

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la ciudad de Bermejo, tenemos una tendencia de crecimiento continuo, dicho crecimiento no se ve reflejado en la mejora del Sistema de Transporte Urbano, por ende, transitar por las calles de la ciudad en horas pico es muy complicado debido a la congestión vehicular que se sufre todos los días.

En los últimos años el número de habitantes se ha incrementado, lo cual se ve reflejado en el crecimiento de la población comercial. Este desarrollo está generando ciertos inconvenientes en el transporte urbano debido a que las vías existentes están siendo sobrecargadas. Hoy en día, existen problemas de congestión vehicular en casi todas las zonas escolares como consecuencia del aumento del flujo vehicular tanto público como privado, principalmente en la zona de los mercados y las avenidas principales.

En los mercados más cercanos a la zona de las chalanas se puede apreciar que el flujo peatonal es más intenso que en los mercados más alejados, como por ejemplo la zona del mercado Bolívar que no muestra una situación diferente ya que el flujo vehicular es más intenso que el flujo peatonal

Un estudio de tráfico vehicular y peatonal permitirá determinar las causas del congestionamiento vehicular en las zonas de estudio de la ciudad de Bermejo, con el propósito de mejorar el tráfico vehicular y peatonal, previo conocimiento de la cantidad de vehículos y peatones que circulan por las calles, datos que serán obtenidos de los aforos.

En Ingeniería de Tráfico existen diversos métodos empíricos de análisis que en función de las características de la vía permiten conocer la capacidad de la misma. De ellos, el principal método es el Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2000 (Highway Capacity Manual) el cual será la herramienta básica para poder realizar el presente trabajo.

1.2 Situación problemática

Es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, debido al crecimiento poblacional y la cantidad de automóviles por habitante

descontrolado, la ciudad de Bermejo se encuentra presentando los primeros síntomas del gran problema de tráfico vehicular en cuestión de congestionamiento vehicular en intersecciones de zonas focalizadas: La red vial es estrecha, las aceras de igual manera son estrechas, están en mal estado y, en muchos casos, sólo existen los cordones, existe problemas en la señalización vertical y horizontal, no existe infraestructura destinada a los ciclistas como las ciclo vías o al transporte público como carriles exclusivos, no existen paradas para buses, no existen lugares claramente establecidos para el estacionamiento. Las vías carecen de identidad pues no están diseñadas en función de las condiciones, no obstante, estos centros concentran gran parte de la ubicación de diferentes lugares públicos y privados, como tal es el caso de la localidad de Bermejo que en sus alrededores de su zona central tiene la ubicación de diferentes bancos, colegio, escuela, mercado, paradas de transporte público, oficinas públicas, etc. y generan una importante demanda de servicio de transporte, causando congestión particularmente en lo horarios pico por la concentración de líneas de transporte público, la cantidad de vehículos privados y de peatones, así como de los numerosos vehículos estacionados. La falta de un estudio de tráfico que brinde soluciones, y el incremento de las tasas de motorización, la situación se vuelve peor cada año, afectando a la población en general.

1.2.1 Problema

¿Cómo influye un estudio de tráfico para la intervención en puntos conflictivos de tráfico vehicular y peatonal y que alternativas deben plantearse para alcanzar el propósito de mejorar significativamente la circulación, la seguridad y la accesibilidad urbana en las principales zonas comerciales de la Ciudad de Bermejo?

1.3 Justificación de la investigación

En la ciudad de bermejo se tuvo un incremento notable tanto en su población como en el aspecto socio económico y por supuesto en lo referido a su parque automotor, según las proyecciones el 2021, haciendo que estos antecedentes planteen la prioridad de proporcionar y dotar de seguridad y comodidad a todos sus habitantes de esta ciudad.

Uno de los parámetros más valiosos con los que cuenta una sociedad es su infraestructura, su sistema vial y sus niveles de servicio. Actualmente la ciudad de Bermejo, cuenta con un gran número de obras de infraestructura vial en construcción: pavimentos rígidos,

enripiados, apertura de calles mejoramiento de sus arterias, por lo cual hacen que las condiciones de circulación vayan mejorando y requiriendo de todos los aditamentos complementarios pero indispensables para la circulación.

La implementación de señalizaciones en las calles, los semáforos en buen funcionamiento y la educación vial en los usuarios será la forma de conseguir un tráfico fluido, seguro y aceptable.

1.4 Hipótesis

El alto flujo vehicular en las principales zonas comerciales de la ciudad de Bermejo reduce la accesibilidad vehicular y peatonal lo que afecta negativamente las ventas en los comercios y también aumenta el riesgo de accidentes durante las horas pico.

Si se realiza un estudio de tráfico vehicular y peatonal nos servirá como prevención y sustento en un análisis de tráfico realizado para conocer los futuros problemas y soluciones.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Estudiar la situación actual de tráfico a través del volumen vehicular y peatonal, mediante los principales parámetros y niveles de servicio del tráfico en las principales arterias comerciales, con el propósito de identificar los puntos críticos de congestión vehicular, para así poder proponer alternativas de solución que mejoren la eficiencia, seguridad y accesibilidad de la Ciudad de Bermejo.

1.5.2 Objetivos específicos

- Describir la situación actual de las calles y avenidas de la Ciudad de Bermejo.
- Elaborar un inventario de la zona de estudio, para la identificación de los puntos que se necesitarán para este estudio de tráfico vehicular y peatonal.
- Realizar aforos correspondientes del tráfico vehicular y peatonal a las horas establecidas teniendo en cuenta el método utilizado para dicho estudio: volumen, velocidad y estacionamientos (como elementos principales).
- Determinar la influencia del flujo peatonal en la evaluación del nivel de servicio según el análisis de tráfico.

- Identificar los tipo de obstáculos que se presentan en las calles y avenidas de la ciudad de Bermejo y explicar las consecuencias principales que se presentan.
- Identificar si existen puntos en los cuales es necesaria la semaforización.
- Determinar la influencia de la coordinación de semáforos en la evaluación del nivel de servicio según el análisis de tráfico.
- Elaborar un inventario de la zona de estudio, para la identificación de los puntos que requieran señalización y el tipo de señal a implementar.
- Elaborar un análisis de los resultados obtenidos para mejorar la circulación vehicular atreves de alternativas de solución.

1.6 Unidades de estudio, decisión muestral y ubicación

1.6.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio es el tráfico vehicular en las zonas comerciales de Bermejo ya que permitirá ver el comportamiento de los vehículos y peatones en las calles de la ciudad, que los usuarios hacen uso para poder transportar sus productos y hacer uso de las diferentes calles con las que cuenta un trazado urbano, con una asignación estable y ordenamiento adecuado se tendrá una movilización del tráfico para que los usuarios puedan transitar sin tener interrupciones o posibles accidentes.

1.6.2 Población

El tráfico en redes urbanas está intervenido por factores que llegarían a ser las velocidades con las que cuentan los vehículos al moverse por las vías, la cantidad de vehículos que pasan por una sección de la vía que llegarían a ser los volúmenes que ocupan las calles de las redes urbanas, generando las demoras en el tráfico e interrupciones a la hora de querer circular rápidamente.

1.6.3 Muestra

Para poder ver el comportamiento del tráfico vehicular en la ciudad es necesario contar con volúmenes que se desarrollan en cada sector de las diferentes calles de la ciudad, las velocidades de circulación de los vehículos que nos permitirán conocer la capacidad de la vía y ver cómo se acomodan los flujos vehiculares en horas críticas para poder soportar la demanda vehicular.

1.6.4 Muestreo

El procedimiento que se realizará para los aforos correspondientes de los parámetros del tráfico, para obtener la información requerida que se necesitara para asignar el tráfico, se realizará tomando datos de muestras en zonas del área urbana donde existan redes más importantes y calles con mayor circulación, mediante el método manual aforando volúmenes de los diferentes vehículos que transitan por dichas calles en las horas pico, así mismo tomando los tiempos de circulación de los vehículos, midiendo las distancias determinadas para poder tener las velocidades con las que transitan.

1.7 Métodos y técnicas empleadas

Uno de los aspectos fundamentales para la elaboración del presente Estudio de Tráfico de la Ciudad de Bermejo son los referidos a la toma de datos: aforos, y, la metodología empleada para conseguirlos.

Estos aforos se tomaron para estimar las características del tráfico: volúmenes, velocidades y estacionamientos.

Los medios para recopilar los datos son los siguientes:

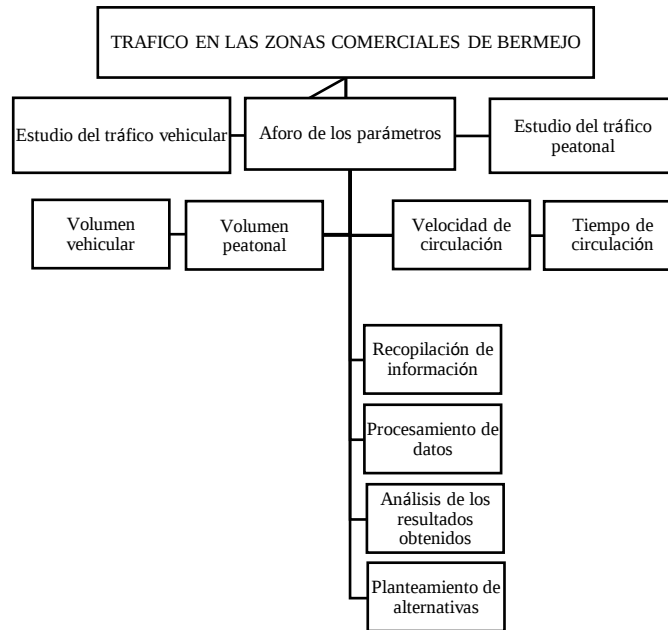
- Imagen satelital: para determinar las ubicaciones de los puntos de aforo permitiendo tener una ubicación exacta de donde partir para realizar la toma de datos correspondientes.
- Reloj o cronómetro: para controlar los intervalos de tiempo en el que se realizarán la recolección de datos.
- Planilla de aforo: es donde se registrará toda la información que se obtiene de la toma de datos.
- Computadora: instrumento en el que se realizará el contenido de este estudio y se procesarán los datos obtenidos.

Se realizaron aforos tres veces al día: mañana, medio día y por la tarde, pero tratando de identificar estas horas con algún fenómeno que ocurre en ese periodo, generalmente horas pico.

Para el presente estudio de tráfico en la ciudad de Bermejo se utilizó el método teórico empírico, debido a que se realizaron observaciones y mediciones dentro del trabajo de campo, mediante los cuales se encontraron los datos necesarios para la realización de este proyecto, además de realizar un análisis y síntesis de la investigación.

1.7.1 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información

FIGURA 1:ANÁLISIS DE INFORMACIÓN PARA EL ESTUDIO DE TRÁFICO



Fuente: Elaboración propia.

1.8 Alcance

Este proyecto tiene un alcance descriptivo y propositivo, ya que se enfoca en evaluar las condiciones actuales del tráfico vehicular y peatonal de las principales zonas comerciales de la ciudad de Bermejo como ser la zona de las chalanas y la zona del mercado bolívar que son los lugares con más afluente vehicular y peatonal, mediante la recolección y análisis de datos así mismo se realizará aforos para estimar las características del tráfico, volumen, velocidades, capacidad y estacionamientos.

Para los parámetros de volúmenes vehiculares y peatonales se realizó la toma de datos (aforos manuales), para la denominada toma de datos en fracciones de hora, bajo la siguiente metodología.

Se efectuó aforos tres días a la semana, dos hábiles y un día no hábil, con el fin de que estos sean representativos de todos los días de la semana; además tres veces al día, mañana, medio día y por la tarde generalmente en las horas pico. Estos aforos se realizarán tres horas al día por fracciones de 1hr. en los puntos establecidos de la zona de estudio.

Para el parámetro de velocidad se efectuó similar modalidad en la forma de toma de datos en fracciones de hora correspondiente a volúmenes, con el objeto de determinar las velocidades de punto en secciones ya definidas con anterioridad.

Para el parámetro de estacionamientos, se realizó aforos correspondientes a las horas de actividad comercial y laboral anotando la cantidad de vehículos estacionados por manzanos lo cual nos determina la demanda de estacionamientos.

En cuanto se refiere a la colocación de los semáforos y señalización se identificó si existen puntos en los cuales es necesaria la implementación de estos parámetros.

Se evaluó el problema de tráfico para poder determinar las soluciones necesarias para la regulación de tráfico vehicular y peatonal dando mayor seguridad al usuario y peatón. En términos de aplicabilidad, los resultados servirán como insumo técnico para autoridades locales o departamentales, y como referencia académica para futuras investigaciones similares.

El estudio no se aplica al comportamiento de barrios aledaños ni cruces con avenidas principales, limitándose al área de estudio de la ciudad en los puntos de intersecciones establecidas anteriormente.

CAPÍTULO II
ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR Y PEATONAL
DE LAS PRINCIPALES ZONAS COMERCIALES DE
LA CIUDAD DE BERMEJO

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE TRAFICO VEHICULAR Y PEATONAL DE LAS PRINCIPALES ZONAS COMERCIALES DE LA CIUDAD DE BERMEJO

2.1 Ingeniería de tráfico

Se define como la rama de la ingeniería que trata del planeamiento, trazado y funcionamiento de las redes viarias, así como de los aparcamientos, terrenos colindantes y zonas de influencia y de su relación con otros medios de transporte. Su objetivo principal es conseguir que la circulación de personas y mercancías, se realice de la forma más segura, eficaz, económica y cómoda.

De forma más concreta la ingeniería de tráfico tiene por objetivo obtener la información, analizar y plantear soluciones sobre la problemática del transporte tomando en cuenta a todos los elementos que intervienen.

Esta definición recoge bien todos los campos que competen a la ingeniería de tráfico, desde las soluciones de pequeños problemas locales, hasta la elaboración de complejos planes de transportes y ha sido aceptada universalmente. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola/1994)

2.1.1 Problema del tráfico

2.1.1.1 Factores que intervienen en el problema de tráfico

Si hacemos una comparación entre los elementos que convergen en el problema de tráfico que son: camino o trazo urbano, vehículo y usuario (conductor y peatón), se puede notar que el problema actual radica en que vehículos cuya tecnología ha avanzado en forma sorprendente, están circulando por caminos o trazos urbanos cuyas características físicas y geométricas ya no están acordes a la necesidad actual y cuyo aumento de usuarios en los centros poblados también ha tenido un índice importante creando mayores necesidades, por lo que se debe encontrar soluciones que traten de equilibrar estos de tal manera que un vehículo moderno pueda transitar por los caminos y trazos urbanos en condiciones aceptables y cuyos usuarios estén satisfechos en sus necesidades.

2.1.1.2. Soluciones del problema

Solución integral

Si a partir de un análisis se comprueba que no existe relación entre los vehículos que actualmente circulen y las carreteras físicamente construidas hace muchos años, una solución integral significaría, retirar toda la parte física y planificar una nueva estructura de acuerdo a las necesidades.

Esta solución por el alto costo que significaría en la mayoría de los casos no es viable, aunque se considera la mejor solución.

