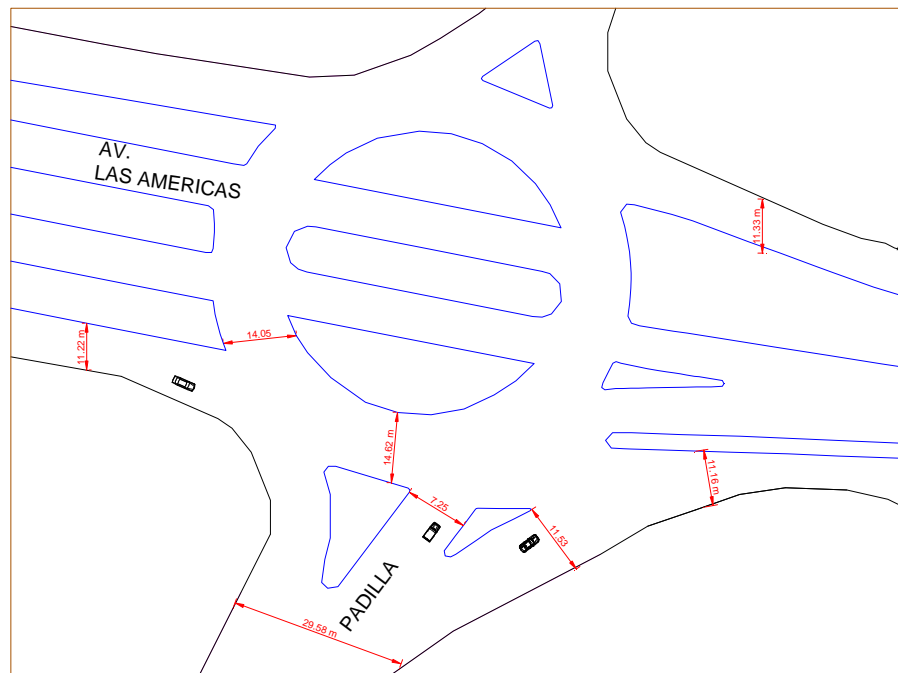
Punto Conflictivo N° 1

Ubicación: Calle Avenida las Américas y Calle Padilla altura Rotonda el Chorolque



Vista: Av. Víctor Paz Estensoro (Av. Américas)

Figura N° 1
Vista en Planta Punto Conflictivo N° 1





Vista: Calle Padilla



Vista: Av. Víctor Paz Estensoro

Tabla 2
Descripción de Punto Conflictivo N°1

Descripción	Av. Víctor Paz E.(altura rotonda Chorolque)	Calle Padilla
Tipo de Zona	Central	Central
Tipo de Calle	Doble sentido	Doble sentido
Ancho de Acceso	11,16 m.	29,58 m.
Ancho de Efectivo	11,16 m.	25,38 m.
Ancho de Aceras	2,18 - 2,56 m	0,68 - 2,39 m
Señales Horizontales	Existen pocas	No Existen
Señales Verticales	No Existen	Existen
Semaforización	Existen	Existen
Estacionamiento	No permitido	No permitido
Carpeta de Rodadura	Pavimento Flexible	Pavimento Flexible

Punto Conflictivo N° 2

Ubicación: Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre



Vista: Calle Cochabamba



Vista: Calle Dámaso Aguirre

Figura N° 2

Vista en Planta Punto Conflictivo N° 2

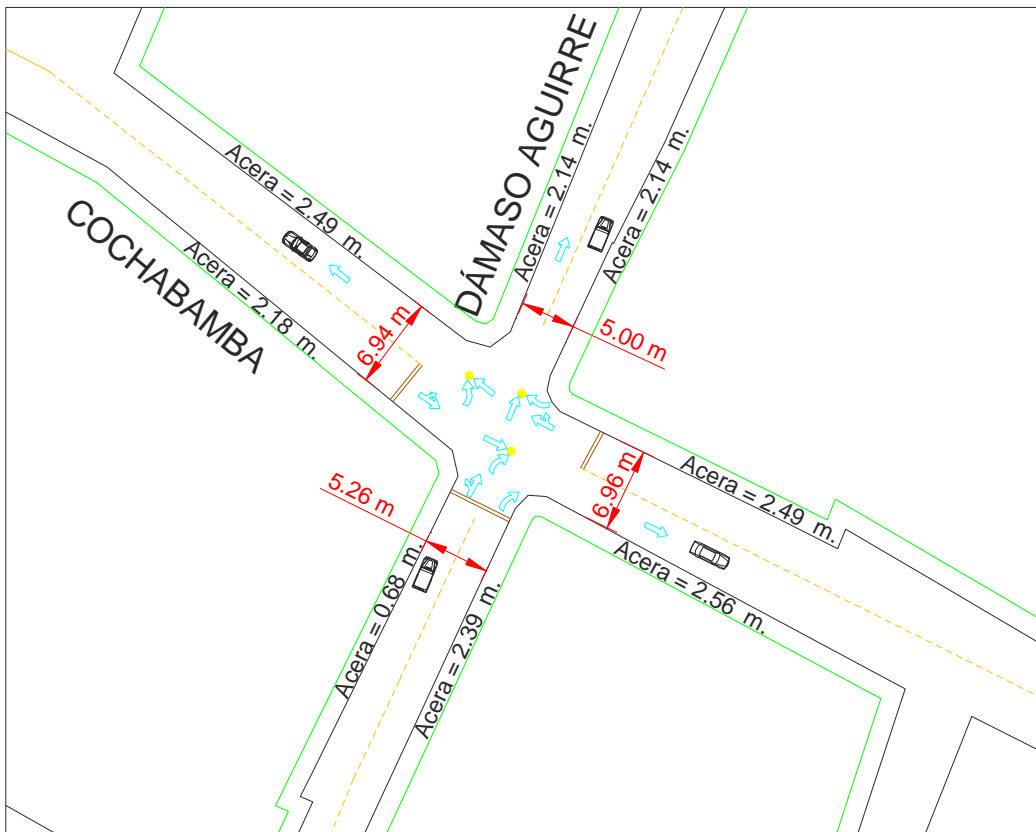


Tabla 3

Descripción de Punto Conflictivo N° 2

Descripción	Calle Cochabamba	Calle Dámaso Aguirre
Tipo de Zona	Central	Central
Tipo de Calle	Doble sentido	Solo sentido
Ancho de Acceso	6,95 m.	5,26 m.
Ancho de Efectivo	6,95 m.	3,16 m.
Ancho de Aceras	2,18 - 2,56 m	0,68 - 2,39 m.
Señales Horizontales	Existen pocas	No Existen
Señales Verticales	No Existen	No Existen
Semaforización	Existente	Existente
Estacionamiento	No permitido	Permitido
Carpeta de Rodadura	Pavimento Flexible	Pavimento Flexible

Punto Conflictivo N° 3

Ubicación: Calle Cochabamba y Calle Colón



Vista: Calle Cochabamba



Vista: Calle Colón



Figura N° 3

Vista en Planta Punto Conflictivo N° 3

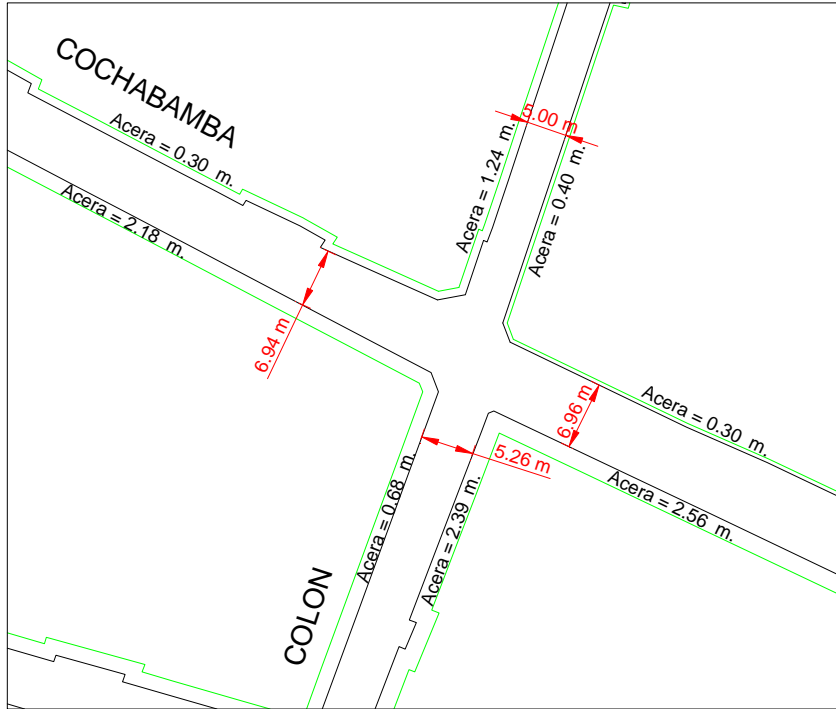


Tabla 4

Descripción de Punto Conflictivo N° 3

Descripción	Calle Cochabamba	Calle Colón
Tipo de Zona	Central	Central
Tipo de Calle	Doble sentido	Solo sentido
Ancho de Acceso	6,95 m.	5,26 m.
Ancho de Efectivo	6,95 m.	5,26 m.
Ancho de Aceras	2,18 - 2,56 m.	0,68 - 2,39 m.
Señales Horizontales	Existen pocas	No Existen
Señales Verticales	No Existen	Existen
Semaforización	Existente	Existente
Estacionamiento	Libre	Permitido
Carpeta de Rodadura	Pavimento Flexible	Pavimento Flexible

Punto Conflictivo N° 4

Ubicación: Puente San Martín



Vista: Puente San Martín

Figura N° 4
Vista en Planta Punto Conflictivo N° 4

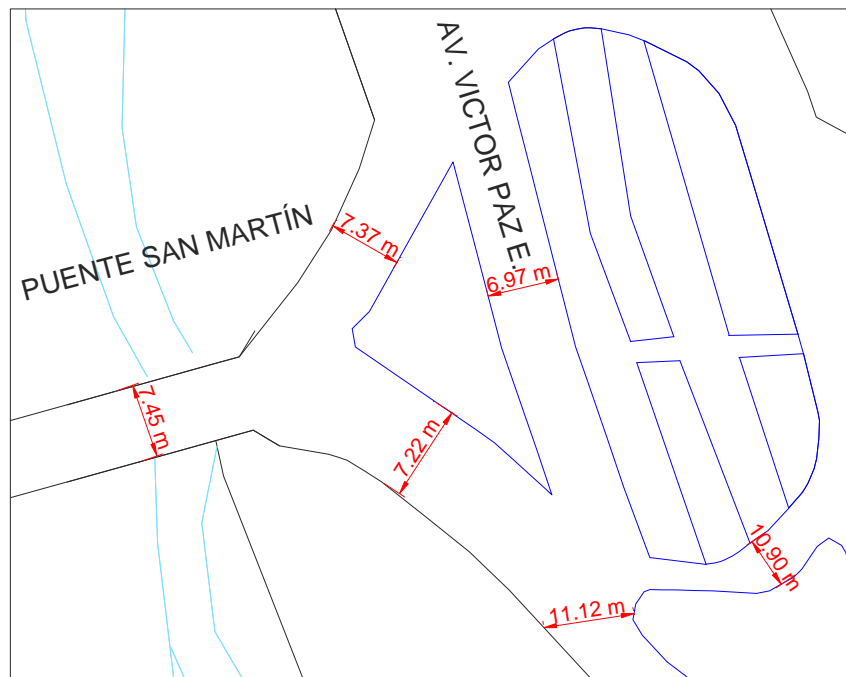


Tabla 5

Descripción de Punto Conflictivo N° 4

Descripción	Puente San Martín
Tipo de Zona	Central
Tipo de Calle	Doble sentido
Ancho de Acceso	7,37 - 7,45 m.
Ancho de Efectivo	7,37 - 7,45 m.
Ancho de Aceras	2,18 - 2,56 m.
Señales Horizontales	No Existen
Señales Verticales	No Existen
Semaforización	No Existen
Estacionamiento	Libre
Carpeta de Rodadura	Pavimento Flexible

Punto Conflictivo N° 5

Ubicación: Calle Cochabamba
Altura Colegio Fe y Alegría



Vista: Calle Cochabamba
Altura Colegio Fe y Alegría

Figura N° 5
Vista en Planta Punto Conflictivo N° 5

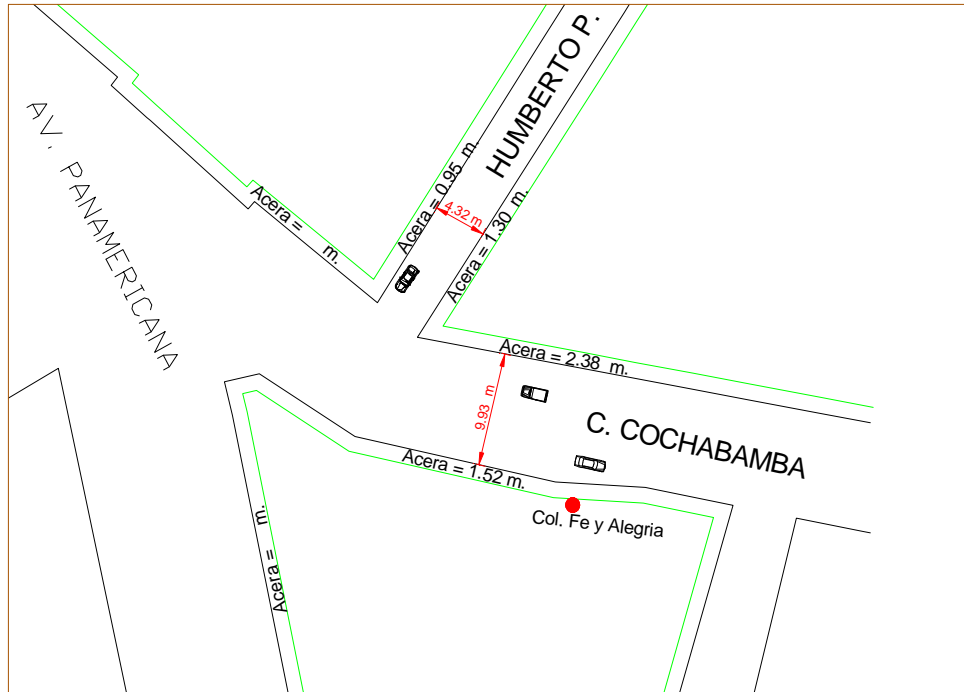


Tabla 6

1.3.CARACTERÍSTICAS DE CIRCULACIÓN DE LOS PUNTOS EN ESTUDIO

Punto Conflictivo N° 1

Ubicación: Av. Las Américas (Av. Víctor Paz) y Calle Padilla

Figura N° 6

Características de circulación N° 1

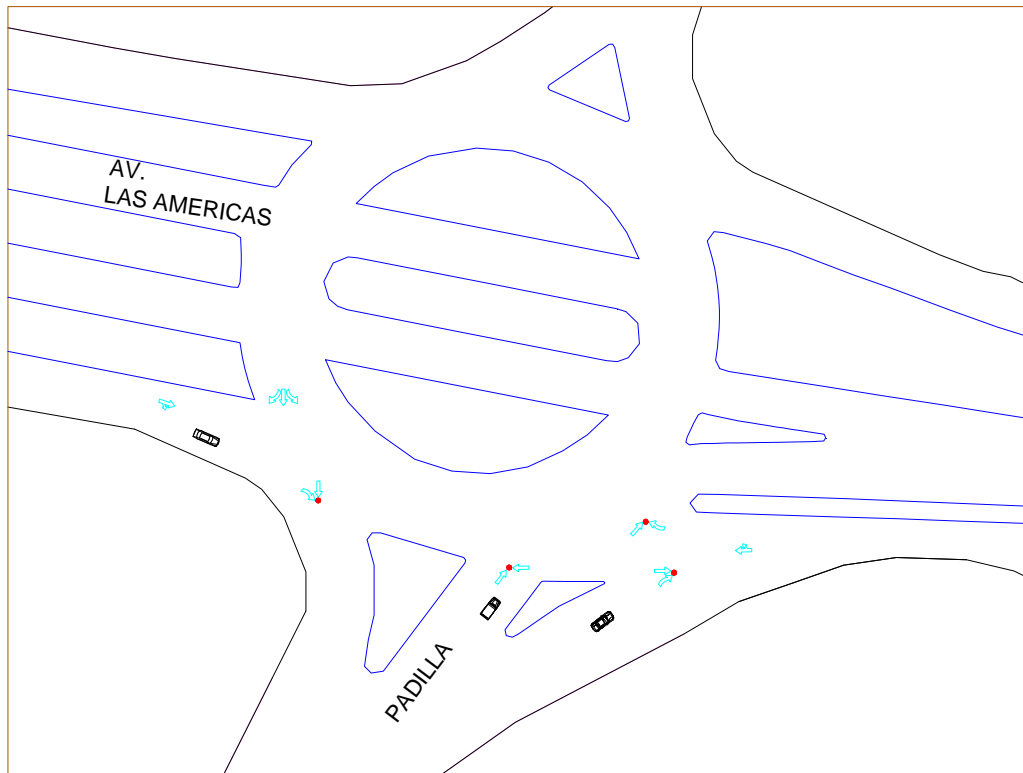


Tabla 7

Características de circulación de Punto Conflictivo N° 1
Descripción de Punto Conflictivo N°1