Solución parcial de alto costo

Este tipo de solución parte del hecho de mantener lo más posible las condiciones físicas actuales realizando modificaciones parciales que mejoren la circulación vehicular y peatonal como el ensanchamiento de calles y carreteras, modificación de las intersecciones, creación de intersecciones a desnivel, instalar un sistema de semáforos, crear estacionamientos públicos y privados, etc.

Sin embargo, todas estas soluciones requieren fuertes inversiones y por lo tanto es una solución costosa.

Solución parcial de bajo costo

Este tipo de solución se basa en el aprovechamiento máximo de las condiciones físicas existentes tratando de realizar la menor obra física posible, plantear o proyectar lo máximo en cuanto a regulación funcional, el tráfico vehicular y circulación peatonal; entre otras cosas esta solución involucra una readecuación de las normas y reglamentos de tránsito, medidas de educación vial, readecuación del número de carriles y sentidos de circulación, señalización adecuada, aprovechamiento óptimo de las zonas de estacionamiento, etc.

Sin duda por las características de nuestro país económicamente es esta última solución la más viable a la que se debe propender a través de un estudio y análisis a partir de la Ing. Civil. (Víctor Gabriel Valencia Alaix/2007)

2.1.2. Metodología

Para atacar este problema, debemos seguir cuatro pasos sucesivos, que permitirán el planeamiento del mismo, de tal manera que la solución sea lógica y práctica. Los cuatro pasos necesarios serían los siguientes:

- Recopilación de información

- Procesamiento de la información
- Análisis de la información procesada
- Planteamiento de soluciones

Recopilación de información

En esta recopilación de datos son precisamente las estadísticas, los informes oficiales, aforos, mediciones, encuestas relevamiento. Los periodos de recolección de información pueden ser variables sin embargo la recomendación es la siguiente: Si las condiciones operativas y presupuestarias nos dan la posibilidad esta recolección de información debe tener un tiempo de un año considerando todos los días del año esto permitirá tener datos históricos en todas las temporadas del año y en todas las horas del día. En la mayoría de los casos no siempre es posible esta resolución porque demanda muchos recursos económicos y humanos lo más frecuente desde la recolección de la información se realiza periodos menores que pueden ser 3 meses o 1 mes este último como mínimo además de reducir el periodo de recolección en meses también pueden reducirse en días consolidando solo 3 días a la semana, de manera que se tomen 2 días hábiles y 1 no hábil para la recolección de información.

Es también posible reducir las horas de recolección de información dentro de cada día tomando el criterio de las 3 horas pico que serían las principales del día cuya determinación debe realizarse en un trabajo previo durante una semana.

Procesamiento de la información

Una vez que se termine con la recolección de la información para los diferentes estudios que van a englobar el estudio de tráfico, se debe realizar el correspondiente procesamiento de información, dependiendo del tipo de información si son aforos, mediciones, encuestas éstas tendrán que ser procesadas totalmente y apoyado en la herramienta estadística, se harán la depuración correspondientes y se determinaran indicadores de tendencia central, indicadores de desviación e indicadores de probabilísticos.

Análisis de la información procesada

Esta etapa es en la que la ingeniería de tráfico debe establecer las causas técnicas que originan el problema de manera que identificadas las causas se pueda establecer claramente que solución se debe adoptar y a que variable se debe atacar, este resultado

debe salir de un análisis de todos los valores procesados y valores obtenidos de manera que sean el respaldo de la sección a determinar.

Planteamiento de soluciones

Una vez concluido con el análisis el siguiente paso es el planteamiento de la solución o las posibles soluciones que en realidad constituye el logro del objetivo del estudio para ello en ingeniero de tráfico tendrán que basarse en el análisis realizado, en la viabilidad técnica y en la viabilidad económica. (Víctor Gabriel Valencia Alaix/2007)

2.2. Elementos fundamentales del trafico

Con el propósito de estudiar los aspectos operacionales de la Ingeniería de Tránsito, es importante analizar, de manera muy general, los elementos básicos que hacen que se produzcan los flujos de tránsito interactuando entre sí.

Existen 3 elementos básicos que componen la Ingeniería de tráfico que son:

- El usuario
- El vehículo
- La vía o vialidad

2.2.1. Elemento usuario

Es muy importante tener en cuenta el comportamiento del usuario para la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor.

El usuario está relacionado con los peatones y conductores, que son los elementos principales a ser estudiados para mantener el orden y seguridad de las calles y carreteras.

2.2.1.1. El peatón

Se considera como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año de edad hasta más de cien años.

En la mayoría de los casos las calles y carreteras son compartidos por los peatones y vehículos, excepto en la autopista el tráfico de los peatones es prohibido.

Los accidentes sufridos por peatones se deben a que no respetan las zonas destinadas a ellos, ya sea por falta de conocimiento u otro factor. Por lo tanto, se deberá estudiar al peatón no solamente por ser víctima, sino porque también es una de las causas, para la

cual es necesario conocer las características del movimiento de los peatones y la influencia que tienen ciertas características como ser la edad, sexo, motivo de recorrido, etc.

Prácticamente todos somos peatones, por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto. También puede decirse, que el número de peatones en un país casi equivale al censo de la población. La fotografía de la figura ilustra en cierta manera esta afirmación.

La fotografía de la figura 2.4 muestran los semáforos peatonales, los cuales permiten un mejor control para el cruce de peatones en las intersecciones donde el tráfico vehicular es excesivo debido al incremento del automotor.

El peatón no se ha asimilado al medio, en general, aún no ha comprendido lo que significa el transporte automotor. En las actividades comunes del peatón en las calles, en la vida diaria, sigue existiendo una situación anormal.

Esto se nota más específicamente con personas que viene de fuera del medio, como el provinciano que llega a una ciudad, está indeciso en los cruceros esperando un momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y repentinamente trata de cruzar corriendo. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola/1994)

2.3. Parámetros fundamentales de la ingeniería de tráfico

Los parámetros fundamentales del tráfico son aquéllos que se presentan en el problema del tráfico, necesariamente por lo que son necesarios estudiar y saber su comportamiento a nivel de vías urbanas o carreteras.

Los parámetros considerados fundamentales son:

- Volumen de tráfico
- Velocidad de circulación
- Densidad de tráfico

2.3.1. Velocidad

En general, el término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, generalmente expresada en kilómetros por hora (km/h). Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$V = D/T \quad (2.1)$$

Dónde:

V = Velocidad (km/h)

D = Distancia de recorrido (km)

T = Tiempo de circulación (h)

Esta velocidad está bajo control del conductor, porque este es quien determina la distancia y también el tiempo en que se tarda en recorrer dicha distancia. El conductor puede ahorrar tiempo o puede desperdiciarlo.

2.3.2. Principios básicos de la circulación

Medidas de la Circulación

El estado de funcionamiento de cualquier corriente de circulación se define por medio de tres medidas primarias:

- Velocidad.
- Volumen y/o intensidad,
- Densidad.

Calles urbanas

Los conflictos peatonales y las obstrucciones de carriles creadas al detenerse o pararse los vehículos, son típicos de las calles del centro. La función de las calles del centro puede cambiar con la hora del día; algunas calles se convierten en operaciones de tipo arterial durante las horas pico de tráfico.

2.3.3. Factores que influyen en el flujo

El entorno de la calle incluye las características geométricas de la instalación, el carácter de la actividad en el borde de la carretera y los usos de la tierra adyacentes. El entorno refleja el número y ancho de carriles, el tipo de mediana, la densidad del camino de acceso/punto de acceso, el espacio entre intersecciones señalizadas, la existencia de estacionamiento, el nivel de actividad peatonal y el límite de velocidad.

La interacción entre vehículos está determinada por la densidad del tráfico, la proporción de camiones y autobuses y los movimientos de giro. Esta interacción afecta la operación de los vehículos en las intersecciones y, en menor medida, entre las señales.

El control del tráfico (incluidas las señales y los letreros) a una parte de todos los vehículos a frenar o detenerse.

2.3.4. Factor de hora pico

El factor de hora pico (FHP), se expresa como la relación que siempre será igual o menor que la unidad, entre la cuarta parte del volumen de tránsito durante la hora pico y el volumen mayor registrado durante el lapso de quince minutos dentro de dicha hora pico. Para condiciones congestionadas 0.92 y para flujo uniforme a lo largo de la hora pico 0.88 es una estimación razonable de PHF.

2.3.5. Duración del periodo de análisis

El período de análisis típico es 15 minutos, sin embargo, si la demanda crea una cola residual para el período de análisis de 15 minutos (es decir, v/c mayor que 1.00), el analista debe considerar el uso de periodos de análisis múltiples o un periodo de análisis más largo para mejorar la estimación del retraso.

2.3.6. Factores del estudio de tráfico vehicular

2.3.6.1. Volumen

Se define como volumen de tráfico a la cantidad de vehículos que circulan en una carretera o calle en un periodo de tiempo determinado que normalmente se toma una hora, un día dando origen a un nuevo concepto de tránsito diario y tránsito horario respectivamente.

2.3.6.2 Tránsito promedio diario (TPD)

Es la cantidad de vehículos que circulan por una sección en un periodo de tiempo definido de un día, recibe la denominación de promedio cuando se hace un estudio por un tiempo mayor a un mes donde se repiten necesariamente los mismos días y aún más cuando el estudio se va a realizar durante un periodo de un año o más, este valor viene a representar el TPD anual (TPDA).

Si bien el concepto de TPD se estableció para estudios cuyo tiempo iba a ser de un año, en la práctica se han dado que normalmente para proyectos específicos de carreteras, aperturas de calles, ampliación de avenidas, etc. Se realicen estudios de volúmenes en periodos cortos menores a un año que sean igualmente significativos en sus valores.

Tránsito promedio horario (TPH)

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el TPH, ese valor es mucho más sensible que el

TPD, es decir el TPH nos puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuales son las horas de mayor volumen u horas pico, cuales las de menor volumen u horas de baja intensidad, etc. El TPH tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico, sin embargo, dado la posibilidad de que ese valor sea máximo solo se presente en pocas horas durante el día hacen que no sea un valor recomendable para el diseño.

2.3.7. Estacionamiento

Se define como estacionamiento al área o superficie destinadas a la ocupación por parte de vehículos en un determinado tiempo que pueden estar ubicadas dentro o fuera de la vía.

Causas del estacionamiento

El detener un vehículo ya sea momentánea o en forma permanente se debe a diferentes causas que de acuerdo a estudios realizados normalmente los más usados son:

- Comerciales
- Laborales
- De negocios
- De diversión

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

Oferta y demanda en estacionamiento dentro de la vía

El objetivo fundamental dentro del estudio de este ya sea para una vía, o zona o en conjunto para todo el trazo urbano es la determinación de la oferta de estacionamiento y la demanda del mismo y a partir de estos dos elementos tratar de encontrar un equilibrio entre ambos. (Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola/1994)

2.4. Semaforización

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

Los semáforos son señales luminosas que controlan la circulación del tráfico y el paso de peatones que cruzan las calzadas. Los semáforos se encuentran principalmente en las intersecciones de calles en zonas urbanas, donde el continuo tránsito de vehículos y peatones debe ser coordinado.

La finalidad de los semáforos es detener y dar vía libre a vehículos y peatones a diferentes tiempos y en diferentes direcciones.

- Tipos de semáforos
- Semáforos vehiculares
- Tipos de semáforos vehiculares
- Semáforos de tiempo fijo

Se utilizan en intersecciones donde el flujo de tránsito es relativamente estable, que no ocasionen demoras o congestionamientos excesivos. Por su sencillez este tipo de semáforos ha sido hasta ahora el más utilizado en las zonas urbanas, especialmente cuando se emplean varios semáforos próximos entre sí.

El costo del equipo de tiempo fijo es menor que la del equipo accionado por el tránsito y su conservación es más sencilla.

2.4.1 Semáforos accionados por el tráfico

Estos semáforos reciben información del número de vehículos que llegan por los accesos a través de detectores que se instalan en dichos accesos. Teniendo en cuenta las intensidades de tráfico, el regulador del semáforo decide si debe o no cambiar la fase.

Los semáforos accionados por el tráfico son ideales para intersecciones en carreteras.

2.4.2 Semáforos con control centralizados

Estos tipos de semáforos reciben órdenes de un ordenador central, que es el encargado de controlar todos los semáforos de una zona, el cual recibe información del tráfico por medio de detectores colocados en lugares estratégicos y decide lo que conviene realizar en cada momento. Son utilizados en grandes zonas urbanas.

2.4.3 Semáforos peatonales

Los semáforos que controlan el paso de peatones son de forma rectangular y tienen dos luces solamente.

En la parte superior tienen escrita la palabra ALTO de color rojo, que prohíbe a los peatones cruzar la calzada y en la parte inferior tienen escrita la palabra SIGA de color verde, que les permite cruzar la calzada.

2.4.4 Significado de los colores

FIGURA 2: SIGNIFICADO DE LOS COLORES



Fuente: Libro guía de ingeniería de tránsito.

El color rojo significa que tanto los vehículos como los peatones que se encuentran frente a un semáforo con luz roja deberán detenerse y esperar que la luz cambie a color verde antes de proseguir su marcha.

El color verde significa que tanto los vehículos como los peatones que se encuentran frente a un semáforo con luz verde pueden continuar su marcha sin detenerse.

El color amarillo significa precaución y este prendido durante unos segundos de transición entre la luz verde y roja. (Juan Gabriel Tapia Arandia/2006)

2.5. Señalización

Definimos a la señalización como un componente metodológico dentro de la ingeniería de tráfico cuyo objetivo es que a través de las señales se mejore la circulación vehicular y peatonal en un trazo urbano o en carreteras.

2.5.1 Señalización horizontal

Consiste en marcas pintadas sobre la superficie del pavimento o con elementos que sobresalen muy poco de este pavimento.

Significado de formas y colores

Las marcas se clasifican por su forma y color en tres grupos diferentes:

- Prohibición
- Indicación
- Peligro

Las rayas de color amarillo pintadas sobre el pavimento en forma continua, significan una prohibición; ningún vehículo deberá rebasar o cruzar estas rayas.

Las rayas de color blanco pintadas sobre el pavimento en forma continua o discontinua significan una indicación. Los vehículos podrán rebasar o cruzar una raya discontinua en caso de adelantamiento o cambio de carril, debiendo abstenerse de rebasar o cruzar las rayas continuas, excepto cuando estas están colocadas a través de la calzada, indicando una precaución.

Las rayas de color blanco pintadas sobre el pavimento en forma oblicua significan peligro. Los vehículos podrán continuar su marcha, pero el conductor deberá tomar precaución para detectar el peligro existente que se aproxima.

2.5.2 Señalización vertical

Es aquella que está colocada en postes verticales sobre la superficie del pavimento en lugares adecuadamente ubicados.

2.5.3 Significado de formas y colores

Es fácil diferenciar los grupos de señales por su forma y color. Las formas de las señales son circulares, cuadradas y rectangulares y sus colores son rojo, amarillo, azul y verde.