Descripción	Av. Las Américas(altura rotonda Chorolque)	Calle Padilla
Giros	↗ ↖	↗
Paradas	No existe	No existe
Velocidad	36,07 (km/h)	31,45 (km/h)

Punto Conflictivo N° 2
 Ubicación: Calle Cochabamba y Dámaso de Aguirre

Figura N° 7
Características de circulación N° 2

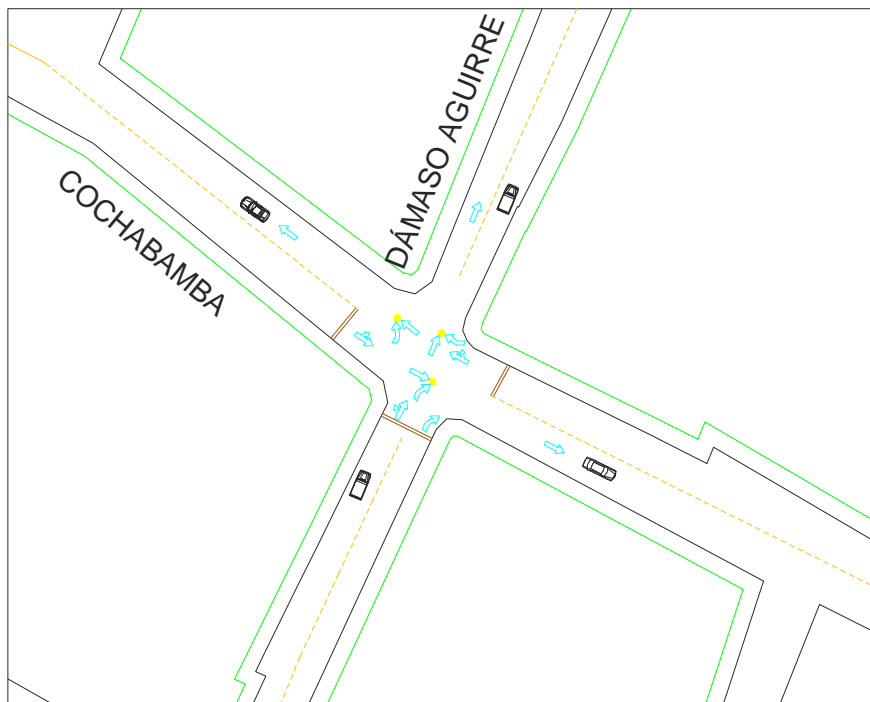


Tabla 8

Características de circulación de Punto Conflictivo N° 2

Descripción de Punto Conflictivo N° 2

Descripción	Calle Cochabamba	Calle Dámaso Aguirre
Giros	← ↶ ↷	↶ ↷
Paradas	No existe	No existe
Velocidad	26,60 (km/h)	31,08 (km/h)

Punto Conflictivo N° 3

Ubicación: Calle Cochabamba y Calle Colón

Figura N° 8
Características de circulación N° 3

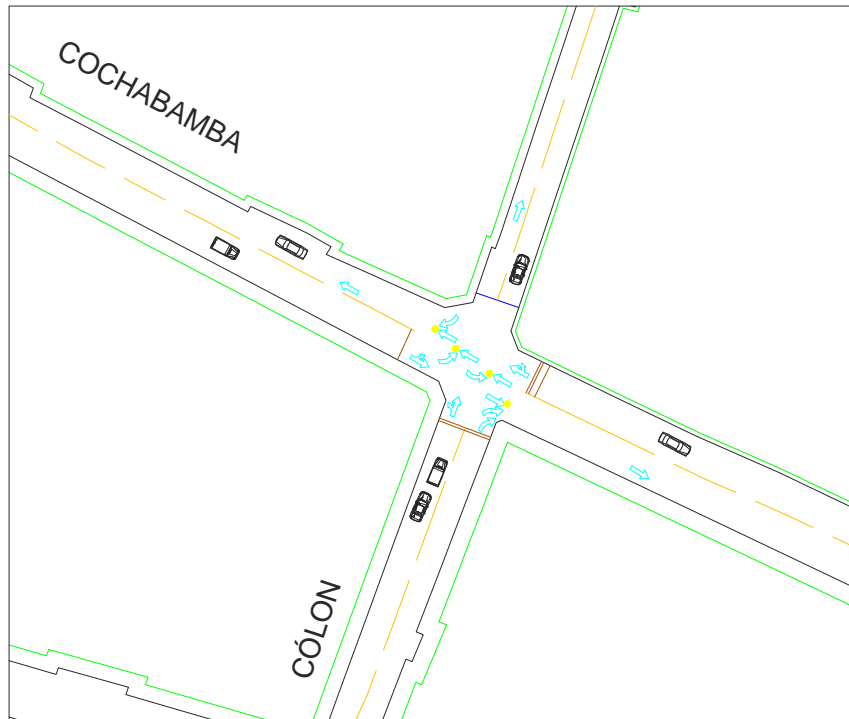


Tabla 9

Características de circulación de Punto Conflictivo N° 3

Descripción de Punto Conflictivo N° 3

Descripción	Calle :Cochabamba	Calle :Colón
Giros	← ↗	← ↗
Paradas	No existe	No existe
Velocidad	24,19 (km/h)	23,85 (km/h)

Punto Conflictivo N° 4

Ubicación: Puente San Martín

Figura N° 9

Características de circulación N° 4

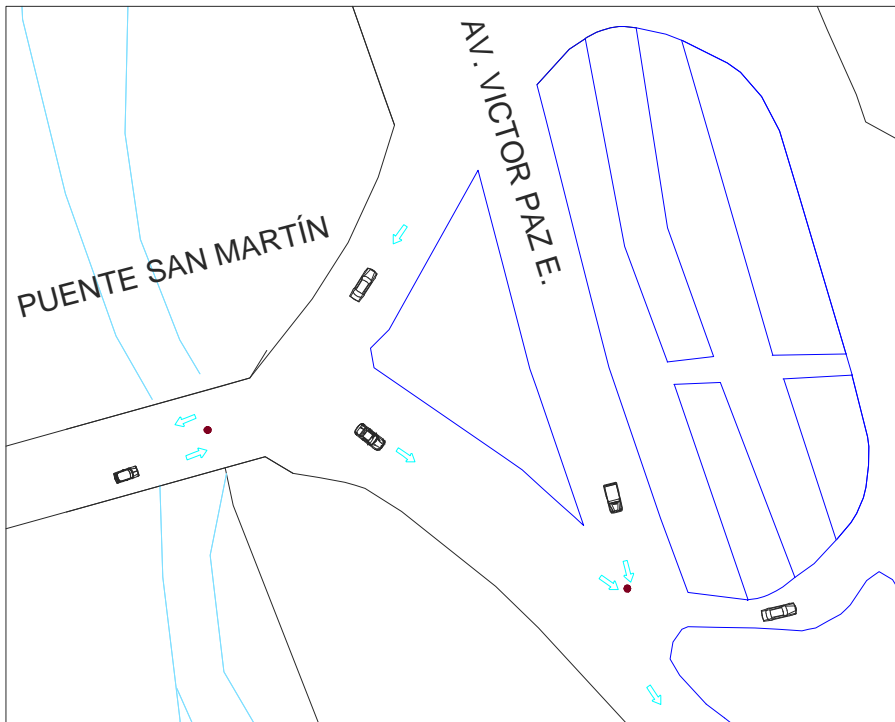


Tabla 10
Características de circulación de Punto Conflictivo N° 4

Descripción de Punto Conflictivo N° 4

Descripción	(E) Puente San Martín	(S) Puente San Martín
Giros	←↵	←↵
Paradas	No existe	No existe
Velocidad	34,56 (km/h)	33,84 (km/h)

Punto Conflictivo N° 5

Ubicación: C. Cochabamba altura Colegio Fe y Alegría

Figura N° 10
Características de circulación N° 5

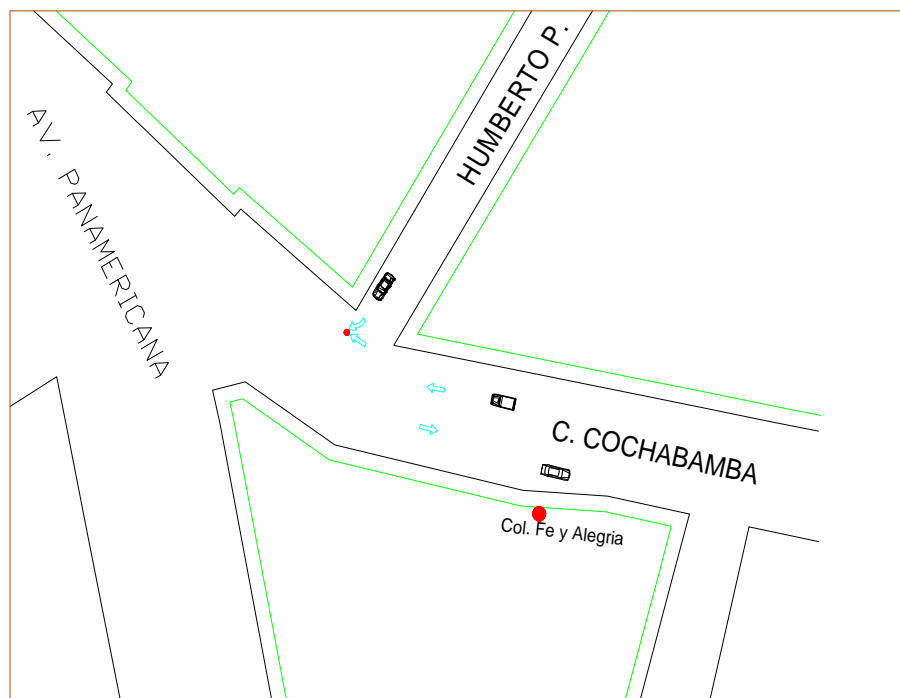


Tabla 11

Características de circulación de Punto Conflictivo N° 5

Descripción de Punto Conflictivo N° 5

Descripción	Calle:Cochabamba altura del Colegio Fe y Alegría
Giros	
Paradas	No existe
Velocidad	31,40 (km/h)

1.4.MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE SERVICIO DE LOS PUNTOS EN ESTUDIO

El cálculo de la capacidad teórica se la obtuvo del ábaco para Vías Interrumpidas del Manual de Ingeniería de Tránsito.

Para dicha capacidad teórica se entró al ábaco con calles de **Circulación en un Sentido** y en la curva de la **Zona Central con Estacionamiento prohibido y alrededores de la zona central estacionamiento prohibido.**

La circulación de dos sentidos se tomó la curva de **zona central con estacionamiento prohibido y .alrededores de la zona central estacionamiento prohibido.**

A continuación se obtuvieron todas las capacidades Teórica para cada ancho de acceso de las diferentes intersecciones del proyecto.

AV. AMÉRICAS Y PADILLA

AV. AMÉRICAS SUBIDA(1)

acceso II doble sentido

Ancho de acceso= 5.58m.

Giro izquierda= 41%

Giro derecha= 56%

Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

no existen paradas semaforo si

Vol. Horario= 1028 veh/hr.

Capacidad teórica= 1750 veh/hr.

Capacidad práctica= $1750 \cdot 0.9$

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%) = 0,1$

$foc = 1 + 0.1 = 1,1$

Capacidad práctica= 1575 veh/hr.

Por giros izquierda= $41\% - 10\% = 31\%(0.5\% 0,155$

$f_{gi} = 1 - 0.155 = 0,845$

Por giros derecha = $56\% - 10\% = 46\%(0.5\% 0,23$

$f_{gd} = 1 - 0.23 = 0,77$

Capacidad real= $.575*1.1*0.845*0.77= 1127,25$

Capacidad real= 1127 veh/hr

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= $1028/1127 = 0,91195$

NIVEL D

Capacidad por hora verde

ciclo= 52 seg.

Fase verde=24 seg.

Cap.hora verde=cap. Real* T_v /Ciclo

Cap.hora verde= $1127*24/52$

Cap.hora verde= 520,154 veh/hr

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde

Ic= $1028/520= 1,97634$

NIVEL F

AV. AMÉRICAS BAJADA (2)

acceso II doble sentido

Ancho de acceso= 5.58 m.

Giro derecha= 35%

Vehiculos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 840 veh/hr.

Capacidad teórica= 1750 veh/hr.
Capacidad práctica= 1750*0.9
Capacidad práctica= 1575 veh/hr

Por ómnibuses y camiones= 10%(1%)=0,1

foc= 1+0.1= 1,1

Por giros derecha = 35%-10%: 25%(0.5) 0,125

fgd= 1-0.125= 0,875

Capacidad real= 1575*1.1*0.875= 1515,94

Capacidad real= 1516 veh/hr

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= 840/1516= 0,55411

NIVEL C

Capacidad por hora verde

ciclo= 52 seg

Fase verde=24 seg

Cap.hora verde=cap. Real*Tv/Ciclo

Cap.hora verde=1516*24/52

Cap.hora verde= 699,663 veh/hr

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde

Ic= 1028/520= 1,20058

NIVEL F

AV. AMÉRICAS (CENTRAL) (3)

acceso I sentido

Ancho de acceso= 14.05m.

Giro izquierda= 28%

Giro derecha= 16%

Vehículos pesados= 0%
Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 1009 veh/hr.
Capacidad teórica= 2600 veh/hr.
Capacidad práctica= $2600 \cdot 0.9$
Capacidad práctica= 2340 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\% (1\%) = 0,1$

$foc = 1 + 0.1 = 1,1$

Por giros izquierda= $28\% - 20\% = 8\% (0.5\%) = 0,04$

$fgi = 1 - 0.04 = 0,96$

Por giros derecha = $20\% - 16\% = 4\% (0.5\%) = 0,02$

$fgd = 1 + 0.02 = 1,02$

Capacidad real= $2340 \cdot 1.1 \cdot 0.96 \cdot 1.02 = 2520,46$

Capacidad real= 2520 veh/hr.