Las señales compuestas básicamente por una orla circular roja significan una restricción o prohibición y pertenecen al grupo de las señales restrictivas. Las señales de PARE y ceda el paso son las únicas señales restrictivas que tienen forma distinta para resaltar su importancia.

2.6. Capacidad

La capacidad en una intersección con semáforo se define para cada acceso, como la tasa de flujo máxima que puede pasar a través de la intersección bajo condiciones prevalecientes del tránsito, de la calle y del semáforo. Esta medida en vehículos por hora (veh/h), para intervalos pico de 15 minutos.

Para el análisis de la capacidad se debe calcular:

- La relación volumen a capacidad (v/c) para movimientos críticos para carriles simples o grupos de carriles en todo el acceso. Esta relación se determina para un intervalo pico de 15 minutos, donde “v” es el flujo actual del acceso o grupo de carriles y “c” es la capacidad.
- El flujo de saturación (s) en unidades de vehículos por hora de luz verde (veh/hv), esto quiere decir para un 100% del tiempo verde efectivo en un acceso o grupo de carriles dado.
- La relación de flujo para un acceso o grupo de carriles “i”, (v/s).

2.7. Velocidad

Se define como velocidad a la relación que existe entre una distancia que se recorre y el tiempo en que se tarda en recorrer.

2.7.1 Velocidad de punto

Se define como velocidad de punto aquella que se obtiene en una sección de carretera o calle cuyo intervalo de intervalo de distancia esta previamente definido, siendo usuales la utilización de distancias de 50, 75 y 100 mts.

La característica principal de este tipo de velocidad es que en las distancias definidas se toma al vehículo que va a recorrerla en un flujo libre sin interferencia de demoras.

La determinación de velocidades de punto dentro del estudio de ingeniería de tráfico nos permite definir las velocidades medias de circulación en zonas urbanas y las velocidades

de circulación en carreteras. Mayor uso en zonas urbanas cuyo estudio puede realizarse en áreas definidas en flujos direccionales o en todo el trazo urbano.

2.7.2 Velocidad de recorrido total

La velocidad de recorrido total es aquella que se define como la distancia que se recorre en un tramo definido y el tiempo que se tarda en recorrer, tiempo que influye en la circulación y las demoras, normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez de tráfico, cuanto mayor la velocidad de recorrido total mayor la fluidez, cuanto menor la velocidad de recorrido total mayor el congestionamiento del tráfico.

La relación que nos permite determinar la velocidad de recorrido total es la siguiente:

$$VR = dr/(tc+td) \quad (2.2)$$

Dónde:

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

tc = tiempo de circulación (hr)

td = tiempo de demoras (hr)

dr = distancia de recorrido (km.)

2.7.3 Velocidad de marcha o de crucero

Se denomina velocidad de marcha o de crucero a la que se registra como la relación de una distancia de recorrido total sobre el tiempo de circulación del vehículo sin tomar en cuenta el tiempo de demoras, la relación que nos permite determinar la velocidad de crucero es la siguiente:

$$VC = DR / TC \quad (2.3)$$

Dónde:

DR = Distancia de recorrido

TC = Tiempo de circulación

VC = velocidad de crucero

2.8. Plan de aforos

Se denomina aforo al proceso de medir la cantidad de vehículos y/o peatones que pasan por un tramo en una unidad de tiempo.

2.8.1. Métodos de aforo

Método Manual

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

- Composición vehicular
- Flujo direccional y por carriles
- Volúmenes totales

Método automático

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

- Detectores neumáticos
- Contacto eléctrico
- Fotoeléctrico
- Radar
- Fotografías

El estudio sobre volúmenes de tráfico se realizará en treinta intersecciones con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos y peatones, sobre puntos o secciones específicas. Dichos datos se expresarán con relación al tiempo, y de su conocimiento se hará posible el desarrollo de metodologías que permitirán estimar de manera razonable, la calidad del servicio que el sistema presta a los usuarios.

Los aforos a vehículos se realizarán para obtener estimaciones de: volumen y capacidad y los aforos a peatones se realizarán para conocer sus niveles de servicio.

Los aforos volumétricos serán determinados de forma manual teniendo la ventaja de establecer una mejor información es decir que además del número de vehículos se podrá obtener información sobre el tipo de vehículo, características, sentido de

circulación y otros.

Se necesitará la ayuda de varias personas para realizar un buen trabajo y garantizar el mismo.

El aforo volumétrico se realizará con el llenado de una respectiva planilla, en la cual se tendrá los datos del nombre de la calle, la fecha y hora del aforo, del tipo de vehículo, la cantidad y del sentido.

Para determinar las horas pico se realizará un aforo vehicular y peatonal en un periodo comprendido desde horas 2:00 hasta horas 18:00.

El tiempo de realización de estos aforos manuales será según la Norma Boliviana donde nos indica que se debe aforar 7 días continuos en las horas pico, es decir 5 días continuos de la semana en las horas pico, durante un periodo de 15 minutos. En el caso del aforo peatonal se contabilizará a las personas que circulen por las aceras y calles de las intersecciones.

Los aforos vehiculares se clasificarán:

Según su tamaño:

- vehículos livianos
- vehículos medianos
- vehículos pesados

Según sus niveles de servicio:

- vehículos públicos
- vehículos privados

2.9. Intersecciones semaforizadas

La capacidad de una calle urbana se relaciona principalmente con el tiempo del semáforo y las características geométricas de la instalación, así como con la composición del tráfico en la instalación.

2.9.1 Tasa de flujo de saturación

El índice de flujo de saturación es un parámetro básico utilizado para derivar la capacidad, se calcula para cada uno de los grupos de carril establecidos para el análisis.

La tasa de flujo de saturación para las condiciones prevalecientes se puede determinar directamente a partir de la medición de campo y se puede usar como la tasa para el sitio sin ajuste.

2.10. Niveles de servicio

Los niveles de servicio se definen para representar intervalos razonables en el retraso de control.

Nivel de servicio A, describe las operaciones con baja demora de control, hasta 10 s/veh. Este nivel de servicio ocurre cuando la progresión es extremadamente favorable y la mayoría de los vehículos llegan durante la fase verde. Muchos vehículos no se detienen en absoluto. Las longitudes cortas de ciclo pueden tender a contribuir a bajos valores de retardo.

Nivel de servicio B, describe las operaciones con retardo de control superior a 10 y hasta 20 s/veh. Este nivel generalmente ocurre con una buena progresión, ciclos cortos o ambos. Se detienen más vehículos que con el nivel de servicio A, lo que causa mayores niveles de demora. 18

Nivel de servicio C, describe operaciones con retardo de control superior a 20 y hasta 35 s/veh. Estas demoras más altas pueden ser el resultado de una progresión justa, longitudes de ciclo más largas o ambas. Las fallas de ciclo individuales pueden comenzar a aparecer en este nivel. La falla del ciclo ocurre cuando una determinada fase verde no sirve a los vehículos en cola, y se producen desbordamientos. El número de vehículos que se detiene es significativo en este nivel, aunque muchos aún cruzan la intersección sin detenerse.

Nivel de servicio D, describe las operaciones con retardo de control superior a 35 y hasta 55 s/veh. En el nivel de servicio D, la influencia de la congestión se vuelve más notoria. Retrasos más largos pueden resultar de alguna combinación de progresión desfavorable, longitudes de ciclo largas y altas relaciones v/c. Muchos vehículos se detienen, y la proporción de vehículos que no se detiene disminuye. Las fallas individuales del ciclo son notables.

Nivel de servicio E, describe operaciones con retardo de control superior a 55 y hasta 80 s/veh. Estos altos valores de retardo generalmente indican una pobre progresión, largas longitudes de ciclo y altas relaciones v/c. Las fallas individuales del ciclo son frecuentes.

Nivel de servicio F, describe operaciones con retardo de control superior a 80 s/veh. Este nivel, considerado inaceptable para la mayoría de los conductores, a menudo ocurre con la sobresaturación, es decir, cuando las tasas de flujo de llegada exceden la capacidad de los grupos de carriles. También puede ocurrir a altas relaciones v/c con muchas fallas de ciclo individuales. La progresión pobre y las longitudes de ciclo largas también pueden contribuir significativamente a altos niveles de retardo.

Datos de entrada requeridos y valores estimados

La tabla 1 muestra los valores por defecto para los parámetros de entrada en ausencia de datos locales. Así también se debe estimar el flujo de saturación de intersección, se requieren datos de ajuste de flujo de saturación adicionales.

TABLA 1: DATOS REQUERIDOS PARA LAS INTERSECCIONES SEÑALADAS

Predeterminado	
Datos geométricos	
Carriles de vuelta exclusivos	-
Datos de demanda	
Intersección girando movimientos	-
PHF	0.92
Duración del período de análisis	0.25 h
Datos de intersección	
Tipo de control	-
Ciclo	-
Tiempo perdido	-

g/C	-
Tipo de llegada (AT)	3 descoordinado, 4 coordinado
Tiempo de extensión de unidad (UE)	3.0 s
Factor de ajuste de control accionado (k)	0.40 (planificación)
Factor de ajuste de filtrado ascendente (I)	1.00
Tasa de flujo de saturación ajustada	-
Datos de flujo de saturación	
Tasa de flujo de saturación de base	1700 pc / h / ln
Anchos de carril	3.6 m
Vehículos pesados	2%
Grados	0%
Maniobras de estacionamiento	-
Autobús local	-
Peatones	-
Tipo de área	-
Utilización del carril	-

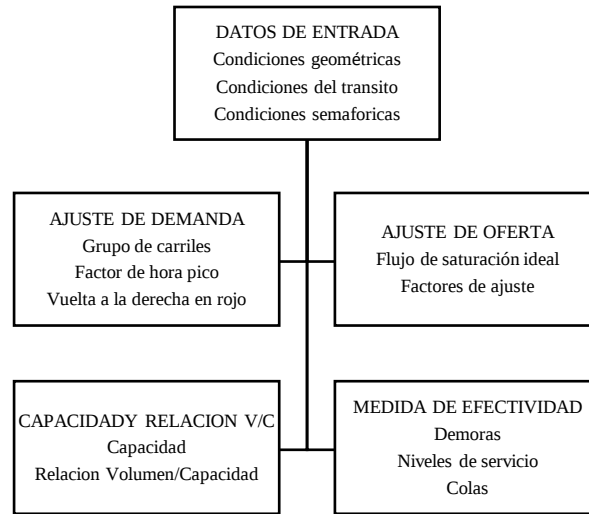
Fuente: HCM 2000, p 10-17.

2.11. Metodología de intersecciones semaforizadas

La junta de investigación de transporte presenta una metodología para el análisis de intersecciones semaforizadas del Manual de Capacidad de Carreteras. A continuación, se detalla el procedimiento empleado por el HCM 2000.

2.11.1. Metodología para el análisis de intersecciones semaforizadas

FIGURA 3: ANÁLISIS DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS.



Fuente: HCM 2000.

2.12. Niveles de servicio

El promedio de demora de control por vehículo se estima para cada grupo de carril y se agrega para cada enfoque y para la intersección como un todo. Los Niveles de Servicio están directamente relacionados con el valor de retardo de control. Los criterios se enumeran en la siguiente tabla.

TABLA 2: CRITERIOS PARA LAS INTERSECCIONES SEÑALADAS

Niveles de servicio	Retardo de control por vehículo (s/veh)
A	≤ 10
B	$> 10-20$
C	$> 20-35$
D	$> 35-55$
E	$> 55-80$
F	> 80

Fuente: HCM 2000, p 16-2.

2.13. Determinación de la tasa de flujo

Los volúmenes de demanda se proporcionan mejor como tasas de flujo promedio (en vehículos por hora) para el período de análisis. Aunque los períodos de análisis son generalmente de 15 minutos de duración, los procedimientos permiten cualquier período de tiempo para ser utilizado.

Un caudal máximo de 15 minutos se deriva de un volumen por hora dividiendo los volúmenes de movimiento por un factor de hora pico (FHP) apropiado, que puede definirse para la intersección como un todo, para cada aproximación, o para cada movimiento. El caudal se calcula utilizando la ecuación siguiente.

$$V_p = \frac{V}{FHP} \quad (2.5)$$

Dónde:

V_p = tasa de flujo durante el período máximo de 15 minutos (veh/h)

V = volumen por hora (veh/h)

FHP = factor de hora pico.

2.13.1 Determinación de la tasa de flujo de saturación

La tasa de flujo de saturación para cada grupo de carriles se calcula de acuerdo con la ecuación 5.

El índice de flujo de saturación es el flujo en vehículos por hora que puede ser acomodado por el grupo de carril suponiendo que la fase verde se mostró el 100 % del tiempo (es decir, $g/C = 1.0$).

$$S = S_o * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb} \quad (2.6)$$

Dónde:

S = índice de flujo de saturación para el grupo de carril sujeto, expresado como un total para todas las pistas en el grupo de carril (veh/h)

S_o = tasa de flujo de saturación base por carril (veh/h/carril);

N = número de carriles en el grupo de carriles

f_w = factor de ajuste para el ancho del carril

f_{HV} = factor de ajuste para vehículos pesados en el flujo de tráfico

f_g = factor de ajuste para el grado de aproximación

f_p = factor de ajuste para la existencia de un carril de estacionamiento y actividad de estacionamiento adyacente al grupo de carril

f_{bb} = factor de ajuste para el efecto de bloqueo de los autobuses locales que se detienen dentro del área de intersección

f_a = factor de ajuste para el tipo de área

f_{LU} = factor de ajuste para la utilización del carril

f_{LT} = factor de ajuste para giros a la izquierda en el grupo de carriles

f_{RT} = factor de ajuste para giros a la derecha en el grupo de carriles

f_{Lpb} = factor de ajuste peatonal para los movimientos de giro a la izquierda

f_{Rpb} = factor de ajuste peatonal-bicicleta para los movimientos de giro a la derecha. El HCM recomienda un valor por defecto para la tasa de flujo de saturación ideal (carriles de 3.6 m, pendiente de 0%, mismo tipo de vehículos, sin estacionamientos ni giros, etc.) de 1900 vehículos livianos por hora por carril (veh/h/carril).

2.13.2 Ajuste para el ancho del carril (f_w)

El factor de ajuste del ancho de carril, explica el impacto negativo de carriles estrechos en la velocidad de flujo de saturación y permite un mayor caudal en carriles anchos. Los anchos de carril estándar son de 3.6 m

2.13.3 Ajuste para vehículos pesados y grado (f_{HV})

El factor de vehículos pesados representa el espacio adicional ocupado por estos vehículos y la diferencia en las capacidades operativas de los vehículos pesados en comparación con los automóviles de pasajeros. El equivalente del automóvil de pasajeros utilizado para cada vehículo pesado es de unidades de 2.0 pasajeros y se refleja en la fórmula.

2.13.4 Ajuste para el grado de aproximación (f g)

El factor de grado explica el efecto de las calificaciones en el funcionamiento de todos los vehículos.