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$

$Ic = 1009 / 2520 = 0,4003236$

NIVEL C

Capacidad por hora verde

ciclo= 52 seg.

Fase verde=24 seg.

Cap.hora verde= $\text{cap. Real} \cdot \text{Tv} / \text{Ciclo}$

Cap.hora verde= $2520 \cdot 24 / 52$

Cap.hora verde= 1163,2896 veh/hr.

Índice de Capacidad

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad hora verde}$

$Ic = 1009 / 1163 = 0,8673679$

NIVEL D

PADILLA (CENTRO) (1)

acceso I sentido

Ancho de acceso= 7.25 m

Giro izquierda= 0%

Giro derecha= 0%

Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 444

Capacidad teórica= 825 veh/hr.

Capacidad práctica= $825 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 742,5 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%) = 0,1$

foc= $1+0.1 = 1,1$

Capacidad real= $742.5 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 1 = 816,75$

Capacidad real= 817 veh/hr

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= $444/817 = 0,543618$

NIVEL C

Capacidad por hora verde

ciclo= 52 seg

Fase verde=24 seg

Cap.hora verde=cap. Real* T_v /Ciclo

Cap.hora verde= $817 \cdot 24/52$

Cap.hora verde= 376,96154 veh/hr

Índice de Capacidad

$$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad hora verde}$$

$$Ic = 1009 / 1163 = 1,177839$$

NIVEL F

PADILLA (2)

acceso I sentido

$$\text{Ancho de acceso} = 11.52 \text{ m}$$

$$\text{Vehiculos pesados} = 0\%$$

Paradas antes y despues de la intersección

$$\text{Vol. Horario} = 282 \text{ veh/hr}$$

$$\text{Capacidad teórica} = 3700 \text{ veh/hr}$$

$$\text{Capacidad práctica} = 3700 * 0.9$$

$$\text{Capacidad práctica} = 3330 \text{ veh/hr}$$

$$\text{Por ómnibuses y camiones} = 10\%(1\%) = 0,1$$

$$foc = 1 + 0.1 = 1,1$$

$$\text{Capacidad real} = 3330 * 1.1 = 3663$$

$$\text{Capacidad real} = 3663 \text{ veh/hr}$$

$$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$$

$$Ic = 282 / 3663 = 0,0769861$$

NIVEL A

Capacidad por hora verde

$$\text{ciclo} = 52 \text{ seg}$$

$$\text{Fase verde} = 24 \text{ seg}$$

$$\text{Cap.hora verde} = \text{cap. Real} * \text{Tv} / \text{Ciclo}$$

$$\text{Cap.hora verde} = 3663 * 24 / 52$$

$$\text{Cap.hora verde} = 1690,6154 \text{ veh/hr}$$

Índice de Capacidad

$$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad hora verde}$$

$$Ic = 1009/1163 = 1,177839$$

NIVEL F

PADILLA (2)

acceso I sentido

Ancho de acceso= 11.52 m.

Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 282 veh/hr.

Capacidad teórica= 3700 veh/hr.

Capacidad práctica= $3700 * 0.9$

Capacidad práctica= 3330 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\% (1\%) = 0,1$

$$foc = 1 + 0.1 = 1,1$$

$$\text{Capacidad real} = 3330 * 1.1 = 3663$$

$$\text{Capacidad real} = 3663 \text{ veh/hr.}$$

$$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$$

$$Ic = 282/3663 = 0,0769861$$

NIVEL A

Capacidad por hora verde

ciclo= 52 seg.

Fase verde=24 seg.

$$\text{Cap.hora verde} = \text{cap. Real} * Tv / \text{Ciclo}$$

$$\text{Cap.hora verde} = 3663 * 24 / 52$$

$$\text{Cap.hora verde} = 1690,6154 \text{ veh/hr.}$$

Índice de Capacidad

$$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad hora verde}$$

$$Ic = 1009/1163 = 0,1668032$$

NIVEL B

C.COCHABAMBA Y DÁMASO DE AGUIRRE

C. COCHABAMBA(BAJADA)

Ancho de acceso= 3.47 m

2 SENTIDOS

Giro izquierda= 12%

Giro derecha= 0%

Vehículos pesados= 1%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 661 veh/hr.

Capacidad teórica= 900 veh/hr.

Capacidad práctica= $900 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 810 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $9\%(1\%) = 0,09$

$foc = 1 + 0.09 = 1,09$

Por giros izquierda= $12\% - 10\% = 2\%(0.5\%) = 0,01$

$fgi = 1 - 0.01 = 0,99$

Capacidad real= $810 \cdot 1.09 \cdot 0.99 = 874,071$

Capacidad real= 874 veh/hr.

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$

$Ic = 661 / 874 = 0,75623147$

NIVEL D

Capacidad por hora verde

ciclo= 40 seg.

Fase verde= 18 seg.

Cap.hora verde= $\text{cap. Real} \cdot \text{Tv} / \text{Ciclo}$

Cap.hora verde= $874 \cdot 18 / 40$

Cap.hora verde= 393,33195 veh/hr.

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde

Ic= 1009/1163= 1,68051438

NIVEL F

C. COCHABAMBA(SUBIDA)

Ancho de acceso= 3.48 m.

Giro derecha= 15%

Vehículos pesados= 28%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 714 veh/hr.

Capacidad teórica= 750 veh/hr.

Capacidad práctica= 750*0.9

Capacidad práctica= 675 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= 28%-10%= 18%(1%)= 0,09

foc= 1-0.09= 0,91

Por giros derecha = 20%-15%= 5%(0.5%)= 0,025

fgd= 1+0.025= 1,025

Capacidad real= 675*0.91*1.025= 629,606

Capacidad real= 630 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= 714/630= 1,13404211

NIVEL E

Capacidad por hora verde

ciclo= 40 seg.

Fase verde=18 seg.

Cap.hora verde=cap. Real* T_v /Ciclo

Cap.hora verde= $630*18/40$

Cap.hora verde= 283,322813 veh/hr.

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde

Ic= $714/283= 2,52009358$

NIVEL F

C. DÁMASO DE AGUIRRE

Ancho de acceso= .

Giro izquierda= 29%

Giro derecha= 21%

Vehículos pesados= 31%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 1941 veh/hr.

Capacidad teórica= 1300 veh/hr.

Capacidad práctica= $1300*0.9$

Capacidad práctica= 1170 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%)= 0,1$

foc= $1+0.1= 1,1$

Por giros izquierda= $29\%-20\%= 9\%(0.5\%)= 0,045$

fgi= $1-0.045= 0,955$

Por giros derecha = $21\%-20\%= 1\%(0.5\%)= 0,005$

fgd= $1-0.005= 0,995$

Capacidad real= $1170*1.1*0.955*0.995= 1222,94$

Capacidad real= 1223 veh/hr.

$$\begin{aligned} \text{Ic} &= \text{Vol. Horario/Capacidad} \\ \text{Ic} &= 1941/1223 = 1,58715937 \\ &\text{NIVEL F} \end{aligned}$$

Capacidad por hora verde

ciclo= 40 seg.
Fase verde=18 seg.

$$\begin{aligned} \text{Cap.hora verde} &= \text{cap. Real} * \text{Tv/Ciclo} \\ \text{Cap.hora verde} &= 1223 * 18 / 40 \\ \text{Cap.hora verde} &= 550,322809 \text{ veh/hr.} \end{aligned}$$

Índice de Capacidad

$$\begin{aligned} \text{Ic} &= \text{Vol. Horario/Capacidad hora verde} \\ \text{Ic} &= 1941/550 = 3,52702081 \\ &\text{NIVEL F} \end{aligned}$$

C.COCHABAMBA Y COLÓN

C. COCHABAMBA(BAJADA)

Ancho de acceso= 3.47 m.

Giro izquierda= 18%

Giro derecha= 0%

Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario=	349 veh/hr.		
Capacidad teórica=	750 veh/hr.	Por ómnibuses y camiones=	10%(1%)= 0,1
Capacidad práctica=	750*0.9		
Capacidad práctica=	675 veh/hr.	Por giros izquierda=	18%-10%= 8%(0.5%)= 0,04
			foc= 1+0.1= 1,1
			fgi= 1-0.04= 0,96

Capacidad real= 675*1.1*0.96= 712,8
 Capacidad real= 713 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad
 Ic= 349/713= 0,48961841
 NIVEL C

Capacidad por hora verde

ciclo= 40 seg.
 Fase verde=20 seg.

Cap.hora verde=cap. Real*Tv/Ciclo
 Cap.hora verde= 713*17/40
 Cap.hora verde= 356,4 veh/hr.

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde
 Ic= 349/356= 0,97923681
 NIVEL D

C. COCHABAMBA(SUBIDA)

Ancho de acceso= 3.48 m.
 Giro derecha= 21%
 Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 311

Capacidad teórica= 750 veh/hr.

Capacidad práctica= $750 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 675 veh/hr.

Por ómnibus, $10\%(1\%) = 0,1$ $foc = 1 + 0.1 = 1,1$

Por giros derecha = $21\% - 10\% = 11\%(0.5\%) = 0,055$ $fgd = 1 - 0.055 = 0,945$

Capacidad real= $675 \cdot 1.1 \cdot 0.945 = 701,7$

Capacidad real= 702 veh/hr.

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$

$Ic = 311 / 702 = 0,44323304$

NIVEL C

Capacidad por hora verde

ciclo= 40 seg.

Fase verde=20 seg.

Cap.hora verde= $\text{cap. Real} \cdot T_v / \text{Ciclo}$

Cap.hora verde= $874 \cdot 18 / 40$

Cap.hora verde= 350,83125 veh/hr.

Índice de Capacidad

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad hora verde}$

$Ic = 1009 / 1163 = 0,88646607$

NIVEL D

C. COLÓN

Ancho de acceso= 5.26m.

Giro izquierda= 11%

Giro derecha= 11%

Vehículos pesados= 0%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 462 veh/hr.

Capacidad teórica= 1300 veh/hr.

Capacidad práctica= $1300 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 1170 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%) = 0,1$

$foc = 1 + 0.1 = 1,1$

Por giros izquierda= $20\% - 11\% = 9\%(0.5\%) = 0,045$

$f_{gi} = 1 - 0.045 = 0,955$

Por giros derecha = $20\% - 11\% = 9\%(0.5\%) = 0,045$

$f_{gd} = 1 - 0.045 = 0,955$

Capacidad real= $1170 \cdot 1.1 \cdot 0.955 \cdot 0.955 = 1174$

Capacidad real= 1174 veh/hr.

$Ic = \text{Vol. Horario} / \text{Capacidad}$

$Ic = 462 / 1174 = 0,39360145$

NIVEL C

Capacidad por hora verde

Cap.hora verde=cap. Real* T_v /Ciclo

ciclo= 40seg.
Fase verde=20 seg.

Cap.hora verde= $1174 \cdot 20 / 40$
Cap.hora verde= 586,888088 veh/hr.

Índice de Capacidad

Ic= Vol. Horario/Capacidad hora verde
Ic= $462 / 587 = 0,78720289$
NIVEL D

AV. LAS AMÉRICAS EN EL PUENTE SAN MARTÍN

P. SAN MARTÍN(SALIDA)

Ancho de acceso= 3.75 m.
Giro izquierda= 0%
Giro derecha= 26%
Vehículos pesados= 0%
Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 933 veh/hr.
Capacidad teórica= 1450 veh/hr.
Capacidad práctica= $1450 \cdot 0.9$
Capacidad práctica= 1305 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%) = 0,1$

foc= $1 + 0.1 = 1,1$

Por giros izquierda= $26\% - 10\% = 16\%(0.5\%) = 0,08$

fgi= $1 - 0.08 = 0,92$

Por paradas antes de la inter= reducir 5%

fpe= $1 - 0.05 = 0,95$

Capacidad real= $1305*1.1*0.92=$ 1320,66
Capacidad real= 1321 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad
Ic= $933/1321=$ 0,70646495
NIVEL D

P. SAN MARTÍN(ENTRADA)

Ancho de acceso= 3.75 m
Giro izquierda= 0%
Giro derecha= 63%
Vehículos pesados= 4%
Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 709 veh/hr.
Capacidad teórica= 1450 veh/hr.
Capacidad práctica= $1450*0.9$
Capacidad práctica= 1305 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%)=$ 0,1

foc= $1+0.1=$ 1,1

Por giros izquierda= $63\%-10\%=$ 53%(0.5%)= 26% \geq 20% entonces fgi= $1-0.01=$ 0,99

Capacidad real= $1305*1.1*0.99=$ 1421,145
Capacidad real= 1421 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad
Ic= $709/1421=$ 0,498893498
NIVEL C

C.COCHABAMBA ALTURA FE Y ALEGRÍA

ALTURA FE Y ALEGRÍA (BAJADA) SIN SEMAFOROS

Ancho de acceso= 4.97 m

Giro izquierda= 0%

Giro derecha= 0%

Vehículos pesados= 3%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 773 veh/hr.

Capacidad teórica= 1650 veh/hr.

Capacidad práctica= $1650 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 1485 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\% - 3\% = 7\%(1\%) = 0,07$

foc= $1 + 0.07 = 1,07$

Capacidad real= $1485 \cdot 1.07 = 1589$

Capacidad real= 1589 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= $773/1589 = 0,48648$

NIVEL C

ALTURA FE Y ALEGRÍA (SUBIDA)

Ancho de acceso= 4.97 m.

Giro izquierda= 0%

Giro derecha= 0%

Vehículos pesados= 3%

Paradas antes y después de la intersección

Vol. Horario= 754 veh/hr.

Capacidad teórica= 1650 veh/hr.

Capacidad práctica= $1650 \cdot 0.9$

Capacidad práctica= 1485 veh/hr.

Por ómnibuses y camiones= $10\%(1\%) = 0,1$

0,07

foc= $1+0.1 = 1,1$

Capacidad real= $1458 \cdot 1.1 = 1634$

Capacidad real= 1634 veh/hr.

Ic= Vol. Horario/Capacidad

Ic= $754/1634 = 0,46159$

NIVEL C

1.5. ESTUDIO DE ACCIDENTALIDAD

Los accidentes de tráfico en carretera o calles suponen una lacra social, dada la sangría que representan en número de vidas humanas perdidas y lesiones ocasionadas. Por tanto, deben considerarse como un problema de salud pública nacional de primera índole.

La seguridad en el tránsito es uno de los problemas primordiales de toda vialidad moderna. La magnitud de los accidentes de tránsito, dada su implicación social y económica, merece una consideración y análisis muy especial, buscando adoptar soluciones efectivas en la protección de los intereses de la Comunidad y el Estado.

De acuerdo a los hechos registrados en la Unidad Operativa de Tránsito pudimos obtener la siguiente información:

Se tiene número de accidentes por año y su nivel de servicio en cada intersección.