2.13.5 Ajuste para el estacionamiento (fp)

El factor de ajuste de estacionamiento, explica el efecto de fricción de un carril de estacionamiento en el flujo en un grupo de carril adyacente, así como también el bloqueo ocasional de un carril adyacente por vehículos que entran y salen de espacios de estacionamiento. Se supone que cada maniobra (ya sea dentro o fuera) bloquea el tráfico en el carril al lado de la maniobra de estacionamiento durante un promedio de 18 s.

2.13.6 Ajuste para bloqueo de bus (fbb)

El factor de ajuste del bloqueo del autobús, explica los impactos de los autobuses de tránsito locales que detienen la descarga o recogen pasajeros en una parada de autobús lateral o lateral lejano a 75 m de la línea de parada. Este factor solo se debe usar cuando los autobuses bloqueen el flujo de tráfico en el grupo de carril del sujeto. Si existen más de 250 autobuses por hora, se debe usar un límite práctico de 250.

2.13.7 Ajuste por tipo de área (fa)

El factor de ajuste del tipo de área, explica la ineficiencia relativa de las intersecciones en los distritos comerciales en comparación con las de otros lugares.

El uso de este factor debe determinarse caso por caso. Este factor no se limita a las áreas designadas del distrito comercial central, ni será necesario usarlo para todas las áreas del distrito comercial central. En cambio, este factor debe usarse en áreas donde el diseño geométrico y los flujos de tráfico o peatones, o ambos, son tales que los avances del vehículo se incrementan significativamente hasta el punto donde la capacidad de la intersección se ve afectada negativamente.

2.13.8 Ajuste para la utilización del carril (fLU)

El factor de ajuste de utilización del carril, explica la distribución desigual del tráfico entre los carriles en un grupo de carriles con más de un carril. El factor proporciona un ajuste al índice de flujo de saturación base. El factor de ajuste se basa en el flujo en el carril con el volumen más alto.

2.13.9 Ajuste para giro a la derecha (fLT)

Los factores de ajuste de giro a la derecha, están destinados principalmente a reflejar el efecto de la geometría. Se usa un factor de bloqueo de peatones y bicicletas para reflejar el volumen de peatones y bicicletas que usan el cruce de peatones en conflicto.

El factor de giro a la derecha es 1.0 si el grupo de carril no incluye ningún giro a la derecha.

2.13.10 Ajuste para giros a la izquierda (fRT)

El factor de ajuste de giro a la izquierda, se basa en variables similares a las del factor de ajuste de giro a la derecha, que incluye

- - Si los giros a la izquierda están hechos de carriles exclusivos o compartidos
- - Tipo de eliminación gradual (protegido, permitido o protegido más permitido)
- - Proporción de vehículos que giran a la izquierda utilizando un grupo de carril compartido
- - Flujo opuesto cuando se permiten giros a la izquierda.

Se proporciona un factor adicional para el bloqueo de peatones, basado en los volúmenes de los peatones.

2.13.11 Ajuste para peatones y ciclistas (fRpb)

El procedimiento para determinar el factor de ajuste peatón-bicicleta de giro a la izquierda, y el factor de ajuste peatón-giro de giro a la derecha se detalla en el apéndice D del capítulo 16 del HCM 2000.

TABLA 3: FACTORES DE AJUSTE PARA LA TASA DE FLUJO DE SATURACIÓN

Factor	Fórmula	Definición de Variables	Observaciones
Ancho de carril	$f_w = 1 + \frac{(W - 3.6)}{9}$	W= ancho de carril	$W \geq 2.4$ If $W > 4.8$ puede considerarse para dos carriles de análisis

Vehículos pesados	$f_{HV} = \frac{100}{100 + \%HV(E_T - 1)}$	%HV=% de vehículos pesados-grupo de carriles	$E_T = 2.0$ v veh equivalente/HV
Pendiente	$f_g = 1 - \frac{\%G}{200}$	%G=%pendiente en el acceso-grupo de carriles	$-6 \leq \% G \leq +10$ negativo para cuesta abajo
Parqueos	$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N}$	N= número de carriles por grupo N_m= número de maniobras de parqueo/hora	$0 \leq N \leq 180$ $f_p \geq 0.050$ $f_p = 1.000$ sin parqueos
Bloqueo de buses	$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N}$	N= número de carriles en el acceso N_B= número de parada de buses/hora	$0 \leq N_B \leq 250$ $f_{bb} \geq 0.050$
Tipo de área	$f_a = 0.900$ en CBD $f_a = 1.000$ en otras áreas	CBD= Centro de negocios	
Utilización de carril	$f_{LU} = V_g / (V_{g1} N)$		

		V_g= proporción de flujo de demanda sin ajustar para el grupo de carriles veh/h V_{g1}= proporción de flujo de demanda sin ajustar en el carril único con el volumen más alto en el grupo de carriles, veh/h	
Giros Izquierdos	Fase protegida Carril exclusivo $f_{LT} = 0.95$ Carril compartido $f_{LT} = \frac{1}{1.0} + 0.05P_{LT}$	P_{LT}= proporción de giros izquierdos en el grupo de carriles	
Giros Derechos	Carril exclusive $f_{RT} = 0.85$ Carril compartido $f_{RT} = 1.0 - (0.15)P_{RT}$ Carril único $f_{RT} = 1.0 - (0.135)P_{RT}$	P_{RT}= proporción de giros derechos en el grupo de carriles	$f_{RT} \geq 0.050$
Bloqueo por peatones y bicicletas	Ajuste giro izquierdo $f_{Lpb} = 1.0 - P_{LT}(1 - A_{pbT})(1 - P_{LTA})$	P_{LT}= proporción de giros izquierdos en el grupo	

	Ajuste giro derecho $f_{Rpb} = 1.0 - P_{RT}(1 - A_{pbT})(T - P_{RTA})$	A_{pbT} = ajuste en la fase permitida P_{LTA} = proporción de giro izquierdo de la fase protegida sobre el total de verde del grupo P_{RT} = proporción de giro derecho en el grupo de carriles P_{RTA} = proporción de giro derecho de la fase protegida sobre el verde total	
--	---	--	--

Fuente: HCM 2000, p 16-11.

2.14. Determinación de la capacidad y la relación V/C

2.14.1 Capacidad

La capacidad en las intersecciones señalizadas se basa en el concepto de flujo de saturación y tasa de flujo de saturación. La capacidad de un grupo de carriles determinado puede establecerse como se muestra en la siguiente ecuación:

$$C_i = S_i \frac{g_i}{C} \quad (2.7)$$

Dónde:

C_i = capacidad del grupo de carril i (veh / h)

S_i = tasa de flujo de saturación para el grupo de carril i (veh / h)

g_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carril i (s)

C = longitud del ciclo de semáforo.

g_i / C = relación verde efectiva para el grupo de carriles i.

Relación v/c

La relación de velocidad de flujo a capacidad (v/c), a menudo llamada relación de volumen a capacidad, recibe el símbolo X en el análisis de intersección. Por lo general, se lo conoce como grado de saturación. Para un grupo de carriles dado i, X_i se calcula usando la ecuación 2.8.

$$X_i = \left(\frac{v}{c}\right)_i = \frac{v_i}{s_i \left(\frac{g_i}{C}\right)} = \frac{v_i * C}{s_i * g_i} \quad (2.8)$$

Dónde:

$X_i = (v / c)_i$ = razón para el grupo de carril i,

v_i = tasa de flujo de demanda real o proyectada para el grupo de carril i (veh / h)

s_i = tasa de flujo de saturación para el grupo de carril i (veh / h),

g_i = tiempo verde efectivo para el grupo de carril i (s), y

C = longitud (es) del ciclo.

2.14.2 Determinación del retraso

Los valores derivados de los cálculos de retardo representan el retraso de control promedio experimentado por todos los vehículos que llegan en el período de análisis, incluidos los retrasos incurridos más allá del período de análisis cuando el grupo de carril está sobresaturado.

El promedio de demora de control por vehículo para un grupo de carril dado viene dado por la ecuación 2.9.

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (2.9)$$

Dónde

d = retraso de control por vehículo (s/veh)

d1 = retardo de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh)

PF = factor de ajuste de progresión de retardo uniforme, que toma en cuenta los efectos de la progresión de la señal

d2 = retardo incremental para tener en cuenta el efecto de llegadas aleatorias y colas de sobresaturación (s/veh)

d3 = retraso inicial de la cola, que representa el retraso de todos los vehículos en el período de análisis debido a la cola inicial al inicio del período de análisis (s/veh)

2.14.3 Factor de ajuste de progresión

La buena progresión de la señal dará como resultado una alta proporción de vehículos que lleguen en verde. La progresión pobre de la señal dará como resultado una baja proporción de vehículos que lleguen en verde. El factor de ajuste de progresión, PF, se aplica a todos los grupos de carriles coordinados, incluidos el control prefijado y los grupos de carriles no activados en sistemas de control semiactivos. El valor de PF puede determinarse usando la Ecuación 2.10.

$$PF = \frac{(1-P)*f_{PA}}{1-(\frac{g}{C})} \quad (2.10)$$

Dónde:

PF = factor de ajuste de progresión,

P = proporción de vehículos que llegan en verde,

g/C = proporción de tiempo verde disponible, y

fPA= factor de ajuste suplementario para el pelotón que llega durante el verde.

2.14.4 Retraso uniforme

La ecuación 2.11 da una estimación de la demora suponiendo llegadas uniformes, flujo estable y ninguna cola inicial. Se basa en el primer término de la formulación de demora de Webster y es ampliamente aceptado como una descripción precisa de la demora para el caso idealizado de llegadas uniformes. Tenga en cuenta que los valores de X más allá de 1.0 no se utilizan en el cálculo de d1.

$$d_1 = \frac{0.5C*(1-\frac{g}{C})^2}{1-\left[\min(1,X)*\frac{g}{C}\right]} \quad (2.11)$$

Dónde:

d_1 = retardo de control uniforme asumiendo llegadas uniformes (s/veh).

C = longitud de ciclo; longitud de ciclo empleada en semáforos con controladores.

g = tiempo verde efectivo para grupo de carril (s), tiempo verde utilizado en semáforos con controladores de tiempo fijo.

X = relación v/c o grado de saturación para el grupo de carriles.

2.14.5 Retraso incremental

La ecuación 2.12 se usa para estimar el retraso incremental debido a llegadas no uniformes y fallas cíclicas temporales (retardo aleatorio) así como a la demora causada por períodos prolongados de sobresaturación (retardo de sobresaturación). Finalmente, el término de retardo incremental es válido para todos los valores de X , incluidos los grupos de carriles altamente sobresaturados.

$$d_2 = 900T \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX}{cT}} \right] \quad (2.12)$$

Dónde:

d_2 = retardo incremental para tener en cuenta el efecto de las colas aleatorias y de sobresaturación, ajustadas para la duración del período de análisis y el tipo de control de la señal (s/veh)

T = duración del período de análisis (h)

k = factor de retardo incremental que depende de la configuración del controlador

I = factor de ajuste de filtrado / medición aguas arriba

c = capacidad del grupo de carriles (veh/h)

X = relación v / c del grupo de carriles o grado de saturación.

2.14.6 Retraso de cola inicial

Cuando una cola residual de un período de tiempo anterior causa una cola inicial al comienzo del período de análisis (T), los vehículos que llegan en el período experimentan un retraso adicional ya que la cola inicial debe despejar primero la intersección.

Este procedimiento también se extiende para analizar el retraso en múltiples períodos de tiempo, cada uno con una duración T, en el que una demanda no satisfecha puede ser transportada de un período a otro. Si este no es el caso, se usa un valor de cero para d3.

La demora de cola inicial se podrá calcular mediante la ecuación 2.13.

$$d_3 = \frac{1800Q_b(1+u)t}{cT} \quad (2.13)$$

Dónde:

Qb = cola inicial al inicio del período T (veh)

c = capacidad ajustada del grupo de carriles (veh/h)

T = duración del período de análisis (h)

t = duración de la demanda no satisfecha en T (h)

u = parámetro de retraso.

2.15. Intersecciones no semaforizadas

Las intersecciones sin semáforos constituyen la inmensa mayoría de las intersecciones a nivel de cualquier sistema viario. En este caso se estudiará las intersecciones de parada total.

2.15.1 Características de las intersecciones de parada total (AWSC)

Las intersecciones de parada total (AWSC) requieren que cada vehículo se detenga en la intersección antes de continuar. Como cada conductor debe detenerse, el juicio sobre si se debe avanzar hacia la intersección es una función de las condiciones del tráfico en los otros enfoques. Si no hay tráfico presente en los otros accesos, un conductor puede proceder inmediatamente después de que se realiza la parada. Si hay tráfico en uno o más

de los otros enfoques, el conductor procede solo después de determinar que no hay vehículos actualmente en la intersección y que es el turno del conductor para proceder.

2.15.2 Flujo en intersecciones de parada total (AWSC)

Las observaciones de campo indican que las intersecciones de parada total (AWSC) operan en un patrón de dos fases o de cuatro fases, basándose principalmente en la complejidad de la geometría de intersección. Los flujos están determinados por un consenso de derecho de paso que alterna entre las corrientes norte-sur y este-oeste (para un enfoque de carril único) o continúa a cada enfoque de intersección (para una intersección de aproximación de varios carriles).

Si el tráfico está presente solo en el enfoque del sujeto, los vehículos salen tan rápido como los conductores individuales pueden acelerar y despejar con seguridad la intersección.

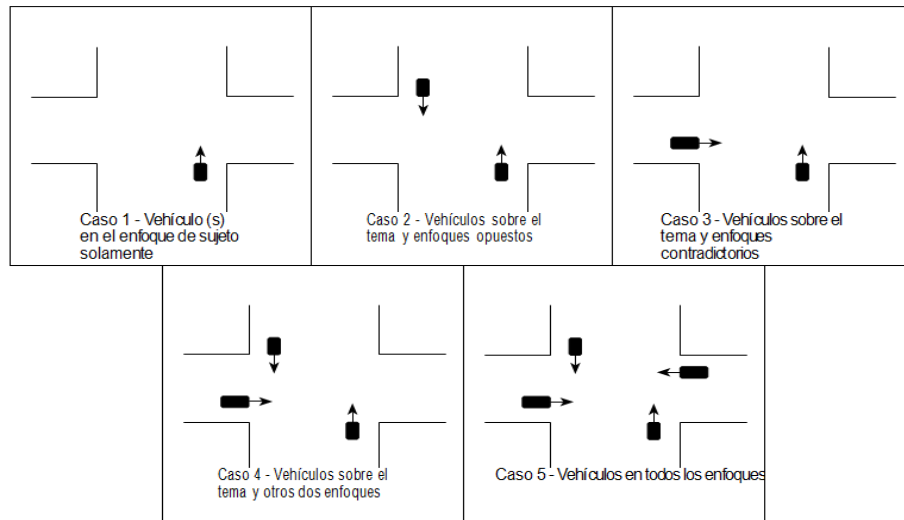
Si el tráfico está presente en los otros enfoques, así como en el enfoque sujeto, el avance de saturación en el enfoque sujeto aumentará un poco.