Tabla 12

AÑO 2006	1.-Av. las Américas y Padilla	2.- C.Dámaso Aguirre	3.- Cochabamba y Colón	4.-altura C. Fe y Alegría	5.-Puente S. Martín
Atropellos	2	1	3	3	4
Colisiones	5	4	2	4	2
Choque a Objeto Fijo	1	2	4	2	1
Vuelcos					
Embarrancamientos					
Caída de Personas					
Choque a Vehic. Deten. y Estac.		3			1
Choque de Veh. Por Alcance	4	4	1	2	3
TOTALES	12	14	10	11	11
NIVEL DE SERVICIO	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D

Figura N° 11

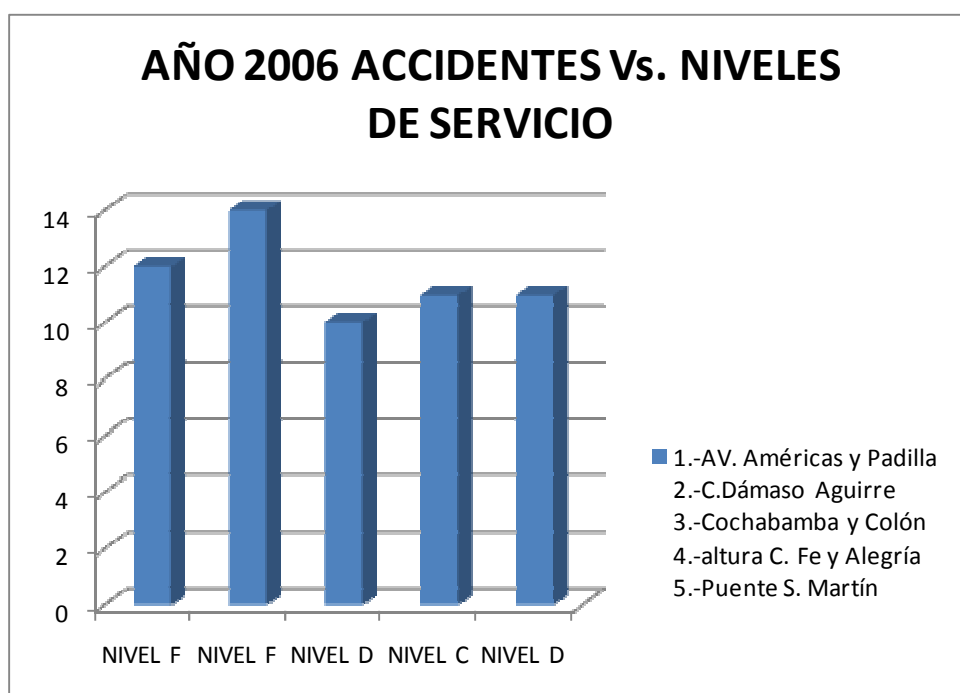


Tabla 13

AÑO 2007	1.-Av. Américas y Padilla	2.-C.Dámaso Aguirre	3.-Cochabamba y Colón	4.-altura C. Fe y Alegría	5.-Puente S. Martín
Atropellos	5	2	3	2	2
Colisiones	4	3	6	3	2
Choque a Objeto Fijo	2	6	2	4	1
Vuelcos	1				
Embarrancamientos					
Caída de Personas	1				1
Choque a Vehic. Deten. y Estac.		4	1		3
Choque de Veh. Por Alcance	2	3	2	4	2
TOTALES	15	18	14	13	11
NIVEL DE SERVICIO	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D

Figura N° 12

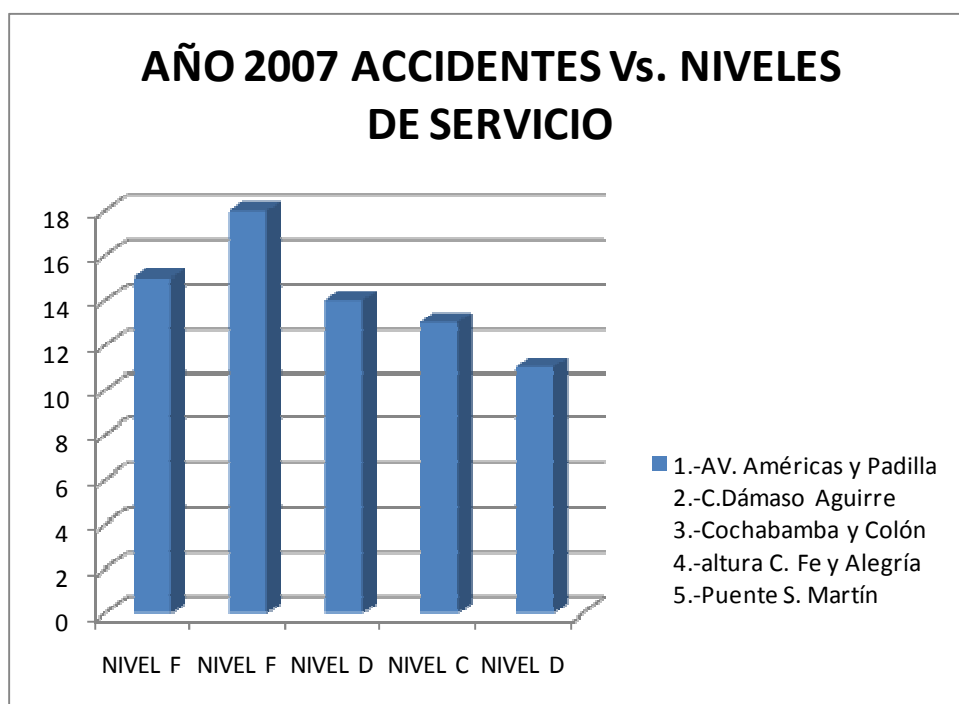


Tabla 14

AÑO 2008	1.-Av. Américas y Padilla	2.-C.Dámaso Aguirre	3.-Cochabamba y Colón	4.-altura C. Fe y Alegría	5.-Puente S. Martín
Atropellos	3	1	2	1	3
Colisiones	7	5	5	5	4
Choque a Objeto Fijo	2	3	3	3	2
Vuelcos					
Embarrancamientos					
Caída de Personas	1	1	0		2
Choque a Vehic. Deten. y Estac.		2	4	1	2
Choque de Veh. Por Alcance	5	3	1	2	4
TOTALES	18	15	15	12	17
NIVEL DE SERVICIO	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D

Figura N° 13

AÑO 2008 ACCIDENTES Vs. NIVELES DE SERVICIO

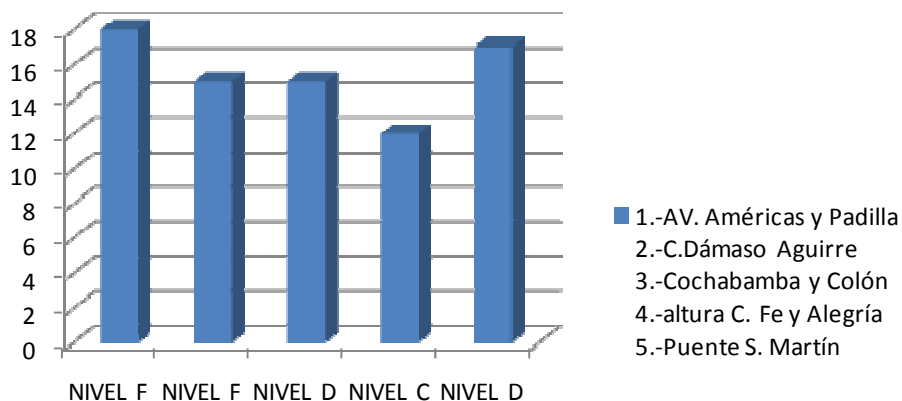
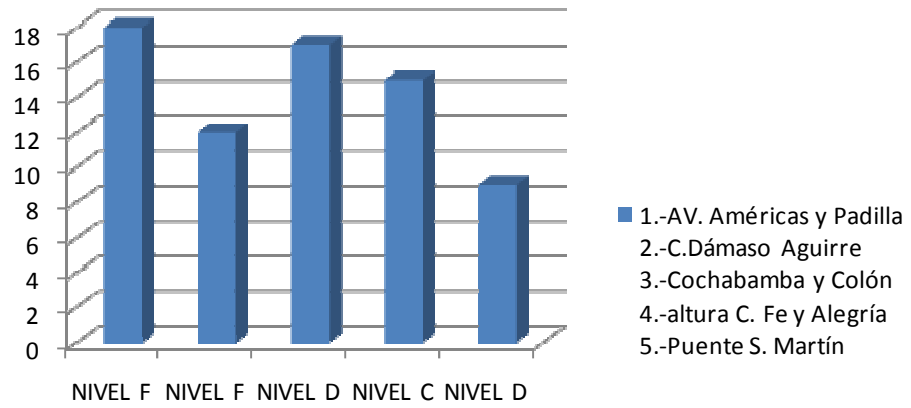


Tabla 15

AÑO 2009	1.-Av. Américas y Padilla	2.-C.Dámaso Aguirre	3.-Cochabamba y Colón	4.-altura C. Fe y Alegría	5.-Puente S. Martín
Atropellos	6	2	5	3	3
Colisiones	5	4	2	6	2
Choque a Objeto Fijo	4	1	2	4	1
Vuelcos					
Embarrancamientos					
Caída de Personas			1		
Choque a Vehic. Deten. y Estac.	1	2	6	1	1
Choque de Veh. Por Alcance	2	3	1	1	2
TOTALES	18	12	17	15	9
NIVEL DE SERVICIO	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D

Figura N° 14

AÑO 2009 ACCIDENTES Vs. NIVELES DE SERVICIO



AÑO 2006

Resumen Técnico de Accidentes de Tránsito en las Intersecciones de Aplicación Según Hora

Horas	Avenida Las Américas y C. Padilla(A.Rotonda El Chorolque)	Nº	Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre	Nº	Calle Cochabamba y Calle Colón	Nº	Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	Nº	Puente San Martín	Nº
MAÑANA										
7:00 a 12:00										
	08:00a.m.(10/12/06)	1	07:20a.m.	1	07:45 a.m. (8/9/06)	1	08:50a.m.(21/10/06)	1	07:55a.m.	1
	11:20a.m.(26/12/06)	1	08:40 a.m	1	07:10 a.m	1	07:30 a.m.	1	08:00 a.m	1
	10:00a.m.	1	11:00 a.m	1	11:00 a.m	1	07:00 a.m	1	08:10 a.m	1
	11:40 a.m	1	11:30 a.m.	1	11:15 a.m.	1	08:40 a.m	1	09:00 a.m	1
			11:35 a.m.	1	11:45 a.m.	1				
TARDE										
12:01 a 19:00										
	14:45 p.m.	1	14:55 p.m.	1	17:15 p.m.	1	15:00 p.m.	1	14:30 p.m.	1
	15:50 p.m.27/06/06	1	16:50 p.m.	1	18:00 p.m.	1	15:10 p.m.	1	16:50 p.m.	1
	16:15 p.m.	1	17:15 p.m.	1	17:00 p.m.	1	17:15 p.m.	1	17:15 p.m.	1
	16:20p.m.(01/07/06)	1	18:00 p.m.	1			18:25a.m.(13/10/06)	1		
	17:45 p.m.	1	17:00 p.m.	1						
	18:50p.m.(23/8/06)	1	18:30 p.m.	1						
NOCHE										
19:01 a 20:00										
	20:00p.m.	1	19:05p.m.	1	19:40p.m.	1	19:20p.m.	1	19:00p.m.	1
	19:30p.m.	1	19:40p.m.	1	19:00p.m.	1	19:10p.m.	1	19:40p.m.	1
			19:00p.m.	1			19:35p.m.	1	19:35p.m.	1
									19:50p.m.	1
TOTAL		12		14		10		11		11
NIVEL DE SERVICIO		F		F		D		C		D

AÑO 2007

Resumen Técnico de Accidentes de Tránsito en las Intersecciones de Aplicación Según Hora

Horas	Avenida Las Américas y C. Padilla(A.Rotonda El Chorolque)	Nº	Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre	Nº	Calle Cochabamba y Calle Colón	Nº	Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	Nº	Puente San Martín	Nº
MAÑANA										
7:00 a 12:00										
	09:40a.m.(14/8/07)	1	07:00a.m.	1	11:00a.m.	1	07:45 a.m	1	07:30a.m.	1
	08:30a.m.(4/4/07)	1	08:00 a.m	1	08:00a.m.(9/2/07)	1	09:40 a.m	1	09:00 a.m	1
	08:25a.m.(23/3/07)	1	10:40 a.m	1	07:45 a.m.	1	10:00 a.m	1	10:10 a.m	1
	08:00 a.m.	1	08:30 a.m.	1	08:10 a.m.	1	10:40a.m.(1/3/07)	1	10:40a.m.(23/10/07)	1
	09:25 a.m.	1	09:35 a.m.	1	08:50 a.m.	1				
			10:35 a.m.	1						
TARDE										
12:01 a 19:00										
	16:30p.m.(16/11/07)	1	14:05 p.m.	1	16:40p.m.(2/1/07)	1	14:50 p.m.	1	15:00a.m.(25/3/07)	1
	17:30p.m.(17/6/07)	1	15:50 p.m.	1	16:00 p.m.	1	15:10 p.m.	1	14:30 p.m.	1
	16:00 p.m.	1	16:15 p.m.	1	16:55 p.m.	1	16:45 p.m.	1	16:50 p.m.	1
	18:30p.m.(1/9/07)	1	17:10 p.m.	1	17:00 p.m.	1	17:20 p.m.	1	18:50p.m.	1
	18:30p.m.	1	17:15 p.m.	1	18:00 p.m.	1	18:15p.m.	1		
			15:00 p.m.	1	18:10p.m.	1				
			15:40 p.m.	1						
			18:30 p.m.	1						
NOCHE										
19:01 a 20:00										
	20:00p.m.(31/3/07)	1	19:05p.m.	1	19:50p.m.	1	19:00 p.m.(5/7/07)	1	21:00 p.m.	1
	19:30p.m.(19/3/07)	1	19:40p.m.	1	19:10p.m.	1	19:50 p.m.	1	19:45p.m.	1

	19:20 p.m.	1	19:00p.m.	1	19:30p.m.	1	19:00p.m.	1	19:25p.m.	1
	19:50 p.m.	1	19:50p.m.	1			19:20p.m.	1		
	19:00p.m.(14/1/07)	1								
	TOTAL	15		18		14		13		11
NIVEL DE SERVICIO		F		F		D		C		D

AÑO 2008

Resumen Técnico de Accidentes de Tránsito en las Intersecciones de Aplicación Según Hora

Horas	Avenida Las Américas y C. Padilla(A.Rotonda El Chorolque)	Nº	Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre	Nº	Calle Cochabamba y Calle Colón	Nº	Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	Nº	Puente San Martín	Nº
MAÑANA										
7:00 a 12:00										
	08:00 a.m.(1/12/08)	1	11:30a.m.(30/12/08)	1	07:00 a.m.	1	11:30a.m.	1	08:40a.m.	1
	07:30 a.m.(7/11/08)	1	07:30a.m.	1	07:45 a.m.	1	07:00 a.m.	1	11:30a.m.	1
	07:30 a.m.(6/11/08)	1	08:00 a.m	1	08:10 a.m.	1	07:30 a.m.	1	07:00 a.m.(25/4/08)	1
	11:00 a.m.(25/5/08)	1	10:50 a.m	1	08:20 a.m.	1	09:30 a.m.	1	08:30a.m.(16/12/08)	1
	08:40a.m.(2/5/08)	1	11:00 a.m.	1	09:50 a.m.	1			11:00a.m.(31/5/08)	1
	11:45 a.m.	1							07:20 a.m.	1
									08:20 a.m.	1

TARDE										
12:01 a 19:00										
	16:15 p.m.	1	14:30 p.m.	1	14:40 p.m.	1	15:40p.m.	1	13:30p.m.	1
	18:00 p.m.	1	15:00 p.m.	1	15:00 p.m.	1	14:45p.m.(25/2/08)	1	13:00p.m.(26/9/08)	1
	16:00p.m.(25/4/08)	1	16:15 p.m.	1	16:20 p.m.	1			14:50 p.m.	1
	16:00p.m.(4/1/08)	1	17:00 p.m.	1	17:00 p.m.	1			15:10 p.m.	1
	17:00p.m.(17/3/08)	1	17:45 p.m.	1	17:10 p.m.	1			18:05p.m.	1
	14:40p.m.(12/4/08)	1	18:00 p.m.	1	18:10p.m.	1				
	18:30p.m.(24/4/08)	1	18:40 p.m.	1						
NOCHE										
19:01 a 20:00										
	19:00 p.m.	1	19:20p.m.	1	19:45p.m.	1	19:00 p.m.	1	19:05p.m.	1
	20:00p.m.(01/4/08)	1	19:40p.m.	1	19:15p.m.	1	19:20p.m.	1	19:15p.m.	1
	20:00p.m.(30/12/08)	1	19:50p.m.	1	19:30p.m.	1	19:30p.m.	1	20:00 p.m.(23/4/08)	1
	20:30p.m.(19/5/08)	1			19:55 p.m.	1	19:45p.m.	1	19:40p.m.	1
	19:15 p.m.	1					19:50p.m(18/10/08)	1	19:30 p.m.	1
							20:00 p.m.(18/10/08)	1	20:00 p.m.	1
	TOTAL	18		15		15		12		17
NIVEL DE SERVICIO		F		F		D		C		D