En el Caso 2, se introduce cierta incertidumbre con un vehículo en el enfoque opuesto

En el Caso 3, los vehículos en uno de los enfoques conflictivos restringen aún más la tasa de salida de vehículos en el enfoque sujeto

En el caso 4, dos vehículos están esperando enfoques opuestos o conflictivos. Cuando todos los enfoques tienen vehículos como en el Caso 5, los avances de saturación son incluso más largos que en los otros casos.

FIGURA 4: CASOS DE ANÁLISIS PARA LAS INTERSECCIONES DE PARADA TOTAL.



Fuente: HCM 2000, p 10-30.

2.15.3 Metodología de las intersecciones de parada total

Los criterios de nivel de servicio se dan en la tabla 2.4. Los criterios para las intersecciones de parada total (AWSC) tienen diferentes valores de umbral que los de las intersecciones señalizadas principalmente porque los conductores esperan diferentes niveles de rendimiento de distintos tipos de instalaciones de transporte. La expectativa es que una intersección señalizada esté diseñada para transportar mayores volúmenes de tráfico que una intersección de parada total (AWSC). Por lo tanto, es aceptable un mayor nivel de retardo de control en una intersección señalizada para el mismo nivel de servicio.

TABLA 4: CRITERIOS DE NIVEL DE SERVICIO PARA INTERSECCIONES AWSC.

Criterios de nivel de servicio para intersecciones AWSC	
Nivel de servicio	Retardo de control (s / veh)
A	0-10
B	>10-15
C	>15-25

D	>25-35
E	>35-50
F	>50

Fuente: HCM 2000.

2.16. Peatones

- El índice de flujo peatonal es la cantidad de peatones que pasa un punto por unidad de tiempo.
- El flujo peatonal por unidad de ancho es el flujo promedio de peatones por unidad de ancho de pasarela efectivo (p/min/m).
- La densidad de peatones es la cantidad promedio de peatones por unidad de área, expresada como peatones por metro cuadrado (p/m²).
- El espacio peatonal es el área promedio proporcionada para cada peatón en una zona de paso o de espera,
- Pelotón se refiere a una cantidad de peatones que caminan juntos en un grupo

2.16.1 Principios del flujo peatonal

Las medidas relacionadas específicamente con el flujo peatonal incluyen la capacidad de cruzar una corriente de tránsito peatonal, caminar en la dirección contraria de un flujo peatonal importante, maniobrar generalmente sin conflictos y cambios en la velocidad de marcha, y la demora experimentada por los peatones en semaforización y no semaforización de intersecciones.

Factores ambientales adicionales que contribuyen a la experiencia de caminar y por lo tanto al nivel de servicio percibido son la comodidad, conveniencia, seguridad y economía del sistema de pasarelas. Los factores de confort incluyen la protección contra el clima, el control del clima, las salas recreativas, los refugios de tránsito y otras comodidades para peatones. Los factores de comodidad incluyen las distancias para caminar, la franqueza de la ruta, las pendientes, las rampas de las aceras, la señalización direccional, los mapas de directorios y otras características que facilitan y simplifican el desplazamiento de los peatones.

La seguridad es proporcionada por la separación de peatones del tráfico vehicular en el mismo plano horizontal.

A medida que el volumen y la densidad aumentan, la velocidad de los peatones disminuye. A medida que aumenta la densidad y disminuye el espacio para peatones, disminuye el grado de movilidad del peatón individual, al igual que la velocidad promedio de la corriente peatonal.

2.16.2 Relaciones de Flujo-Densidad

La relación entre densidad, velocidad y flujo para peatones es similar a la de las corrientes de tráfico vehicular, y se expresa en la ecuación 2.14.

$$v_{ped} = S_{ped} * D_{ped} \quad (2.14)$$

Dónde:

v_{ped} = caudal unitario (p/min/m),

S_{ped} = velocidad de peatones (m/min)

D_{ped} = densidad peatonal (p/m²).

La variable de flujo en esta expresión es el flujo de ancho de unidad, definido anteriormente. Una expresión alternativa, más útil, usa el recíproco de densidad o espacio, de la siguiente manera:

$$v_{ped} = \frac{S_{ped}}{M} \quad (2.15)$$

Dónde:

M = espacio peatonal (m²/p).

A medida que el espacio se reduce a menos de 0,4 m²/p, la velocidad de flujo disminuye precipitadamente. Todo movimiento se detiene efectivamente en la asignación mínima de espacio de 0.2 a 0.3 m²/p.

2.17 NIVELES DE SERVICIO

2.17.1 Nivel de servicio A

Espacio peatonal $>5.6 \text{ m}^2/\text{p}$ Flujo $\leq 16 \text{ p/min/m}$

En una acera con nivel de servicio A, los usuarios se mueven en condiciones ideales sin interferencias debido a otros peatones, estos prácticamente caminan en la trayectoria que desean, sin verse obligados a modificarla por la presencia de otros peatones. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre personas son poco probables. (Transportation research board (2000). Highway capacity manual 2000, washington d.c.: transportation research board, national research council.)

FIGURA 5: NIVEL DE SERVICIO A.



Fuente: HCM 2000.

2.17.2 Nivel de servicio B

Espacio peatonal $>3.7- 5.6 \text{ m}^2/\text{p}$ Flujo $\leq 16 - 23 \text{ p/min/m}$.

En el nivel de servicio B, los usuarios se mueven en condiciones ideales sin interferencias debido a otros peatones. Las velocidades de marcha son elegidas libremente y los conflictos entre peatones son improbables.

FIGURA 6 : NIVEL DE SERVICIO B.



Fuente: HCM 2000.

2.17.3 Nivel de servicio C

Espacio peatonal $>2.2-3.7 \text{ m}^2/\text{p}$ Flujo $\leq 23 - 33 \text{ p/min/m}$

En el nivel de servicio C, el espacio es suficiente para velocidades de marcha normales y para sobrepasos sobre otros peatones en la dirección principal. El movimiento en dirección contraria o la realización de cruces, pueden causar pequeños conflictos, lo que hará que las velocidades y flujos sean un poco menores.

FIGURA 7: NIVEL DE SERVICIO C.



Fuente: HCM 2000.

2.17.4 Nivel de servicio D

Espacio peatonal $>1.4-2.2 \text{ m}^2/\text{p}$ Flujo $\leq 33 - 49 \text{ p/min/m}$.

En este nivel de servicio, la libertad de elegir la velocidad de marcha individual o realizar sobrepasos, están restringidos. Los movimientos en la dirección secundaria o en cruce, presentan una alta probabilidad de conflictos, requiriendo frecuentes cambios de posición y velocidad. Este nivel de servicio indica una circulación razonablemente fluida, pero la fricción e interacción entre los peatones es muy probable.

FIGURA 8: NIVEL DE SERVICIO D.



Fuente: HCM 2000.

2.17.5 Nivel de servicio E

Espacio peatonal $>0.75-1.4 \text{ m}^2/\text{p}$ Flujo $\leq 49-75 \text{ p/min/m}$

En el nivel de servicio E, prácticamente todos los peatones verán restringida su velocidad normal de marcha, lo que les exigirá con frecuencia modificar y ajustar su paso. En su nivel más bajo, el movimiento hacia adelante es posible solamente arrastrando los pies

FIGURA 9: NIVEL DE SERVICIO E



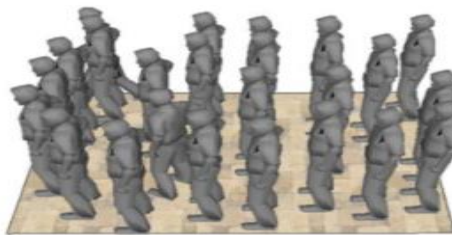
Fuente: HCM 2000.

2.17.6 Nivel de servicio F

Espacio peatonal $\leq 0.75\text{m}^2/\text{p}$

En el nivel de servicio F, todas las velocidades de marcha están totalmente restringidas y el movimiento hacia adelante se realiza solamente arrastrando los pies. Hay un contacto frecuente e inevitable con otros peatones. Los movimientos en la dirección secundaria o la realización de cruces, son virtualmente imposibles de realizar. El flujo es esporádico e inestable.

FIGURA 10: NIVEL DE SERVICIO F.



Fuente: HCM 2000.

2.18 Datos de entrada requeridos y valores estimados

La tabla 5 enumera los valores predeterminados que pueden usarse para los parámetros de entrada en ausencia de datos locales.

TABLA 5: DATOS DE ENTRADA REQUERIDOS Y VALORES PREDETERMINADOS PARA PEATONES.

Datos de entrada requeridos y valores predeterminados para peatones	
Detalle	Predeterminado
Datos geométricos	
Longitud de la acera	-
Ancho efectivo	1.5 m

Radio de la esquina de la calle	-
Longitud de paso de peatones	-
Datos de demanda	
Período de análisis	-
Número de peatones en un pelotón	-
Velocidad para caminar peatonal	1.2 m/s
Hora de inicio peatonal	3.0 s
Datos de intersección	

Fuente: HCM 2000, p 11-12.

2.19 Metodología de peatones

La metodología proporciona el marco para la evaluación de instalaciones peatonales. Se podrá investigar los efectos de las señales de tráfico tienen en la instalación peatonal, así como el efecto del volumen de peatones en el flujo y niveles de servicio.

Los umbrales de los niveles de servicio se dan para el análisis de cada tipo de instalación peatonal, porque las medidas de rendimiento varían.

2.19.1 Determinación del ancho eficaz de la vía

Ancho efectivo de la pasarela El ancho efectivo de la pasarela es la porción de una pasarela que los peatones pueden usar de manera efectiva. Varios tipos de obstrucciones de pasarelas tienden a hacer que los peatones se asusten. El ancho efectivo de la pasarela se calcula usando la ecuación 2.16. (Transportation research board (2000). Highway capacity manual 2000, washington d.c.: transportation research board, national research council.)

$$WE = WT - Wo \quad (2.16)$$

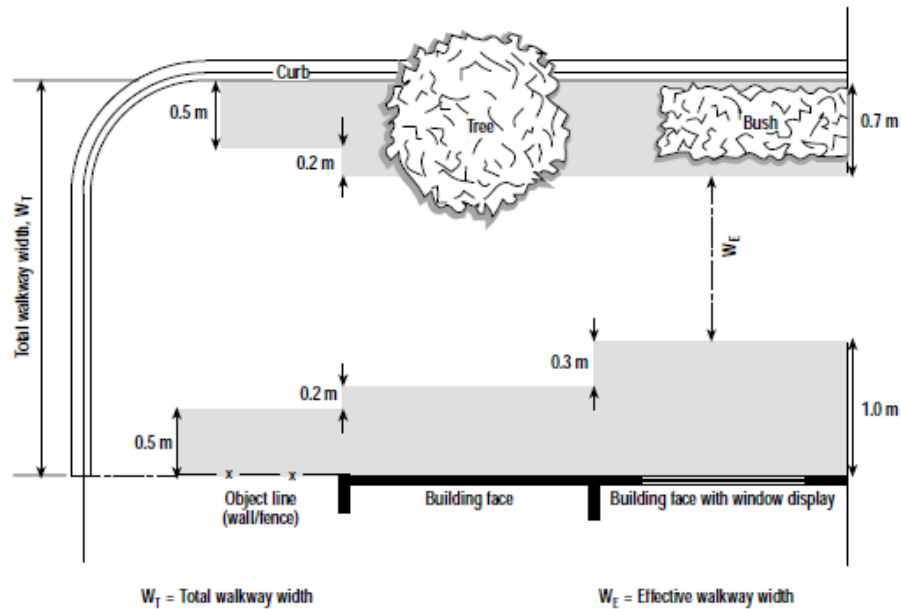
Dónde:

WE = ancho efectivo del pasillo (m),

WT = ancho total del pasillo (m), y

Wo = suma de anchos y distancias tímidas de obstrucciones en la pasarela (m).

FIGURA 11: AJUSTES DE ANCHURA PARA OBSTÁCULOS FIJOS.



Fuente: HCM 2000.

Se requiere la determinación del pico de 15 minutos y el ancho efectivo de la pasarela para calcular la tasa de flujo de la unidad peatonal de acuerdo con la ecuación 2.17.

$$V_p = \frac{V_{15}}{15 * W_E} \quad (2.17)$$

Dónde:

V_p = caudal de la unidad peatonal (p/min/m)

v_{15} = velocidad máxima de flujo de 15 minutos (p/15-min)

W_E = ancho efectivo del pasillo (m).

La tabla 2.6 enumera los criterios para los niveles de servicio de peatones.

TABLA 6: PROMEDIO DE FLUJO DE CRITERIOS PARA CAMINOS Y ACERAS.

Promedio de flujo de criterios para caminos y aceras	
Nivel de servicio	Velocidad de flujo(p/min/m)
A	≤ 16
B	>16-23
C	>23-33
D	>33-49
E	>49-75
F	Variable

Fuente: HCM 2000.

2.20 Señalización

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos. A través de la señalización se indica a conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la vía, evitando riesgos y demoras innecesarias. (ABC. (2008). Manual de dispositivos de control de tránsito. Bolivia, La Paz.)

Objetivos de la señalización

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

Mejorar la seguridad del usuario.

Dar mayor comodidad al usuario.

Reducir el número de accidentes.

Autoridad legal

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

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

Señales

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

En vías de un solo sentido y con más de un carril, las señales están colocadas a la derecha e izquierda del pavimento y su significado es aplicable a los vehículos que circulan por dichos carriles. Estas señales tienen la característica de ser visibles durante el día y por la reflexión de las luces de los vehículos, también durante la noche.

La señalización básicamente se divide en:

Señalización vertical

Señalización horizontal

2.20.1 Señalización vertical

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

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

Colocación

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

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

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

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

- Distancia entre señal y la situación que generó su instalación (instalación longitudinal).
- Distancia entre la señal y el borde de la calzada (ubicación transversal).
- Altura de la ubicación de la placa de la señal.
- Orientación de la placa de la señal.
- Distancia mínima entre señales.

Ubicación longitudinal

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

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

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

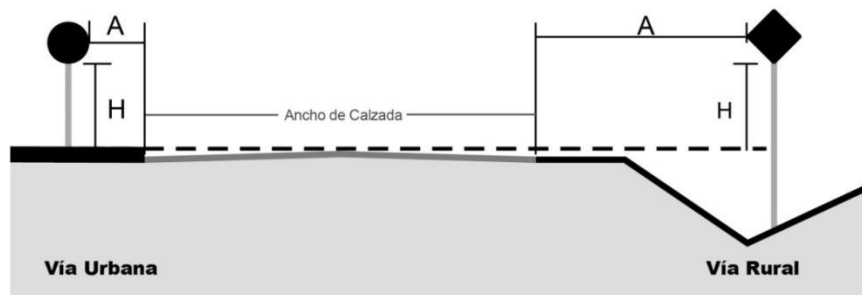
TABLA 7: DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN ENTRE SEÑALES

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

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

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

FIGURA 12: UBICACIÓN TRANSVERSAL DE SEÑALES VERTICALES



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

TABLA 8: UBICACIÓN TRANSVERSAL DE SEÑALES VERTICALES DISTANCIA Y ALTURA

Tipo de vía	A(m)	H(m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Carreteras	2.0	1.5	2.2
Caminos	1.5	1.5	2.2
Vías Urbanas	0.6	2.0	2.2

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

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

Clasificación

Las señales verticales de clasifican en:

Señales preventivas

Señales reglamentarias

Señales informativas

2.20.1.1 Señales preventivas

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

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

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

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

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

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

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

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

Ubicación

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

FIGURA 13: SEÑALES PREVENTIVAS



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

2.20.1.2 Señales reglamentarias

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

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

SR-01 pare, cuya forma es octogonal.