AÑO 2009

Resumen Técnico de Accidentes de Tránsito en las Intersecciones de Aplicación Según Hora

Horas	Avenida Las Américas y C. Padilla(A.Rotonda)	Nº	Calle Cochabamba y Calle Dámaso Aguirre	Nº	Calle Cochabamba y Calle Colón	Nº	Calle Cochabamba Altura Coleg. Fe y Alegría	Nº	Puente San Martín	Nº
MAÑANA										
7:00 a 12:00										
	08:10 a.m.	1	07:30a.m.	1	07:30 a.m.	1	07:00 a.m.	1	07:15 a.m.	1
	08:30 a.m.	1	11:00 a.m.	1	07:45 a.m.	1	07:30 a.m.	1	07:55 a.m.	1
	07:30 a.m.	1	08:00 a.m	1	08:40 a.m.	1	09:30 a.m.	1	08:10 a.m.	1
	11:30 a.m.	1	11:50 a.m	1	08:20 a.m.	1	09:00 a.m.	1	08:45a.m.	1
	08:50a.m.	1			08:00 a.m	1	10:10 a.m.	1		
	09:45 a.m.	1			10:55 a.m	1				
TARDE										
12:01 a 19:00										
	12:45p.m.(15/6/09)	1	14:50 p.m.	1	14:40 p.m.	1	12:50p.m.(7/5/09)	1	15:20p.m.	1
	16:20p.m.(15/6/09)	1	17:10 p.m.	1	15:20 p.m.	1	15:40p.m.(28/5/09)	1	18:05p.m.	1
	15:20p.m.	1	16:25 p.m.	1	16:25 p.m.	1	12:50p.m.(6/5/09)	1	18:55 p.m.	1
	16:20p.m.(19/6/09)	1	14:20 p.m.	1	18:00 p.m.	1	14:10 p.m.	1		
	16:20p.m.(29/5/09)	1	17:10 p.m.	1	17:00 p.m.	1	14:50 p.m.	1		
	14:30p.m.	1			18:10p.m.	1	18:40p.m.	1		
	17:50p.m.	1								

NOCHE										
19:01 a 20:00										
	19:45 p.m.	1	18:40p.m.	1	19:00p.m.	1	19:10 p.m.	1	19:35p.m.	1
	20:00p.m.	1	18:20p.m.	1	19:25p.m.	1	19:50p.m.	1	19:45p.m.	1
	19:15 p.m.	1	19:55p.m.	1	19:30p.m.	1	19:45p.m.	1		
	19:30 p.m.	1			20:00 p.m.	1	19:15p.m.	1		
	19:05 p.m.	1			19:50p.m.	1				
	TOTAL	18		12		17		15		9
NIVEL DE SERVICIO		F		F		D		C		D

Punto Conflictivo N° 1

Ubicación: Avenida La Américas y Calle Padilla(Altura Rotonda El Chorolque)

Tabla 16

Accidentes registrados en el Punto Conflictivo N° 1

CLASES DE ACCIDENTES

Descripción	2006	2007	2008	2009	Total
Atropellos	2	5	3	6	16
Colisiones	5	4	7	5	21
Choque a Objeto Fijo	1	2	2	4	9
Vuelcos		1			1
Embarrancamientos					0
Caída de Personas		1	1		2
Choque a Vehic. Deten. y Estac.				1	1
Choque de Veh. Por Alcance	4	2	5	2	13
Total	12	15	18	18	63

Figura N° 15

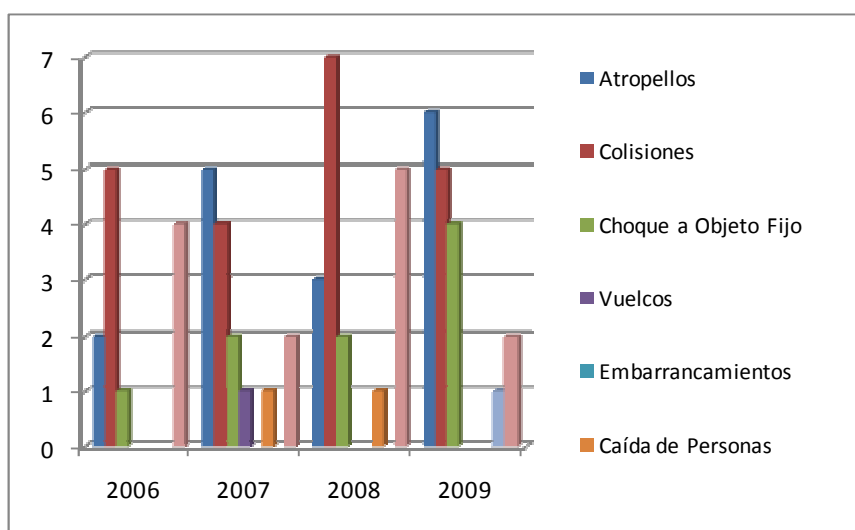


Tabla 17

Estudio de Accidentalidad del Punto Conflictivo N° 1

Daños Personales	2006	2007	2008	2009	Total
Personas Muertas	1				1
Personas Heridas	9	7	4	11	31

Figura N° 16

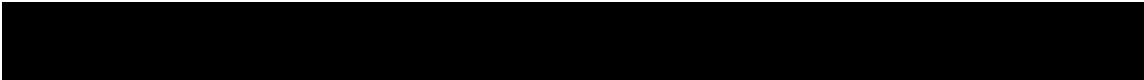
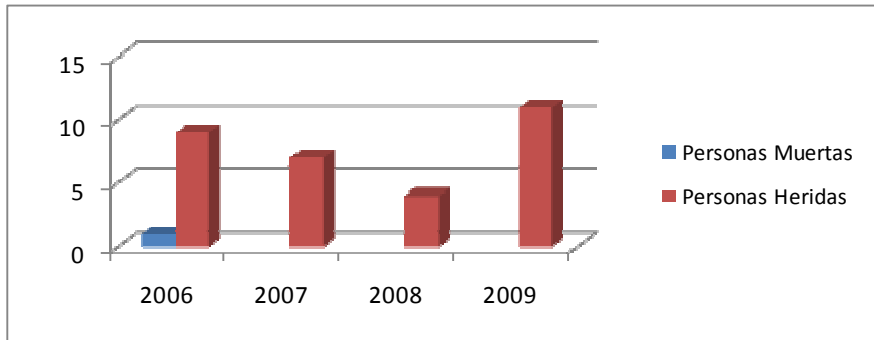


Tabla 18

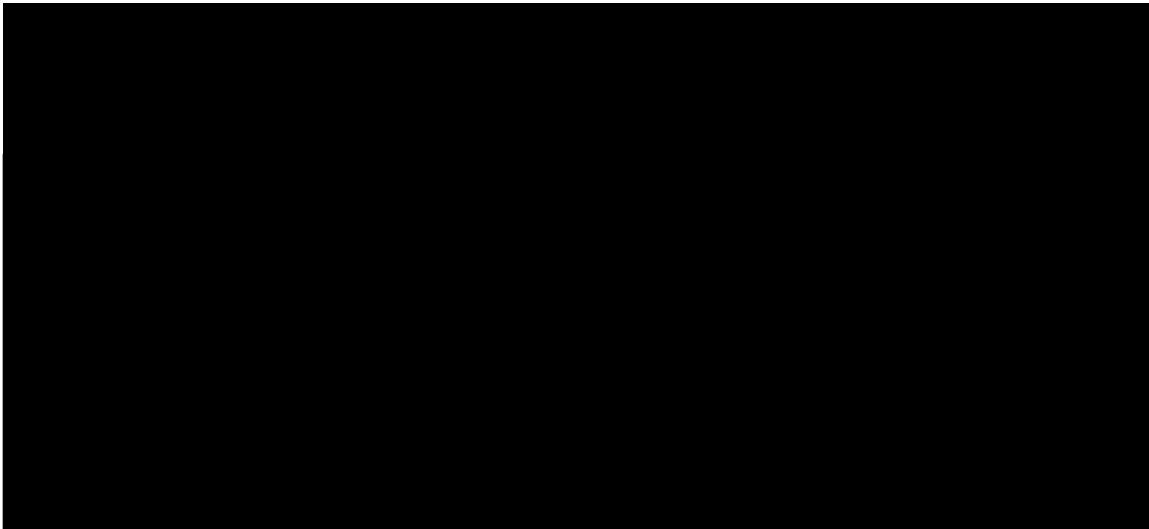


Figura N° 17

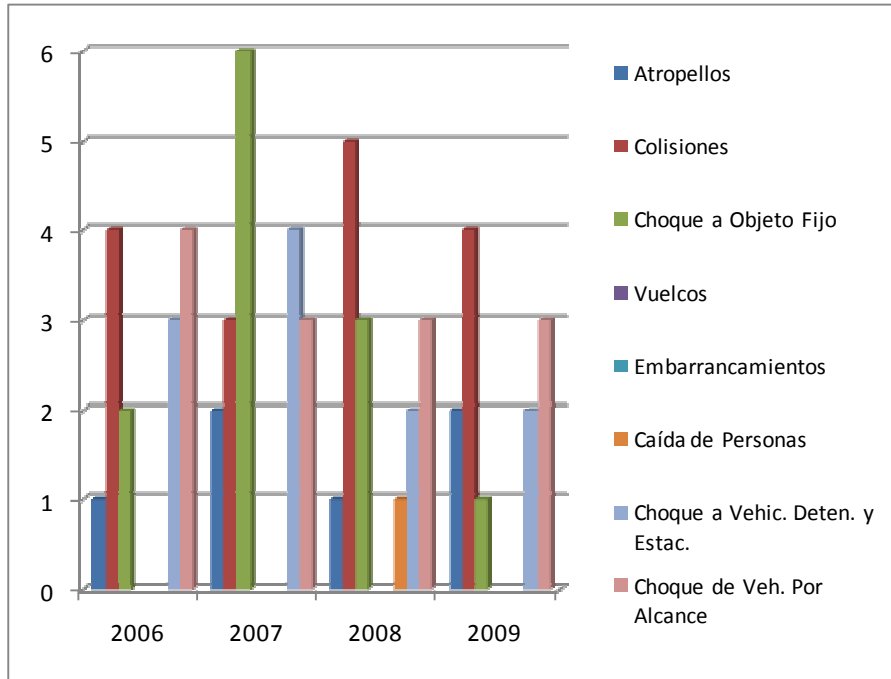


Tabla 19

Estudio de Accidentalidad del Punto Conflictivo N° 2

Daños Personales	2006	2007	2008	2009	Total
Personas Muertas					0
Personas Heridas	4	9	7	5	25

Figura N° 18

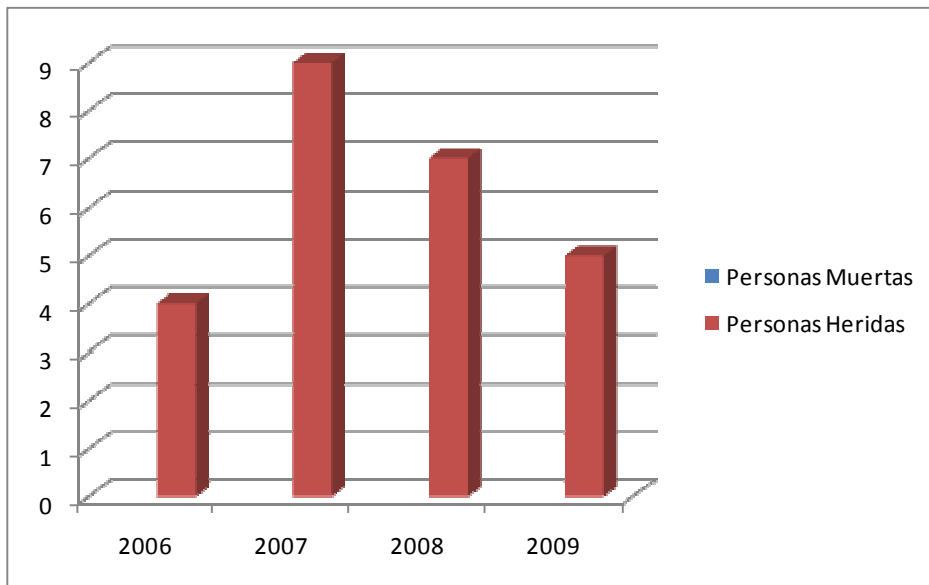


Tabla 20
Accidentes registrados en el Punto Conflictivo N°3

CLASES DE ACCIDENTES

Descripción	2006	2007	2008	2009	Total
Atropellos	3	3	2	5	13
Colisiones	2	6	5	2	15
Choque a Objeto Fijo	4	2	3	2	11
Vuelcos					0
Embarrancamientos					0
Caída de Personas				1	1
Choque a Vehic. Deten. y Estac.		1	4	6	11
Choque de Veh. Por Alcance	1	2	1	1	5
Total	10	14	15	17	56

Figura N° 19

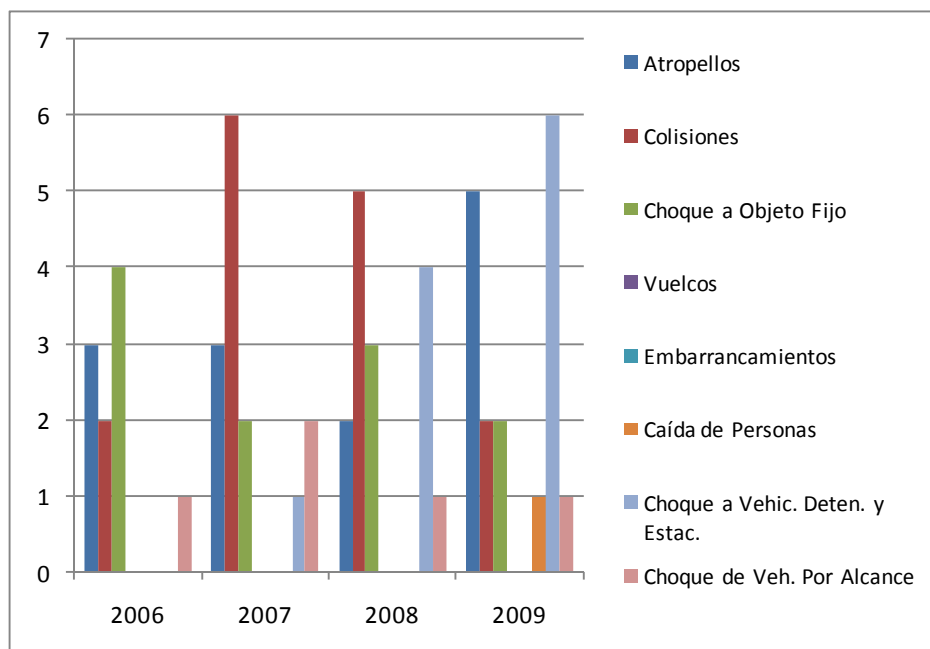


Tabla 21

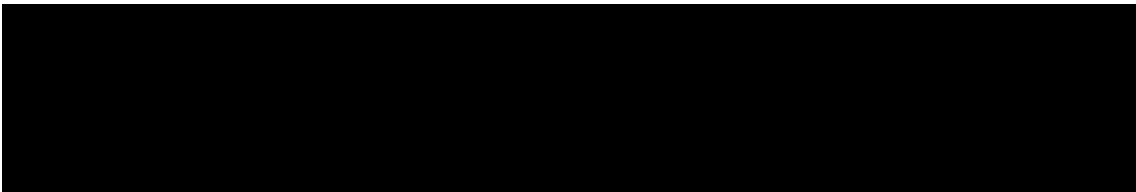


Figura N° 20

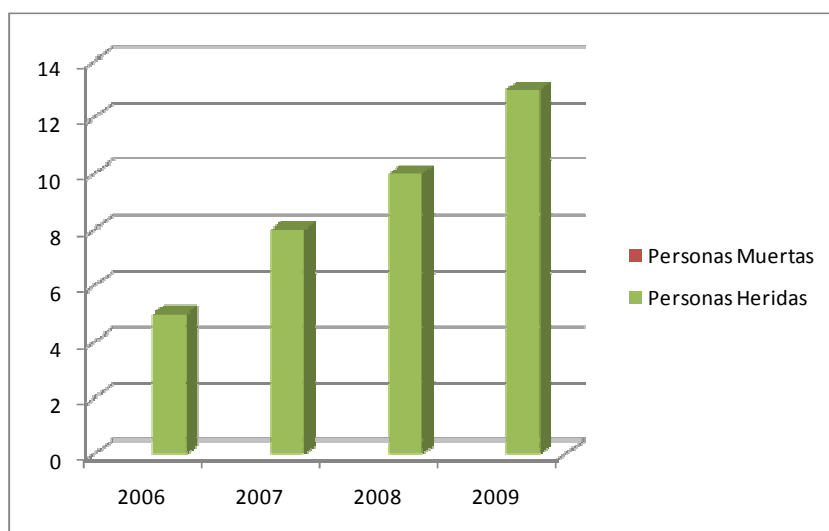


Tabla 22

Accidentes registrados en el Punto Conflictivo N° 4

CLASES DE ACCIDENTES

Descripción	2006	2007	2008	2009	Total
Atropellos	3	2	1	3	9
Colisiones	4	3	5	6	18
Choque a Objeto Fijo	2	4	3	4	13
Vuelcos					0
Embarrancamientos					0
Caída de Personas					0
Choque a Vehic. Deten. y Estac.			1	1	2
Choque de Veh. Por Alcance	2	4	2	1	9
Total	11	13	12	15	51

Figura N° 21

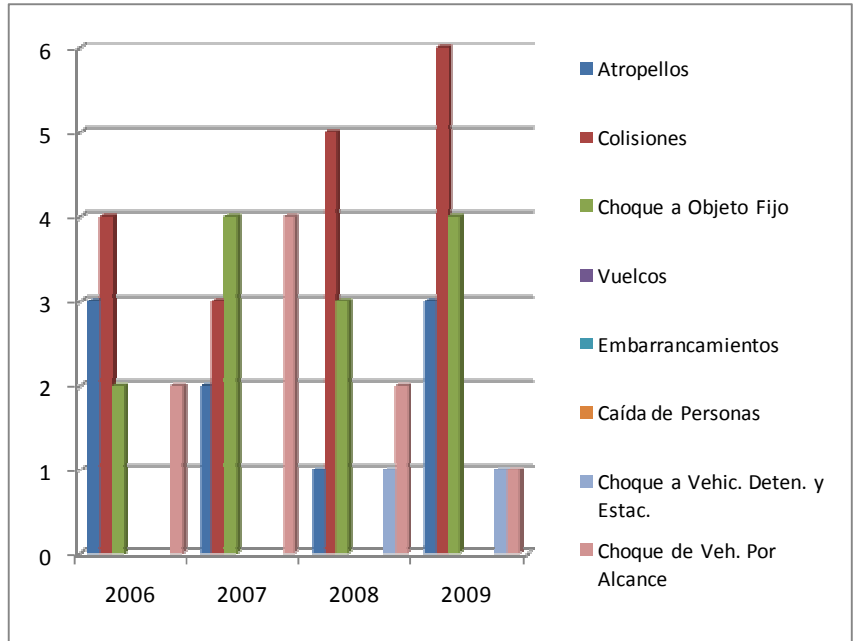
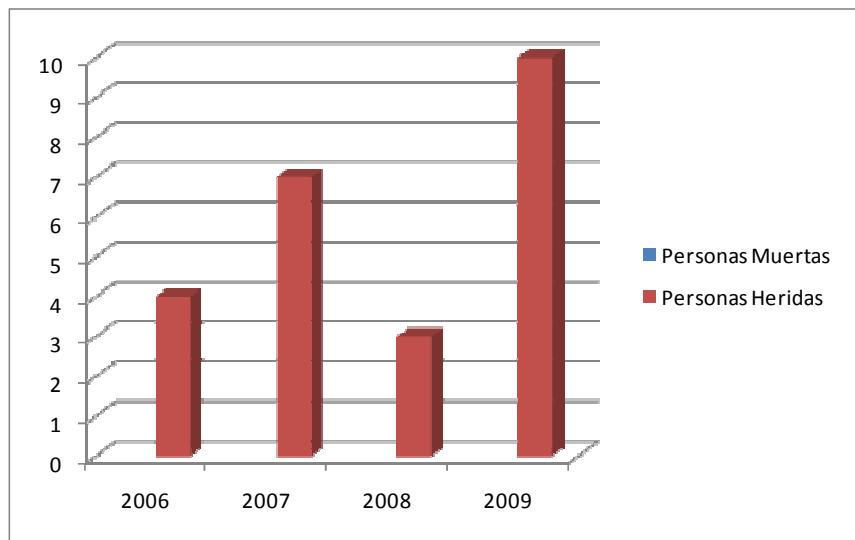


Tabla 23
Estudio de Accidentalidad del Punto Conflictivo N° 4

Daños Personales	2006	2007	2008	2009	Total
Personas Muertas					0
Personas Heridas	4	7	3	10	24

Figura N° 22



Punto Conflictivo N°5

Ubicación Calle Cochabamba altura Fe y Alegría

Tabla 24

Accidentes registrados en el Punto Conflictivo N° 5

CLASES DE ACCIDENTES

Descripción	2006	2007	2008	2009	Total
Atropellos	4	2	3	3	12
Colisiones	2	2	4	2	10
Choque a Objeto Fijo	1	1	2	1	5
Vuelcos					0
Embarrancamientos					0
Caída de Personas		1	2		3
Choque a Vehic. Deten. y Estac.	1	3	2	1	7
Choque de Veh. Por Alcance	3	2	4	2	11
Total	11	11	17	9	48

Figura N° 23

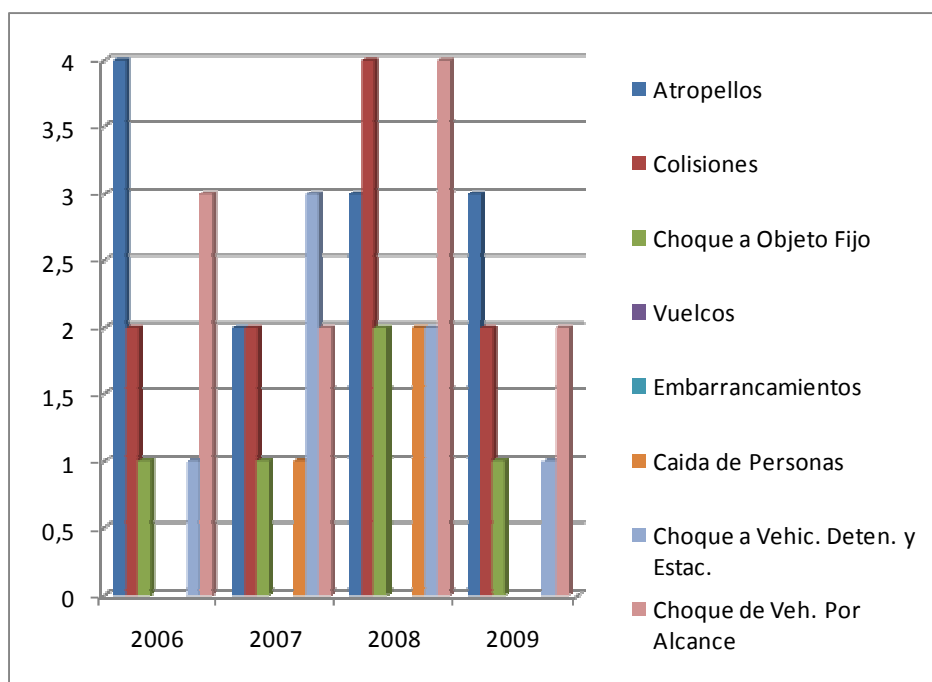
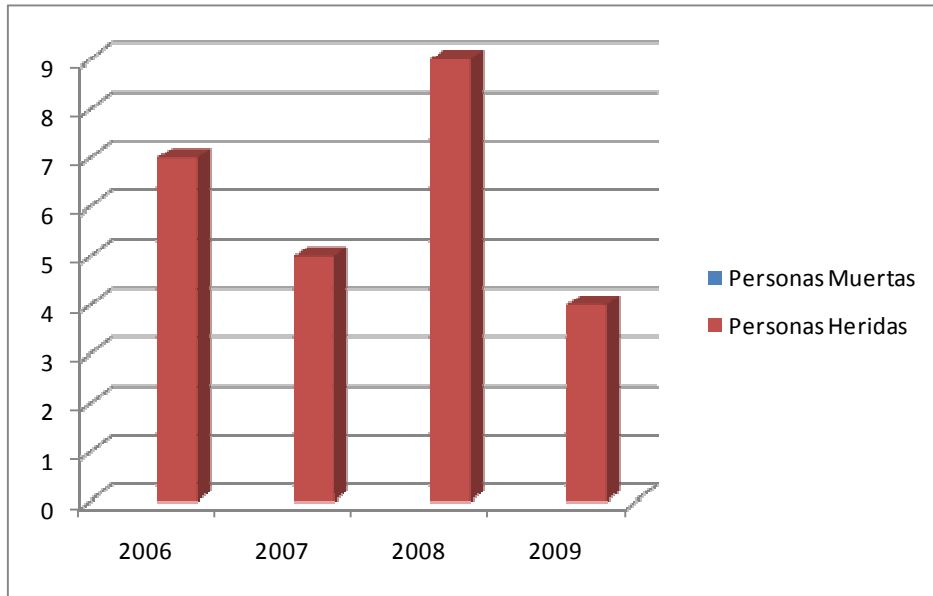


Tabla 25

Estudio de Accidentalidad del Punto Conflictivo N° 5

Daños Personales	2006	2007	2008	2009	Total
Personas Muertas					0
Personas Heridas	7	5	9	4	25

Figura N° 24



1.6. RELACIÓN NIVELES DE SERVICIO CON ACCIDENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Como se puede observar en la siguiente tabla existen mayores accidentes el nivel de servicio es más forzado.

Tabla 26

INTERSECCIÓN	Nº ACCIDENTES	NIVEL
Av. Américas y.Padilla(Altura Rotonda El Chorolque)	63	NIVEL F
Coch. y Calle Dámaso Aguirre	59	NIVEL F
C. Cocha. y Calle Colón	56	NIVEL D
Puente San Martín	51	NIVEL C
Coch. Altura Coleg. Fe y Alegría	48	NIVEL D

Figura Nº 25

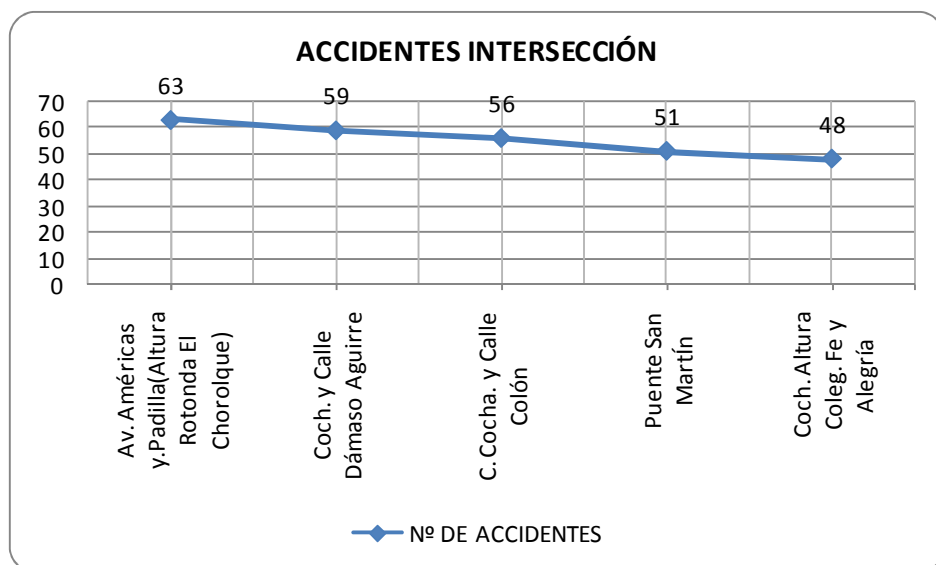
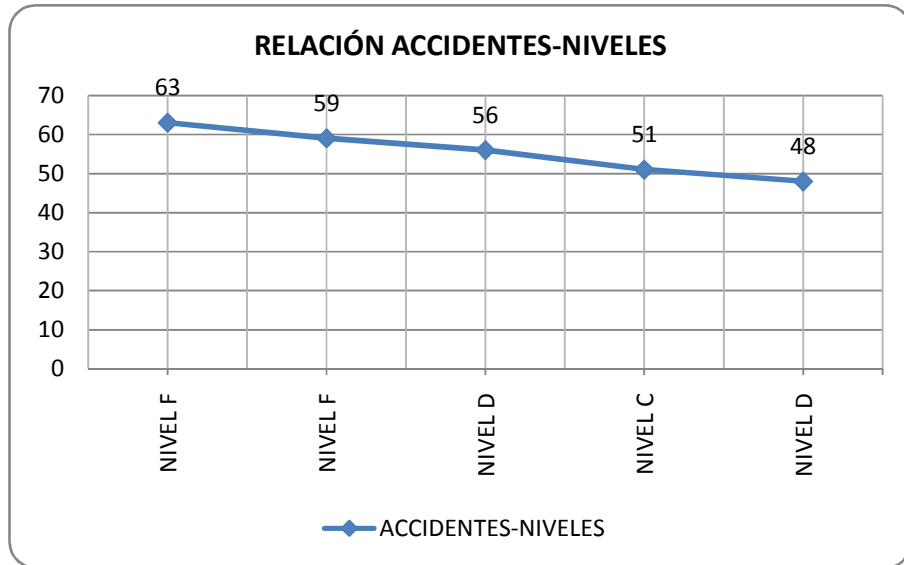


Figura N° 26



1.7. EFECTOS ENTRE AMBOS PARÁMETROS

Podemos establecer que de acuerdo a las velocidades establecidas en los puntos conflictivos fue obtenido los siguientes puntos.