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

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

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

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

Las excepciones a esta regla son:

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

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

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

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

Ubicación

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

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

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

FIGURA 14: SEÑALES REGLAMENTARIAS



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Criterios de uso

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

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

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

2.20.1.3 Señales informativas

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

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

En particular son utilizadas para informar sobre:

- Enlaces o empalmes con otras vías.
- Direcciones hacia destinos, calles o rutas.
- Inicio de la salida de otras vías.
- Distancia a la que se encuentran los destinos.
- Nombres y rutas de las calles.
- Servicios.
- Lugares de atractivos turístico existentes en inmediaciones de la vía.
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, parques, etc.

Las señales de información por lo general son de forma rectangular o cuadrada.

En las señales informativas, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco; el color de fondo de las señales para autopistas y autovías, será azul y para las vías convencionales serán de color verde, con la excepción de las señales nombre y numeración de calles; las cuáles serán de color negro, y las señales de atractivo turístico, serán de color café.

Ubicación

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

Clasificación

Señales que guían a los usuarios a su destino:

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

Señales con otra información de interés:

- De servicio (IS)
- De atractivo turístico (IT)

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

FIGURA 15: SEÑALES INFORMATIVAS



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

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

2.20.2 Señalización horizontal

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

La señalización horizontal presenta mayor ventaja frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que este distraiga su atención de la pista por la que circula. El lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de una la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por las variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo y otros. Por esta razón, en maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, siempre

se deben reforzar con la señalización vertical correspondiente. (ABC. (2008). Manual de dispositivos de control de tránsito. Bolivia, La Paz.)

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

Según la altura

Planas

Elevadas

Planas

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

Elevadas

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

Según su forma

Líneas longitudinales

Líneas transversales

Símbolos y leyendas

Otras demarcaciones

Líneas longitudinales

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

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

Líneas de eje

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

Líneas transversales

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

- Líneas de detención
- Línea de detención cruce de prioridad estática ceda el paso
- Línea de detención cruce de prioridad estática pare
- Línea de detención cruce de prioridad variable sanforizado

Símbolos y leyendas

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

Líneas longitudinales

Características básicas de las líneas longitudinales

- La línea continua sobre la calzada, independiente de su color, significa que ningún conductor debe atravesarla ni circular sobre ella.
- La línea discontinua sobre la calzada, independiente de su color, significa que puede ser traspasable por el conductor.

Líneas de eje

Las líneas de eje central se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Estas líneas se ubican generalmente al centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de pistas para cada sentido de circulación es desigual.

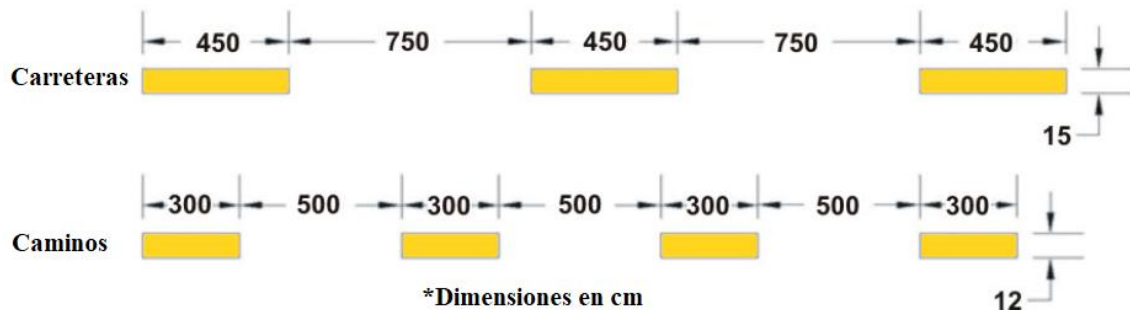
Dada la importancia de esta línea en la seguridad de tránsito, estas deberían encontrarse siempre presentes en toda vía bidireccional cuya calzada exceda los 5 m. en calzadas con anchos inferiores no es recomendable demarcar el eje central.

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

Línea amarilla discontinua

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

FIGURA 16: DISEÑO DE LÍNEAS DISCONTINUAS

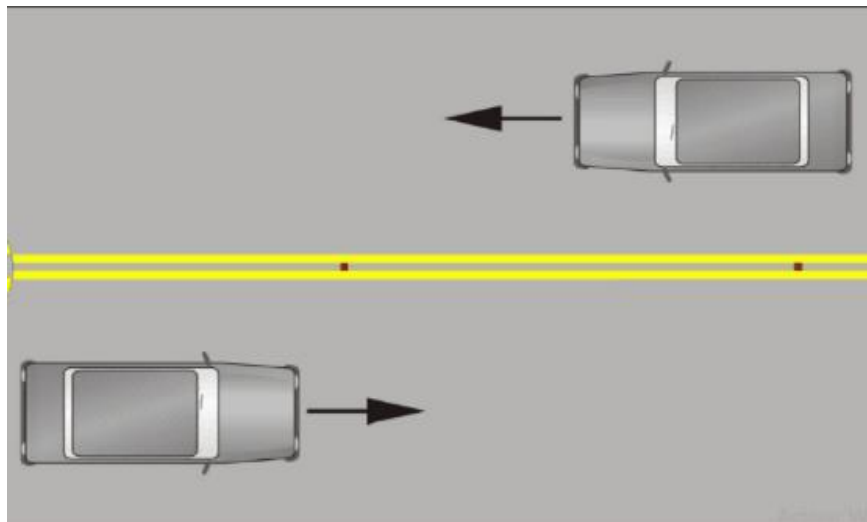


Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Línea doble amarilla continua

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

FIGURA 17: EJEMPLO DE LÍNEAS CONTINUAS DOBLES



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Líneas de carril

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

Continuas

Segmentadas.

Línea blanca discontinua

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

Línea blanca continua

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

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

Se prohíbe reglamentariamente el cambio de pistas en cruces, disponiéndose líneas de pistas continuas, también controlados por señales estáticas ceda el paso o pare, de igual forma controlado por señales dinámicas “semáforo” en una línea de 20 metros medidos desde la línea de detención.

FIGURA 18: DIMENSIONES DE DEMARCACIÓN CONTINUA



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Líneas transversales

Estas pueden ser de dos tipos:

Líneas de detección

Líneas de cruce

Líneas de detención

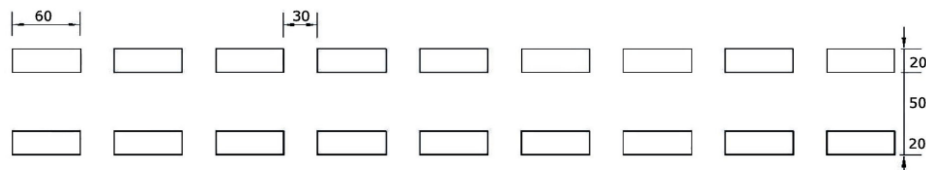
Estas líneas indican el lugar, ante el cual los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse.

Señal ceda el paso

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

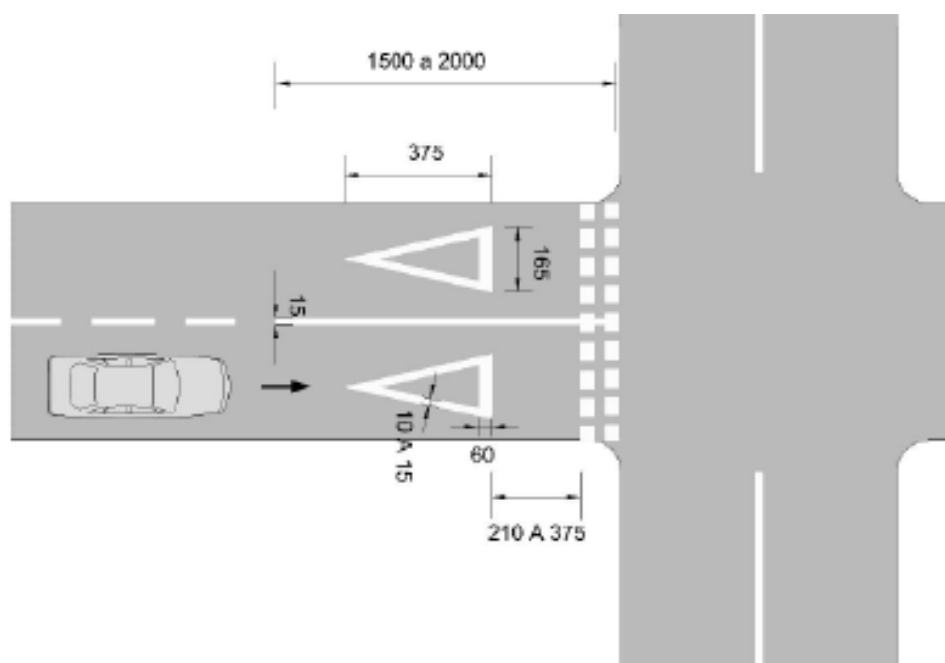
Indican al conductor que deben detenerse, buscando optimizar la visibilidad del conductor sobre la vía prioritaria.

FIGURA 19: LÍNEAS DE DETENCIÓN CEDA EL PASO (DIMENSIONES EN CENTÍMETROS)



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

FIGURA 20: DEMARCACIÓN EN CRUCE CEDA EL PASO



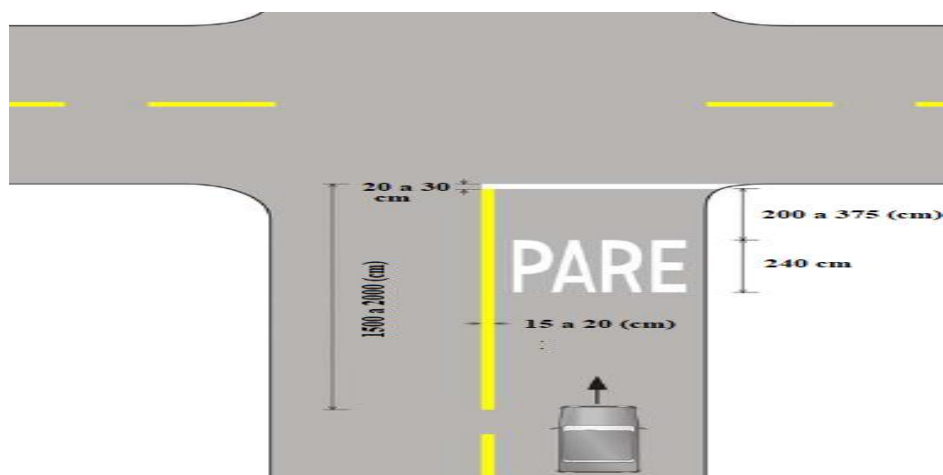
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Cruce controlado por señal pare

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

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

FIGURA 21: SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN CRUCE REGLADO CON LA SEÑAL PARE



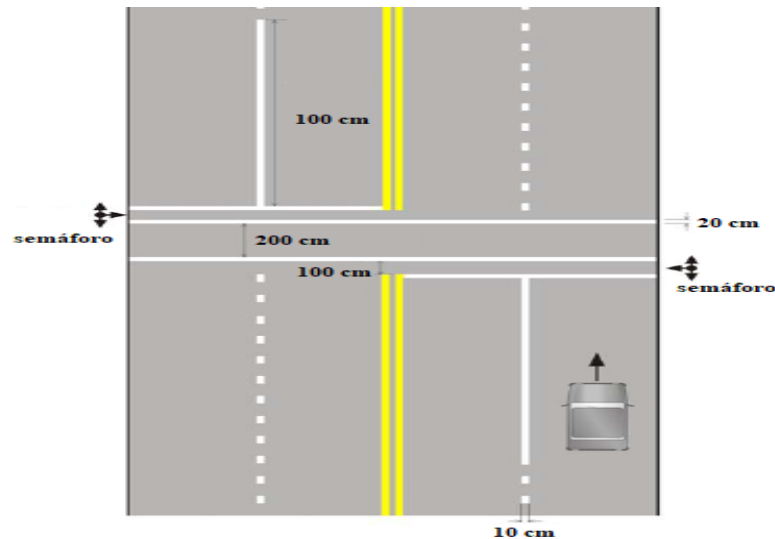
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Cruce regulado por semáforo

El cruce peatonal regulado por semáforo está compuesto por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, se la deberá ubicar a un metro de la línea de borde de la senda peatonal.

FIGURA 22: DEMARCACIÓN DE CRUCE PEATONAL REGULADO POR SEMÁFORO



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Símbolos y leyendas

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

Estas se clasifican en:

Flechas

Leyendas

Otros símbolos

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

Flechas

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

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

Flecha recta

Flecha de viraje

Flecha recta y de viraje

Flecha recta y de salida

Flecha de advertencia inicio línea de eje central continua

Flecha de incorporación a pistas de tránsito exclusivo

Flecha de incorporación a pistas de tránsito lento

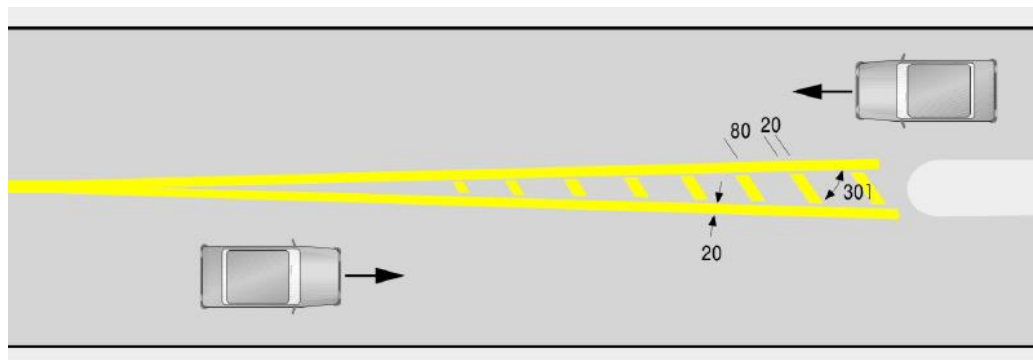
Otras demarcaciones

Achurados

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

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

FIGURA 23: DEMARCACIÓN TIPO ACHURADO



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Resaltos

Son reductores de velocidad llamados resaltos. Estos dispositivos se emplean en accesos a intersecciones que presentan una alta tasa de accidentes, donde es necesario proteger el

flujo peatonal y en vías en donde es necesario disminuir las velocidades de los vehículos:
la ubicación de estos se empleará para resolver los siguientes problemas:

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

En tramos de caminos donde se registra exceso de velocidad.