Figura N° 27

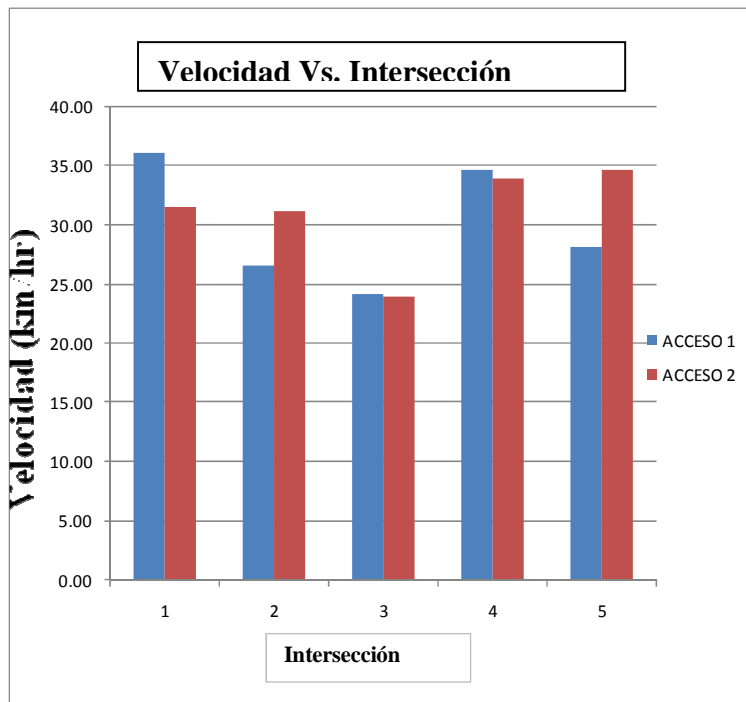


Tabla 27

INTERSECCIÓN	ACCESO 1	ACCESO 2	VELOCIDADES	
			ACCESO 1	ACCESO 2
1	AV. LAS AMÉRICAS	C. PADILLA	36.07	31.44
2	C. COCHABAMBA	DÁMASO DE AGUIRRE	26.60	31.10
3	C. COCHABAMBA	C. COLÓN	24.19	23.85
4	SALIDA PUENTE SAN MARTÍN	ENTRADA PUENTE SAN MARTÍN	34.56	33.83
5	COCHAB. ALTURA FE Y ALEGRÍA	COCHAB. ALTURA FE Y ALEGRÍA	28.14	34.65

- El rango de las velocidades en las intersecciones estudiadas oscilan dentro de 25 a 35 km/hr.
- Que en la intersección N°3 se obtiene una velocidad mínima de acuerdo a las características geométricas de la intersección.
- De igual forma podemos indicar que en el exceso de estas velocidades inciden directamente en la distancia de frenado del vehículo.
- De acuerdo a la gráfica obtenida velocidades Vs. Intersección, en las intersecciones 1, 4, 5 observamos que son velocidades altas con respecto a las demás intersecciones, donde en estas se debe tomar en cuenta que a mayor velocidad reduce el tiempo de reacción y percepción del conductor.
- Por otro lado se observa que la velocidad en la mayoría de las intersecciones varía relativamente muy poco, y es donde estas deberían estar adecuadas al tipo de vía por la que circulan.

- Otro aspecto que se toma en cuenta el aforamiento es la de que los vehículos no mantienen una distancia de seguridad con otros vehículos, ya que ello proporciona una mayor distancia de frenado.
- Se observa una variación de la velocidad con respecto al volumen vehicular en cada punto conflictivo, tomando en cuenta sus accesos, donde después de un análisis, llegamos a la conclusión que a mayor volumen mayor velocidad (ejem). , el volumen alto y velocidades bajas calles saturadas, debido a la saturación en volúmenes altos las velocidades se reducen.

SEÑALIZACIÓN VS. INTERSECCIÓN

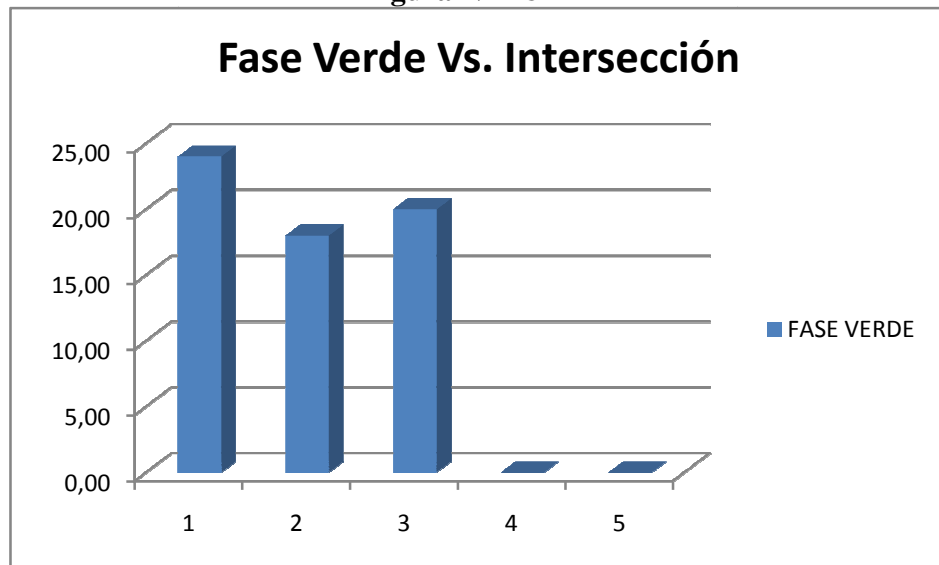
- De las 5 intersecciones estudiadas solo cuentan con señales verticales el 62.5 % y de igual manera cuenta con un 53,3% de señales horizontales.
- El mantenimiento de las señales de tráfico tiene suma importancia, donde debe ser de primera calidad para asegurar su legibilidad y visibilidad, lo cual no se observa tal situación en los puntos conflictivos estudiados.
- También asiendo una comparación de la señalización con los accidentes de tráfico podemos indicar que los puntos conflictivos de los estudiados no cuentan con más de una señal de tráfico ya sea este horizontal o vertical que se indique como por ejemplo a qué velocidad está permitido circular.
- Uno de los aspectos importantes con respecto a la señalización es la falta de educación vial en la población, para que la presencia de las señales tenga su efectividad esperada.
- Tras el análisis en estos puntos conflictivos observamos lo siguiente:
 - a) Los peatones no recurre al paso de cebra, para poder realizar el cruce de calle.
 - b) Los conductores hacen caso omiso a la línea de parada ya que éstos en muchos casos realizan el frenado en medio del cruce de cebra.

c) El transporte público no tiene bien identificado el lugar de paradas en las intersecciones, lo cual esto obliga a estas a realizar las mismas en medio de la calle o en otro lugar donde el pasajero lo requiera.

3.- FASE VERDE VS. INTERSECCIÓN

1. Que el 60.0 % de las intersecciones cuentan con semáforo y el 40.0 % no cuentan con este.
2. Observamos 3 distintos valores de fase verde en las intersecciones estudiadas, donde podemos indicar que el menor valor concierne a los primeros semáforos de nuestra ciudad, por otro lado el valor mayor concierne a semáforos aislados en puntos conflictivos, y el resto de valores concierne a un sistema nuevo.

Figura N° 28



3. También podemos indicar que la mayoría de las intersecciones que cuentan con este, corresponde al mismo valor de fase verde, lo que no debería ser de esa manera pues se debería determinar en función de los volúmenes de cada acceso a la intersección.

Tabla 28

INTERSECCIONES		VOLÚMENES	FASE VERDE	CICLO
AV. LAS AMÉRICAS Y C.PADILLA	AV. AMÉRICAS SUBIDA(1)	1028	24	52
	AV. AMÉRICAS BAJADA(2)	840	24	52
	AV. LAS AMÉRICAS CENTRO (3)	1009	24	52
	C. PADILLA(CENTRO)	444	24	52
	C. PADILLA (SUBIDA)	282	24	52
C.COCHABAMABA Y C. DÁMASO A.	COCHABAMBA(BAJADA)	661	18	40
	COCHABAMBA(SUBIDA)	714	18	40
	DÁMASO DE AGUIRRE	1941	18	40
C.COCHABAMABA Y C.COLÓN	COCHABAMBA(BAJADA)	349	20	40
	COCHABAMBA(SUBIDA)	311	20	40
	CALLE COLÓN	462	20	40
C.COCHABAMB A ALTURA COLEGIO FE Y ALEGRÍA	ALTURA FE Y ALEGRÍA (BAJADA)	773		
	ALTURA FE Y ALEGRÍA (SUBIDA)	754		
AV. AMÉRICAS PUENTE SAN MARTÍN	PUENTE SAN MARTÍN (SALIDA)	933		
	PUENTE SAN MARTÍN (ENTRADA)	709		

4. Observamos 3 distintos valores de fase verde en las intersecciones estudiadas, donde podemos indicar:

- El menor valor concierne a los primeros semáforos de nuestra ciudad.

- El valor mayor corresponde a semáforos aislados en puntos conflictivos.
 - Y el resto de valores pertenecen a un sistema nuevo implementado en nuestra ciudad.
5. También podemos indicar que la mayoría de los accesos de las intersecciones que cuentan con este sistema, corresponde al mismo valor de fase verde.
 6. Haciendo una relación entre el tiempo de fase verde y los volúmenes en cada uno de los accesos, se observa que debido a la variación de los volúmenes entre los accesos en una intersección, se tendrá que hacer una revisión de los tiempos de fases verdes, tomando en cuenta el incremento del parque automotor en los últimos años, lo cual hace que el número de vehículos que pasen en el tiempo de fase verde se reduzca debido a la cola que existe al paso de éstos.

4.- CICLO Vs. INTERSECCIÓN.

1. Podemos observar que los valores de tiempo de ciclo analizados en las intersecciones están entre un rango de 40 y 52 segundos.
2. En las intersecciones que no se cuenta con semáforos se observa que es importante regular el tráfico en las intersecciones con mayor volumen con la ayuda de éstos.

5.- NIVELES DE SERVICIO Vs. ACCIDENTES.

Dentro del comportamiento del tráfico vehicular en ciudades urbanas, resulta de bastante importancia lograr un flujo vehicular continuo con velocidades que justifiquen la utilización de los medios vehiculares para desplazarse de un lugar a otro.

Este flujo continuo es posible lograr cuando existe un equilibrio entre velocidades, volúmenes de tráfico, visibilidad.

MEDIDAS FÍSICAS:

- Uno de los factores físicos que originan la posibilidad de accidentes es la falta de visibilidad en las intersecciones debido a la falta de ochaves, por ellos proponemos que deben corregirse todas las intersecciones, dando la visibilidad necesaria a partir de ochaves de radio en curvatura de 8 a 10 metros. Como se puede observar en las fotos en varios puntos se tienen calles sin aceras ocasionando que los peatones tengan que hacer el uso de la calzada quitando espacio al vehículo.
- Colocar las señales verticales NO ESTACIONAR, VELOCIDAD MÁXIMA, PARE, CEDA EL PASO, en todas aquellas intersecciones que no se dispongan de ellas y se vean que sean necesarias con el propósito de regular el flujo vehicular y evitar el encuentro de puntos de flujo que originan posibilidad de accidentabilidad.
- Ejecutar las señales horizontales de CRUCE DE PEATONES, LÍNEAS DE PARADA y FLECHAS DIRECCIONALES en las intersecciones que no se dispone de ellas y en las que si existen hacer un mantenimiento periódico para que se mantenga su condición visible tanto diurna como nocturna con la reflectividad necesaria.
- Colocar semáforos en las intersecciones que no se dispone de ellas, en principio con un ciclo y tiempos de fase similares a las que se tienen, sin embargo tanto a las existentes como a las nuevas deben hacerse estudios de comportamiento para verificar su efectividad en lo que se refiere a la seguridad vial sin que ello signifique originar otros conflictos en otros factores de tráfico, en base al nuevo comportamiento del flujo vehicular a partir de la colocación de semáforos.
- Establecer las señales verticales de presencia de paradas de autobuses del transporte público, en forma recomendable no cerca de la intersección sino más bien a 25 o 30 m. de las intersecciones para no perjudicar a la visibilidad.
- Evitar las áreas de estacionamiento en las calles cerca de los puntos de alta accidentabilidad ya que al reducir la capacidad vehicular y restringir la visibilidad coadyuvan a la generación de accidentes, por ello en lo posible

deben ser áreas restringidas al estacionamiento los puntos críticos de accidentabilidad estudiados.

MEDIDAS CIRCULACIÓN:

- Aunque las medidas de circulación no son tan altas, es recomendable que en puntos críticos de accidentabilidad restringir las velocidades de circulación no mayores a 20 km/hr. Velocidades mayores a 20 km/hr. se convierten en velocidades de riesgo para posibles accidentes con la causa de exceso de velocidad.
- En cuanto a los volúmenes de circulación se evidencia que en los flujos vehiculares que circulan por los puntos de accidentabilidad existe mucho porcentaje de vehículos públicos tanto de micros como de taxis, quienes además realizan permanentemente maniobras peligrosas que aumentan el riesgo de accidentabilidad como las detenciones bruscas, el acceso y descenso de pasajeros en las vías, salidas y entradas a las paradas de manera intempestiva, etc. Por lo que debe hacerse una restricción de los vehículos de transporte público por los puntos de máxima accidentabilidad.
- Debe evitarse las maniobras de estacionamiento cerca de los puntos de máxima accidentabilidad porque éstos aumentan los riesgos, para ello mejor si se evitan tener áreas de estacionamiento cerca de estos puntos debido a que contamos con carriles reducidos y en ciertos lugares no se cuentan ni con aceras.

MEDIDAS DE EDUCACIÓN VIAL:

- En cuanto al comportamiento de los usuarios con respecto a la seguridad vial se tiene un deficiente comportamiento uno debido al desconocimiento de las normas de tránsito y otro que el hábito de comportamiento en su desplazamiento en el flujo vehicular y peatonal es totalmente sin respeto a las normas, por ello se deben hacer

campañas educativas tanto para usuarios peatones como conductores de manera que se logre concientizarlos en la responsabilidad que se tienen en cuanto a la seguridad vial.

- El análisis de los informes de accidentes en muchos de ellos refleja la falta de conocimiento a normas de tránsito y el continuo comportamiento sin respeto a reglas de educación vial.
- Tanto la unidad operativa de tránsito como la unidad de tráfico y Transporte de la Alcaldía Municipal deben proyectar con fines educativos spots por los medios de comunicación donde se visualice la falta de educación vial y las consecuencias que ello lleva.

ÍNDICE VEHICULAR Y NIVEL DE SERVICIO

Tabla 36

RELACIÓN
ÍNDICE VEHICULAR - NIVELES DE SERVICIO

AÑO	NUMERO DE VEHÍCULOS	ÍNDICE VEHICULAR	AV. LAS AMÉRICAS Y PADILLA	C. DÁMASO AGUIRRE	COCHABAMBA Y COLÓN	COCHABAMBA ALTURA COLEGIO FE Y ALEGRÍA	PUENTE SAN MARTÍN
2006	21955	1,11	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D
2007	22947	1,05	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D
2008	25189	1,10	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D
2009	26181	1,04	NIVEL F	NIVEL F	NIVEL D	NIVEL C	NIVEL D

La variación de vehículos del año 2006 a 2009 se detalla en la tabla N°36, el índice vehicular oscila entre 1,04 a 1,11 se relacionó con las intersecciones en estudio y sus niveles de servicio como se puede apreciar su variación en estos últimos años.

CAPÍTULO VI

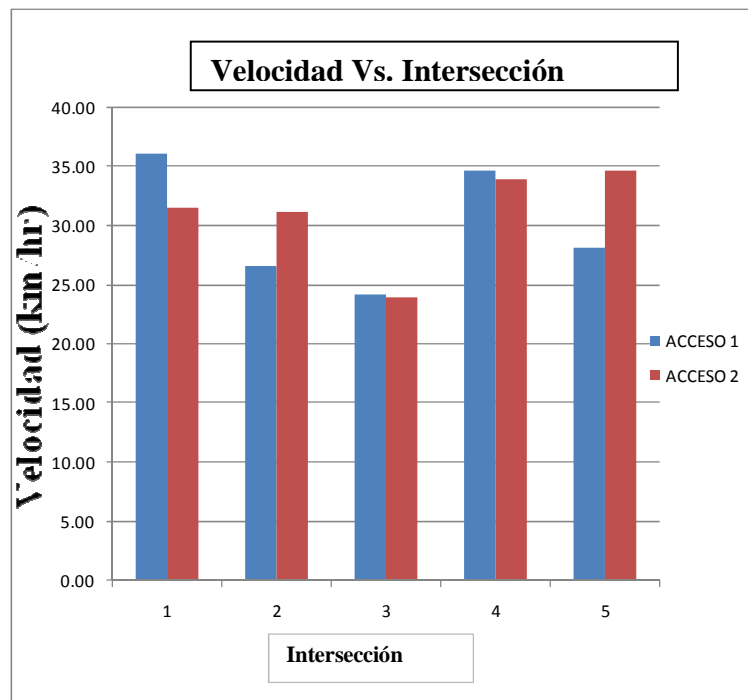
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.1. CONCLUSIONES

Los accidentes de tráfico en carretera suponen una lacra social, dada la sangría que representan en número de vidas humanas perdidas y lesiones ocasionadas. Por tanto, deben considerarse como un problema de salud pública nacional de primera índole. También lo es en términos económicos.

- De acuerdo a la gráfica obtenida Velocidad Vs. Intersección, en las intersecciones 1,4,5, observamos que son velocidades altas con respecto a las otras intersecciones, donde se debe tomar en cuenta que a mayor velocidad reduce el tiempo de reacción y percepción del conductor.

Figura N° 1



- El rango de las velocidades en las intersecciones estudiadas oscilan dentro de 25 a 35 km/hr. Lo que indica que si bien las velocidades no son altas, estas no deben aumentarse porque se evidencia que dentro de los factores de causa de accidentes el exceso de velocidad es uno de ellos. Sin embargo algunos conductores tienen el hábito de exceder estas velocidades medias causando posibles accidentes.
- Otro aspecto que se toma en cuenta durante el aforamiento es que los vehículos no mantienen una distancia de seguridad con otros vehículos, ya que ello proporciona una mayor distancia de frenado.
- De las 5 intersecciones estudiadas sólo cuentan con señales verticales el 62.5% y de igual manera cuenta con un 53.3% de señales horizontales, esto nos muestra que si bien existen señales tanto verticales como horizontales, no son las que requieren para garantizar el buen flujo vehicular y un mayor grado de seguridad, esto implica que una de las acciones a realizar es mejorar y complementar las señalizaciones verticales y horizontales más aun si las intersecciones son puntos críticos en accidentabilidad, porque son necesarias para garantizar un flujo vehicular controlado.
- Uno de los aspectos importantes con respecto a la señalización es la falta de educación vial en la población, para que la presencia de las señales tenga su efectividad esperada.
- El 60 % de las intersecciones cuentan con semáforos y el 40 % no cuentan con este.
- Observamos tres distintos valores de fase verde en las intersecciones estudiadas, donde podemos indicar que el menor valor concierne a los

primeros semáforos de nuestra ciudad, por otro lado el valor mayor concierne a semáforos aislados en puntos conflictivos, y el resto de valores concierne a un sistema nuevo. Se realizó una evaluación donde se pudo observar que no es correcto ya que el sistema debería ser único en el área central.

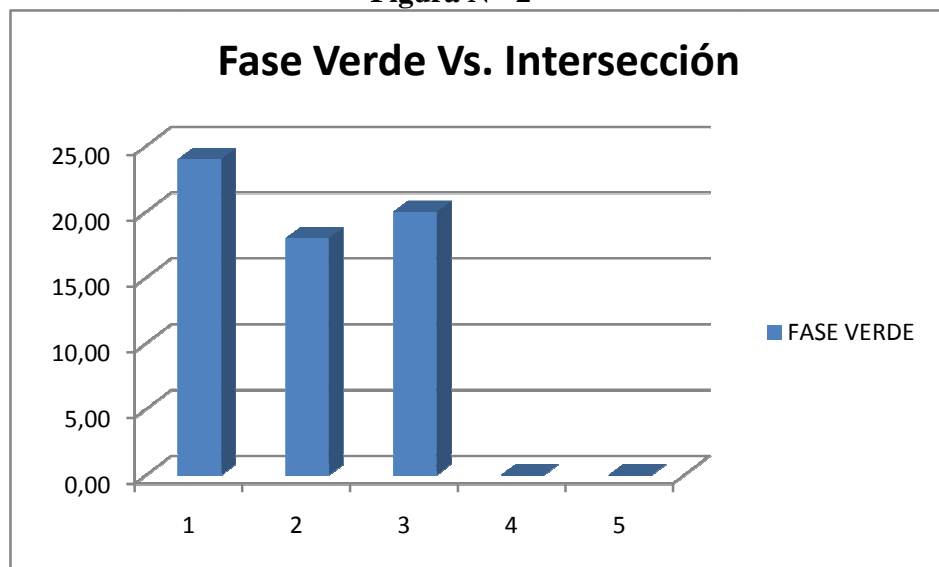
- Haciendo una relación También podemos indicar que la mayoría de los accesos de las intersecciones que cuentan con este sistema, corresponde al mismo valor de fase verde, lo que no debería ser de esa manera pues se debería determinar en función de los volúmenes, como por ejemplo se tienen volúmenes altos con el mismo valor de fase verde.

Tabla 1

INTERSECCIONES		VOLÚMENES	FASE VERDE	CICLO
AV. LAS AMÉRICAS Y C.PADILLA	AV. AMÉRICAS SUBIDA(1)	1028	24	52
	AV. AMÉRICAS BAJADA(2)	840	24	52
	AV. LAS AMÉRICAS CENTRO (3)	1009	24	52
	C. PADILLA(CENTRO)	444	24	52
	C. PADILLA (SUBIDA)	282	24	52
C.COCHABAMABA Y C. DÁMASO A.	COCHABAMBA(BAJADA)	661	18	40
	COCHABAMBA(SUBIDA)	714	18	40
	DÁMASO DE AGUIRRE	1941	18	40
C.COCHABAMABA Y C.COLÓN	COCHABAMBA(BAJADA)	349	20	40
	COCHABAMBA(SUBIDA)	311	20	40
	CALLE COLÓN	462	20	40
C.COCHABAMBA ALTURA COLEGIO FE Y ALEGRÍA	ALTURA FE Y ALEGRÍA (BAJADA)	773		
	ALTURA FE Y ALEGRÍA (SUBIDA)	754		
AV. AMÉRICAS PUENTE SAN MARTÍN	PUENTE SAN MARTÍN (SALIDA)	933		
	PUENTE SAN MARTÍN (ENTRADA)	709		

- Haciendo una relación entre el tiempo de fase verde y los volúmenes en cada uno de los accesos, se observa que debido a la variación de los volúmenes entre los accesos en una intersección, se tendrá que hacer una revisión de los tiempos de fases verdes, tomando en cuenta el incremento del parque automotor en los últimos años, lo cual hace que el número de vehículos que pasen en el tiempo de fase verde se reduzca debido a la cola que existe al paso de estos.

Figura N° 2



- Como se puede evidenciar en la gráfica en los lugares de mayor accidentabilidad su Nivel de Servicio se podría decir que es menor o su calidad de flujo vehicular es forzada dependiendo de factores tales como la velocidad, la libertad de maniobras, la comodidad, en general seguridad vial.

Figura N° 3

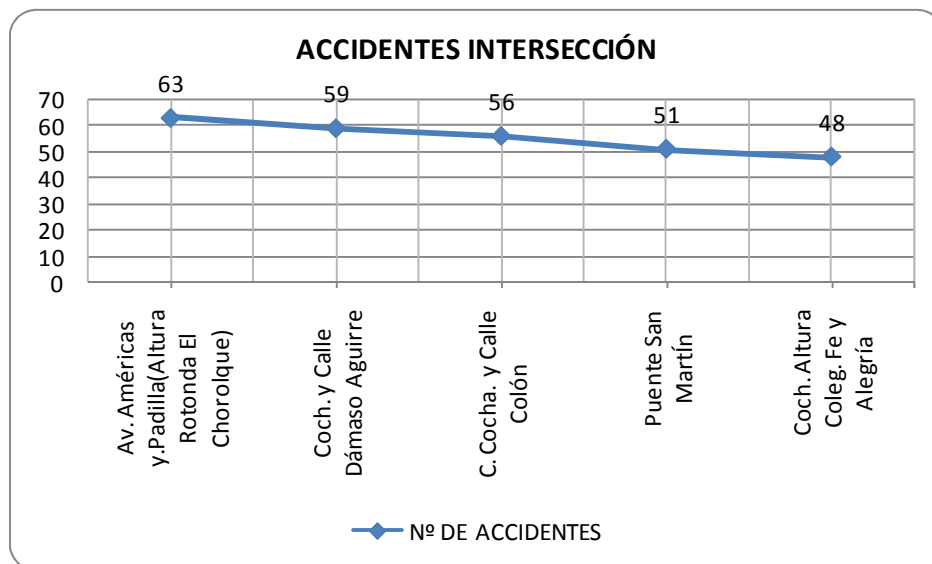
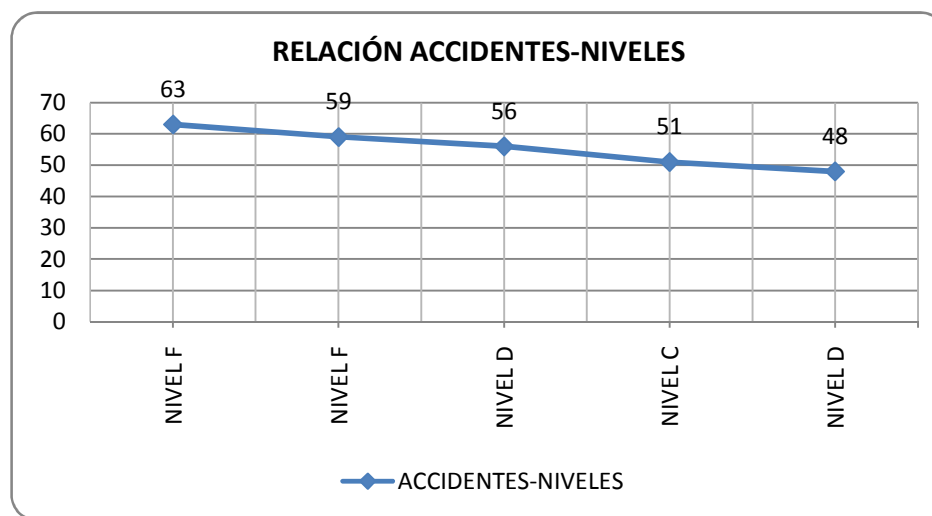


Figura N° 4



- El flujo va aumentando a medida que el nivel de servicio disminuye, hasta llegar al nivel de servicio F.

Figura N° 5

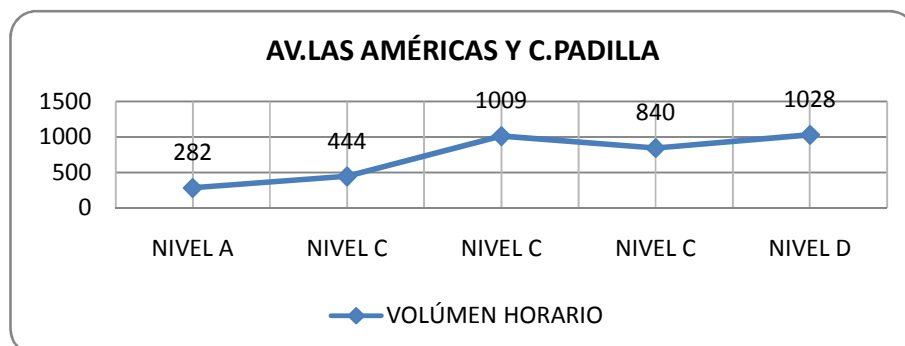
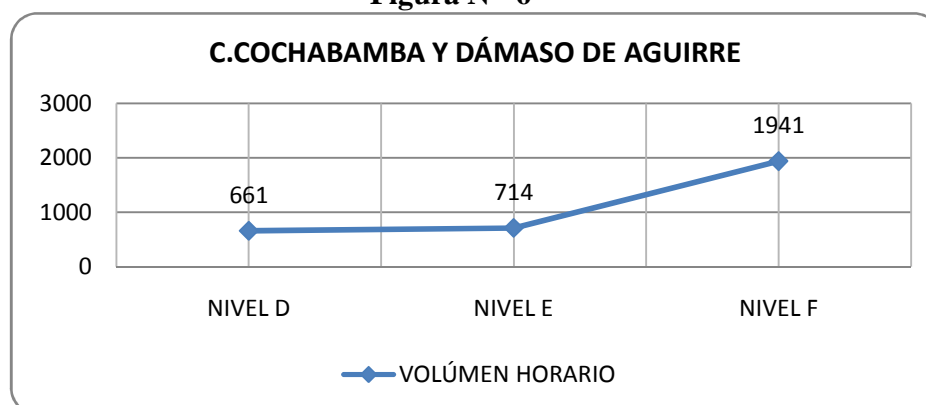


Figura N° 6



- El transporte público juega un papel muy importante en las arterias urbanas por el ascenso y descenso de pasajeros en medio de la calzada, además de circular a muy baja velocidad esperando pasajeros, provocando demoras y reducciones de velocidad.
- Para aminorar los riesgos de los accidentes es necesario realizar acciones de distinta naturaleza como ser:
 - El estado del vehículo que circula por las calles debe tener revisiones periódicas, en especial de frenos, ruedas, cinturón de seguridad, casco, neumáticos, etc.
 - Medidas de Circulación que contemplen como mejorar la circulación en cuanto a velocidades, volúmenes de tráfico y

estacionamientos de manera que en su conjunto también garanticen el menor riesgo de accidentes y exista mayor seguridad vial.

- Medidas de Educación Vial.

1.2.RECOMENDACIONES

Se puede establecer como recomendación general la implementación de un plan para fortalecer la Seguridad Vial en la ciudad de Tarija:

- Realizar un estudio y diseñar e implementar un sistema moderno de información y de registro de accidentes.
 - Garantizar el buen estado de las calles con equipamiento y elementos para la Seguridad Vial.
 - Diseñar e implementar un programa integral de educación vial para la seguridad, implicar a todas las instituciones encargadas de la seguridad vial.
 - Involucrar al sector salud en la concientización de la magnitud del peligro en la salud ojo Seguridad Vial de esa manera se reducirán los accidentes y se mejorarán los niveles de servicios en las calles, dando una asistencia inmediata en caso de producirse un accidente.
 - Se debe necesariamente hacer cumplir las normas de circulación sancionando tanto a conductores como peatones para que se empiece a tener una mejor educación.
 - El espacio necesario para el estacionamiento es muy importante controlarlo, sancionando cuando no se respete las prohibiciones de no estacionar, se debe prohibir el estacionamiento del transporte público.
1. Realizar campañas de información sobre las señales que se tienen en las calles tanto horizontales como verticales.

2. Se debe mantener las velocidades o uniformizarlas de acuerdo a los volúmenes actuales que se tienen porque a mayor velocidad mayor será el número de accidentes.
-
- La variación de vehículos del año 2006 a 2009 se detalla en la tabla N°36, el índice vehicular oscila entre 1,04 a 1,11 se relacionó con las intersecciones en estudio y sus niveles de servicio desde C hasta F.