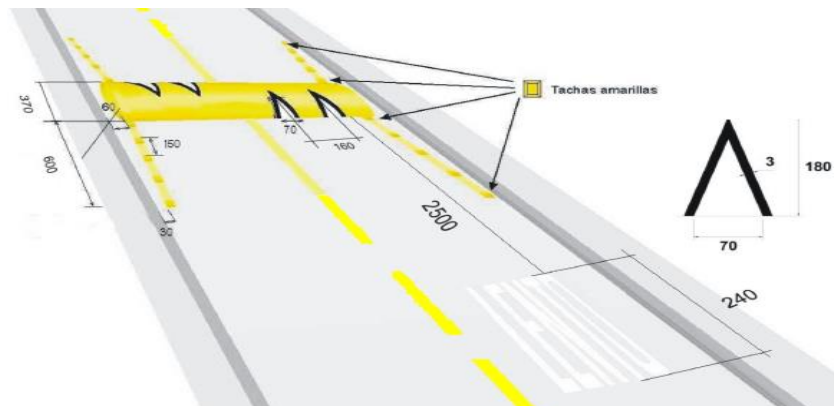
Cruces regulados por señal de prioridad, para que los conductores respeten la velocidad.

Zonas de escuelas y plazas de juegos infantiles.

Para la instalación de resaltos se requerirá, disponer los antecedentes estadísticos que registren accidentes, o en su defecto que las encuestas de los usuarios de la vía denuncien el exceso de velocidad. (ABC. (2008). Manual de dispositivos de control de tránsito. Bolivia, La Paz.)

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

FIGURA 24 RESALTO



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

CAPÍTULO III
APLICACIÓN DE LA PRÁCTICA
DE ESTUDIO DE TRAFICO

CAPÍTULO III

APLICACIÓN PRÁCTICA DE ESTUDIO DE TRAFICO

3.1 Ubicación del proyecto

FIGURA 25: UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

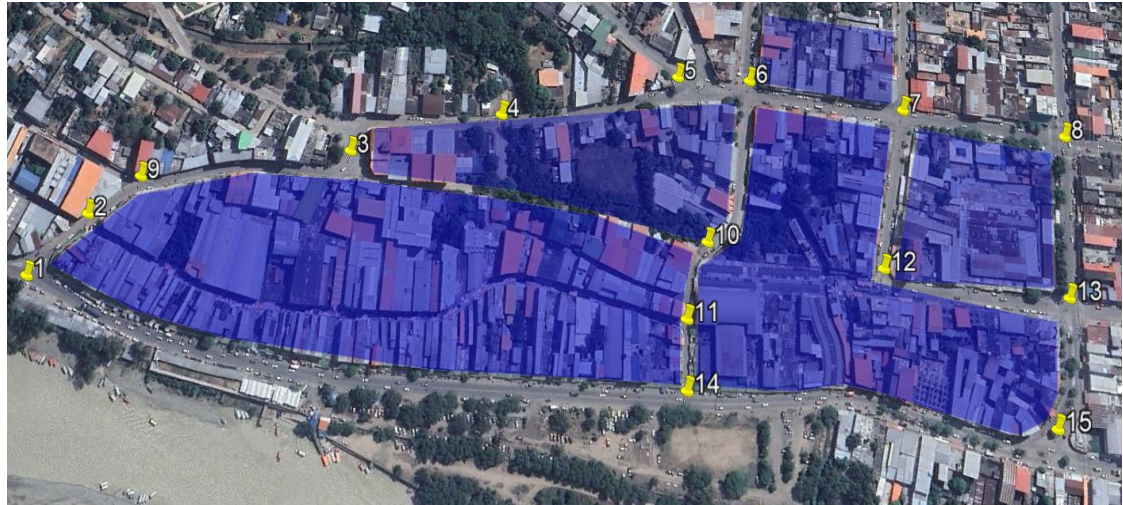


Fuete: Google mapas

Este estudio está ubicado en la ciudad de Bermejo; es una localidad fronteriza, distrito y municipio en el extremo sur de Bolivia, ciudad más poblada de la provincia de Arce en el departamento de Tarija. Tiene 34.400 habitantes y está a 208 km de la ciudad de Tarija, en la frontera internacional con la República Argentina.

3.2 Delimitación del área de estudio

FIGURA 26: INTERSECCIONES ZONA DE LAS CHALANAS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 27: INTERSECCIONES ZONA DEL MERCADO BOLÍVAR



Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Selección de las zonas de estudio

Se eligieron las siguientes intersecciones debido a la saturación del tráfico vehicular y peatonal que causan y su proximidad a las áreas de estudio.

Las características de cada intersección se describen a continuación.

TABLA 9: ZONA COMERCIAL MERCADO LAS CENTRAL

Número de intersección	Nombre de la intersección
1	Avenida Petrolera y calle Colorados de Bolivia
2	Calle Colorados de Bolivia y calle 23 de marzo
3	Calle Colorados de Bolivia y calle Antofagasta
4	Calle Antofagasta y pasaje
5	Calle Antofagasta y avenida 21 de diciembre
6	Calle Cochabamba y calle José Yache
7	Calle Cochabamba y calle Chuquisaca
8	Calle Cochabamba y avenida Barrientos Ortuño
9	Calle 23 de marzo y pasaje
10	Calle José Yache y pasaje
11	Calle José Yache y calle 23 de marzo
12	Calle Chuquisaca y calle Tarija
13	Calle Tarija y avenida Barrientos Ortuño
14	Avenida petrolera y calle José Yache
15	Avenida petrolera y avenida Barrientos Ortuño

Fuente: Elaboración propia

TABLA 10: ZONA COMERCIAL MERCADO BOLÍVAR

Número de intersección	Nombre de la intersección
16	Avenida Bolívar y calle Aniceto arce
17	Calle Aniceto arce y calle mariscal Andrés de Sta. cruz

18	Avenida Bolívar y calle José Manuel Belgrano
19	Calle José Manuel Belgrano y calle mariscal Andrés de Sta. cruz
20	Calle José Manuel Belgrano y calle Gualberto Villarroel
21	Calle José Manuel Belgrano y avenida German Bush
22	Avenida Luis de Fuentes y calle potosí
23	Avenida Luis de Fuentes y avenida Bolívar
24	Avenida Luis de Fuentes y calle mariscal Andrés de Sta. cruz
25	Avenida Luis de Fuentes y calle Gualberto Villarroel
26	Avenida Luis de Fuentes y avenida German Bush
27	Avenida Luis de Fuentes y calle Alfredo Ameller
28	Avenida Bolívar y calle Madrid
29	Calle Madrid y calle Gualberto Villarroel
30	Calle Madrid y calle Alfredo Ameller

Fuente: Elaboración propia

3.3. Procedimiento para la recolección de datos

3.3.1 Determinación de horas pico

El aforo de vehículos y peatones se realizó de forma manual en los cruces mencionados entre las 6:00 horas. y las 21:00 horas. Dado que el objetivo de este aforo es encontrar horas pico, con base en lo observado, no se consideró necesario continuar registrando datos.

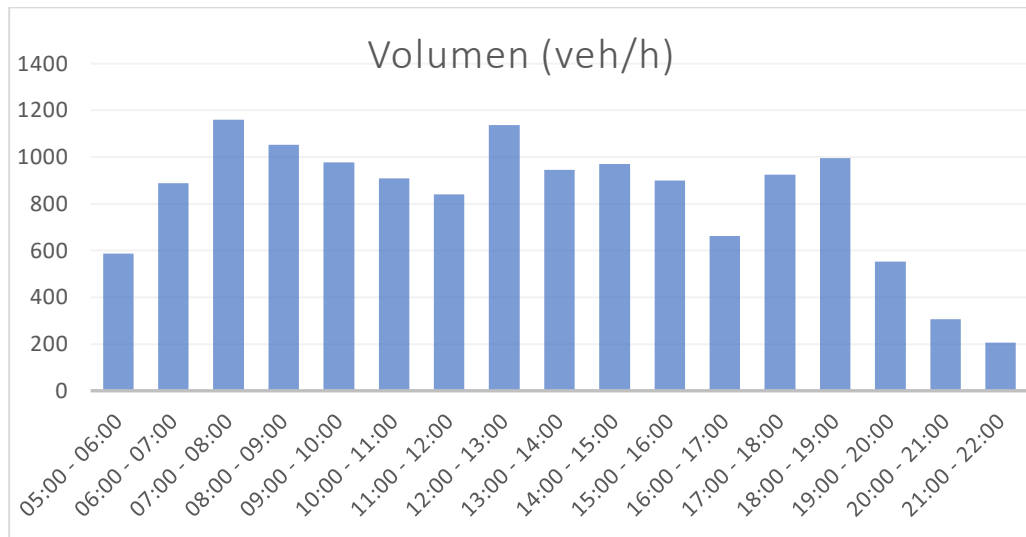
TABLA 11: HORAS PICO ZONA LAS CHALANAS

Horas	Volumen (veh/h)
05:00 - 06:00	587
06:00 - 07:00	888

07:00 - 08:00	1159
08:00 - 09:00	1052
09:00 - 10:00	977
10:00 - 11:00	908
11:00 - 12:00	841
12:00 - 13:00	1138
13:00 - 14:00	945
14:00 - 15:00	971
15:00 - 16:00	900
16:00 - 17:00	662
17:00 - 18:00	924
18:00 - 19:00	995
19:00 - 20:00	552
20:00 - 21:00	307
21:00 - 22:00	206

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 28: HORAS PICO ZONA DE LAS CHALANAS



Fuente: Elaboración propia

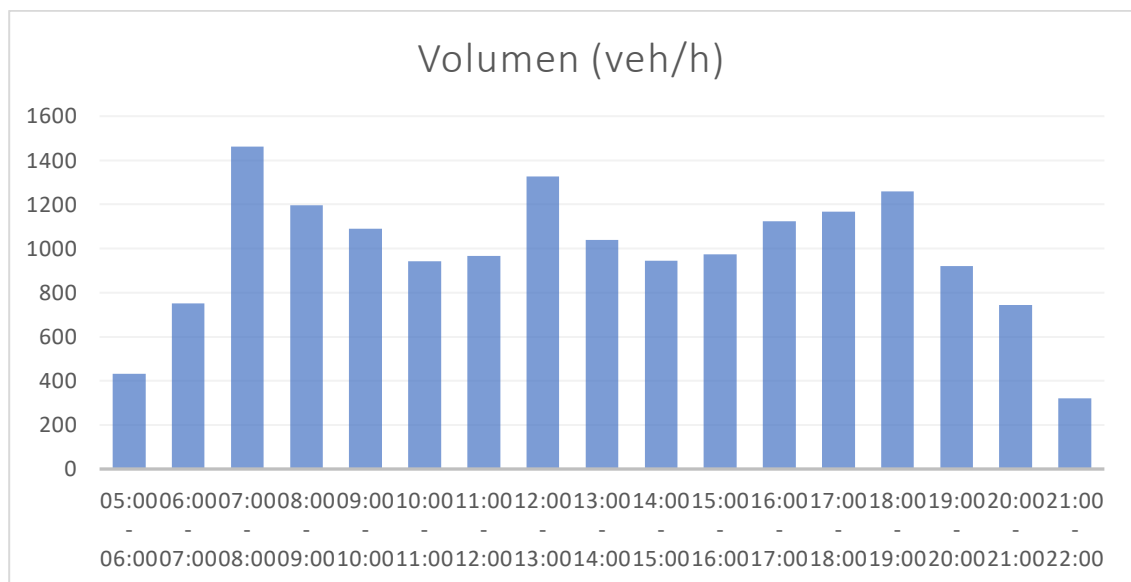
TABLA 7: HORAS PICO ZONA MERCADO CENTRAL

Horas	Volumen (veh/h)
05:00 - 06:00	431
06:00 - 07:00	752
07:00 - 08:00	1462
08:00 - 09:00	1196
09:00 - 10:00	1089
10:00 - 11:00	943
11:00 - 12:00	967
12:00 - 13:00	1327
13:00 - 14:00	1038
14:00 - 15:00	945
15:00 - 16:00	974

16:00 - 17:00	1123
17:00 - 18:00	1167
18:00 - 19:00	1260
19:00 - 20:00	921
20:00 - 21:00	745
21:00 - 22:00	321

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 29: HORAS PICO ZONA DEL MERCADO BOLÍVAR



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Aforos de tráfico

3.3.2.1 Factores de equivalencia para diversos tipos de vehículos

Para el presente trabajo se utilizaron los siguientes factores de equivalencia:

TABLA 13: EQUIVALENCIA DE VEHÍCULOS

Vehículos livianos	1
Vehículos medianos privados (camionetas-vagonetas)	1.75
Vehículos medianos públicos (micros)	2
Vehículos pesados	2.25

Fuente: Guido Radelat, Ingeniería de tránsito

3.3.3. Depuración de datos de volumen de tráfico

En todas las muestras estadísticas realizadas se debe calcular la dispersión de los datos, es decir los valores máximo y mínimo entre los cuales se puede calcular el valor obtenido de las mediciones de cada punto y tramo.

Para obtener este rango, se ordenan todos los datos, se encuentran la media aritmética y la desviación estándar y se define el rango de depuración.

Media aritmética

$$X = \sum i^n = 0 \frac{x}{n} \quad (17)$$

Dónde:

X= media aritmética

x=valor de observación

n= número de datos

Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\sum i^n = 0 \frac{(x-X^2)}{n}} \quad (18)$$

Dónde:

σ = Desviación Estándar

X= media aritmética

x=valor de observación

n= número de datos

El rango se define en la siguiente ecuación 19:

$$r = X + \sigma$$

$$r = X - \sigma \quad (19)$$

Cualquier información no contenida en este rango se descarta.

Como podemos observar en el siguiente calculo como ejemplo

TABLA 14: AFORO Y DEPURACIÓN VEHICULAR

Hora	07:00- 08:00					
Intersección	Colorados de Bolivia		Av. Petrolera			
Calle:	Av. Petrolera					
Fecha	Giro izquierdo		Giro derecho		Frente	
	Publico	Privado	Publico	Privado	Publico	Privado
05/09/2023	86	96	0	0	184	228
07/09/2023	82	98	0	0	168	252
12/09/2023	74	94	0	0	184	260
14/09/2023	71	106	0	0	168	252
19/09/2023	78	98	0	0	232	256
21/09/2023	70	94	0	0	216	248
26/09/2023	86	94	0	0	228	264
28/09/2023	83	102	0	0	184	264

media	79	98	0	0	196	253
Total	177		0		449	
Desviación	6.06	4.05	0.00	0.00	24.28	10.91
Rango mayor	85.06	102.05	0.00	0.00	220.28	263.91
Rango menor	72.94	93.95	0.00	0.00	171.72	242.09
Fecha	Giro Izquierda		Giro Derecha		Frente	
	Publico	Privado	Publico	Privado	Publico	Privado
04/09/2023	-	96	0	0	184	ERROR
07/09/2023	82	98	0	0	-	252
11/09/2023	74	94	0	0	184	260
14/09/2023	-	-	0	0	-	252
18/09/2023	78	98	0	0	-	256
21/09/2023	-	94	0	0	216	248
25/09/2023	-	94	0	0	-	-
28/09/2023	83	102	0	0	184	-
media	79	97	0	0	192	254
total	176		0		446	

Fuente: Elaboración propia

3.4 Resumen de resultados

Como ya se mencionó anteriormente el procesamiento de datos de volumen vehicular, ahora se presenta de forma resumida los resultados aforos realizados.

3.4.1 Resumen resultados volúmenes vehiculares

En la siguiente tabla se detallan los valores de volumen en las diferentes intersecciones de estudio:

**TABLA 15: RESULTADOS DE VOLÚMENES EN LA ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS Y
MERCADO BOLÍVAR**

N.º	NORTE			SUR			ESTE			OESTE		
	G.I.	G.D.	Frente	G.I.	G.D.	Frente	G.I.	G.D.	Frente	G.I.	G.D.	Frente
1	160	0	414	0	235	451	189	54	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	205	0	0	197
3	0	103	36	149	0	59	0	0	0	77	133	0
4	0	38	123	34	0	176	0	0	0	0	0	0
5	0	0	103	0	100	151	20	21	0	0	36	79
6	26	21	163	28	39	266	28	23	30	24	24	32
7	0	185	0	153	0	223	0	104	189	0	0	0
8	0	0	0	0	141	249	0	0	0	120	0	220
9	0	0	0	0	0	0	0	0	207	0	0	179
10	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	60
11	0	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	71
12	0	0	0	0	0	0	537	0	0	0	0	0
13	133	173	180	0	0	0	0	0	0	0	57	186
14	180	0	509	0	170	491	71	95	0	0	0	0
15	197	0	474	0	253	423	28	181	0	0	0	0
16	0	132	342	0	68	235	77	47	75	38	68	48
17	0	0	0	35	46	70	0	61	72	35	0	98
18	0	158	330	0	61	270	0	62	0	0	0	0
19	0	0	0	228	0	108	0	44	113	0	0	0
20	0	48	178	0	0	0	204	0	124	0	54	0
21	0	0	0	32	27	35	0	54	120	38	0	104
22	54	79	101	57	49	100	56	121	207	60	68	100
23	295	358	441	414	303	427	289	317	441	320	322	392

24	0	0	0	0	0	0	0	351	403	417	0	286
25	142	86	189	0	0	0	63	0	153	0	72	294
26	0	0	0	28	64	31	0	31	179	23	0	300
27	47	38	39	0	0	0	28	0	154	0	65	247
28	0	67	274	0	60	324	0	71	0	0	77	0
29	55	90	167	0	0	0	41	0	70	0	37	54
30	0	0	0	29	46	59	0	47	112	32	0	52

Fuente: Elaboración propia

3.5. Determinación de velocidades

En la siguiente tabla se muestra los resultados totales de velocidades vehiculares intersección con sus respectivos accesos.

TABLA 8: TABLA DE VELOCIDADES DE PUNTO

punto	acceso 1 (km/h)	acceso 2 (km/h)	acceso 3 (km/h)	acceso 4 (km/h)
1	34.5	22.4	20.2	0.0
2	18.5	19.8	0.0	0.0
3	25.6	24.2	21.2	0.0
4	24.9	23.3	0.0	0.0
5	21.5	20.9	19.1	24.7
6	20.4	19.8	23.1	18.1
7	20.0	18.3	23.4	0.0
8	21.7	20.2	0.0	0.0
9	19.7	18.3	0.0	0.0
10	12.7	25.4	0.0	0.0
11	14.0	14.3	0.0	0.0

12	32.3	0.0	0.0	0.0
13	25.4	27.3	0.0	0.0
14	12.8	13.2	0.0	0.0
15	27.3	25.4	0.0	0.0
16	21.3	19.3	20.7	18.9
17	19.3	20.8	18.9	0.0
18	22.7	24.1	22.9	0.0
19	19.7	18.0	0.0	0.0
20	18.6	19.7	18.0	0.0
21	16.5	20.0	18.4	0.0
22	21.3	18.3	19.1	22.6
23	26.2	29.6	28.9	21.7
24	20.4	22.4	0.0	0.0
25	19.2	21.0	21.8	0.0
26	20.6	24.0	23.0	0.0
27	25.7	27.9	27.0	0.0
28	23.1	25.1	22.5	25.5
29	20.4	22.8	24.6	0.0
30	17.4	18.2	19.5	0.0

Fuente: Elaboración propia

3.6 Capacidad y niveles de servicio

3.6.1 Determinación de capacidad

TABLA 17: RESUMEN DE CAPACIDAD ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS Y MERCADO BOLÍVAR INTERSECCIONES SIN SEMÁFORO

N.º intersección	calle	Acceso	Capacidad

1	Av. Petrolera y c. Colorados de Bolivia	1	689
		2	733
		3	628
		4	0
2	C. Colorados de Bolivia y c. 23 de marzo	1	0
		2	0
		3	882
		4	880
3	C. Colorados de Bolivia y c. Antofagasta	1	879
		2	781
		3	0
		4	847
4	C. Antofagasta y pasaje	1	911
		2	883
		3	0
		4	0
5	C. Antofagasta y av. 21 de diciembre	1	809
		2	879
		3	810
		4	819
6	C. Cochabamba y c. José Yache	1	793
		2	815
		3	743

		4	739
9	C. Colorados de Bolivia y pasaje	1	0
		2	0
		3	885
		4	880
10	C. José Yache y pasaje	1	0
		2	0
		3	911
		4	913
11	C. José Yache y c. 23 de marzo	1	0
		2	0
		3	908
		4	912
12	C. Chuquisaca y c. Tarija	1	0
		2	0
		3	878
		4	0
14	Av. petrolera y c. José Yache	1	720
		2	744
		3	651
		4	0
15	Av. petrolera y av. Barrientos Ortuño	1	708
		2	745

		3	678
		4	0
16	Av. Bolívar y c. Aniceto arce	1	728
		2	698
		3	639
		4	644
17	C. Aniceto arce y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	0
		2	839
		3	890
		4	825
19	C. José Manuel Belgrano y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	0
		2	823
		3	852
		4	0
20	C. José Manuel Belgrano y c. Gualberto Villarroel	1	783
		2	0
		3	793
		4	882
21	C. José Manuel Belgrano y av. German Bush	1	0
		2	817
		3	892
		4	838
22	Av. Luis de Fuentes y c. potosí	1	672

		2	660
		3	706
		4	686
24	Av. Luis de Fuentes y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	0
		2	0
		3	825
		4	762
26	Av. Luis de Fuentes y av. German Bush	1	0
		2	771
		3	805
		4	823
27	Av. Luis de Fuentes y c. Alfredo Ametller	1	760
		2	0
		3	804
		4	854
28	Av. Bolívar y c. Madrid	1	806
		2	809
		3	780
		4	769
29	C. Madrid y c. Gualberto Villarroel	1	857
		2	0
		3	775
		4	826

30	C. Madrid y c. Alfredo Ametller	1	0
		2	853
		3	891
		4	824

Fuente: Elaboración propia

TABLA 9: RESUMEN DE CAPACIDAD ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS Y MERCADO BOLÍVAR INTERSECCIONES CON SEMÁFORO

N.º intersección	calle	Acceso	Capacidad
7	C. Cochabamba y c. Chuquisaca	1	1096
		2	1261
		3	318
		4	0
8	C. Cochabamba y av. Barrientos Ortuño	1	0
		2	1137
		3	0
		4	1590
13	C. Tarija y av. Barrientos Ortuño	1	1282
		2	0
		3	0
		4	662
16	Av. Bolívar y c. Aniceto arce	1	620
		2	629

		3	1312
		4	1279
18	Av. Bolívar y c. José Manuel Belgrano	1	1315
		2	1345
		3	1150
		4	0
23	Av. Luis de Fuentes y av. Bolívar	1	1424
		2	1435
		3	1218
		4	1207
25	Av. Luis de Fuentes y c. Gualberto Villarroel	1	675
		2	0
		3	877
		4	866

Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Determinación de nivel de servicio

TABLA 19: RESUMEN DE NIVEL DE SERVICIO ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS Y MERCADO BOLÍVAR INTERSECCIONES CON SEMÁFORO

N.º intersección	calle	Acceso	Tasa de flujo del acceso, vA (veh/h)	Demora de la intersección	Nivel de servicio de la intersección
-----------------------------------	--------------	---------------	---	--	---

1	Av. Petrolera y c. Colorados de Bolivia	1	0	35.27	D
		2	12.31		
		3	46.52		
		4	31.27		
2	C. Colorados de Bolivia y c. 23 de marzo	1	8.26	8.29	A
		2	8.31		
		3	0.00		
		4	0.00		
3	C. Colorados de Bolivia y c. Antofagasta	1	8.64	8.68	A
		2	0.00		
		3	9.27		
		4	7.86		
4	C. Antofagasta y pasaje	1	0.00	8.11	A
		2	0.00		
		3	8.35		
		4	7.80		
5	C. Antofagasta y av. 21 de diciembre	1	8.11	8.37	A
		2	7.68		
		3	8.72		
		4	8.10		
6	C. Cochabamba y c. José Yache	1	8.47	9.61	A
		2	8.43		
		3	10.44		

		4	9.17		
9	C. Colorados de Bolivia y pasaje	1	8.13	8.29	A
		2	8.30		
		3	0.00		
		4	0.00		
10	C. José Yache y pasaje	1	7.22	7.20	A
		2	7.18		
		3	0.00		
		4	0.00		
11	C. José Yache y c. 23 de marzo	1	7.28	7.25	A
		2	7.21		
		3	0.00		
		4	0.00		
12	C. Chuquisaca y c. Tarija	1	0.00	13.33	B
		2	13.33		
		3	0.00		
		4	0.00		
14	Av. petrolera y c. José Yache	1	0.00	36.51	D
		2	10.42		
		3	33.41		
		4	45.76		
15		1	0.00	36.31	D
		2	10.66		

	Av. petrolera y av. Barrientos Ortuño	3	36.10		
		4	44.50		
16	Av. Bolívar y c. Aniceto arce	1	10.34	13.61	B
		2	11.16		
		3	12.05		
		4	16.71		
17	C. Aniceto arce y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	8.20	8.07	A
		2	7.75		
		3	8.23		
		4	0.00		
19	C. José Manuel Belgrano y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	0.00	9.66	A
		2	8.18		
		3	10.35		
		4	0.00		
20	C. José Manuel Belgrano y c. Gualberto Villarroel	1	7.35	9.94	A
		2	10.71		
		3	0.00		
		4	9.45		
21	C. José Manuel Belgrano y av. German Bush	1	8.17	8.06	A
		2	8.01		
		3	7.98		
		4	0.00		

22	Av. Luis de Fuentes y c. potosí	1	10.84	12.09	B
		2	14.01		
		3	10.92		
		4	11.19		
24	Av. Luis de Fuentes y c. mariscal Andrés de Sta. cruz	1	37.85	36.20	D
		2	34.66		
		3	0.00		
		4	0.00		
26	Av. Luis de Fuentes y av. German Bush	1	10.17	9.51	A
		2	9.05		
		3	8.55		
		4	0.00		
27	Av. Luis de Fuentes y c. Alfredo Ametller	1	9.62	9.18	A
		2	8.78		
		3	0.00		
		4	8.66		
28	Av. Bolívar y c. Madrid	1	8.20	10.58	B
		2	8.08		
		3	11.41		
		4	10.70		
29	C. Madrid y c. Gualberto Villarroel	1	7.90	9.03	A
		2	8.42		
		3	0.00		

		4	9.58		
30	C. Madrid y c.	1	7.87	7.93	A
	Alfredo	2	7.91		
	Ametller	3	8.00		
		4	0.00		

Fuente: Elaboración propia

TABLA 20: RESUMEN DE NIVEL DE SERVICIO ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS Y MERCADO BOLÍVAR INTERSECCIONES CON SEMÁFORO

N.º intersección	calle	Acceso	Tasa de flujo del acceso, vA (veh/h)	Demora de la intersección	Nivel de servicio de la intersección
7	C. Cochabamba y c. Chuquisaca	1	409	13.89	B
		2	0		
		3	318		
		4	201		
8	C. Cochabamba y av. Barrientos Ortuño	1	370	15.26	C
		2	424		
		3	0		
		4	0		
13		1	0	19.64	C
		2	264		

	C. Tarija y av. Barrientos Ortuño	3	0		
		4	530		
16	Av. Bolívar y c. Aniceto arce	1	329	20.67	B
		2	167		
		3	216		
		4	515		
18	Av. Bolívar y c. José Manuel Belgrano	1	360	13.09	B
		2	0		
		3	67		
		4	530		
23	Av. Luis de Fuentes y av. Bolívar	1	1243	27.85	C
		2	1129		
		3	1138		
		4	1189		
25	Av. Luis de Fuentes y c. Gualberto Villarroel	1	0	31.56	D
		2	398		
		3	235		
		4	453		

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 30: NIVELES DE SERVICIO EN LA ZONA DE LAS CHALANAS



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 31: NIVELES DE SERVICIO EN LA ZONA DEL MERCADO BOLÍVAR



Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Resultados

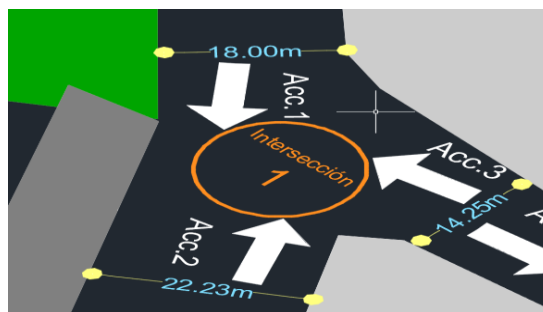
A continuación, se detallarán los resultados de velocidad volumen capacidad y niveles de servicio en cada intersección

TABLA 21: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 1

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
1	Av. Petrolera y c. Colorados de bolivia	1	35.4	574	689	D
		2	22.4	686	733	
		3	20.2	243	628	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 32: INTERSECCION 1



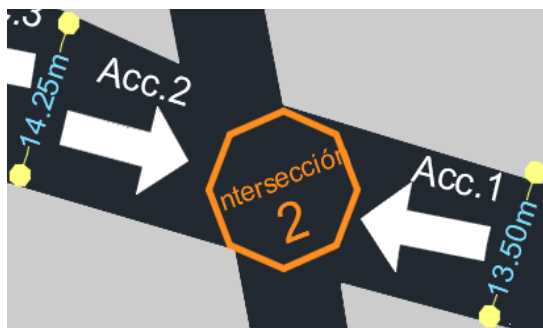
Fuente: Elaboración propia

TABLA 22: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 2

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
2	C. Colorados de Bolivia y c. 23 de marzo	1	0	0	0	A
		2	0	0	0	
		3	18.5	205	882	
		4	13.8	197	880	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 33: INTERSECCION 2



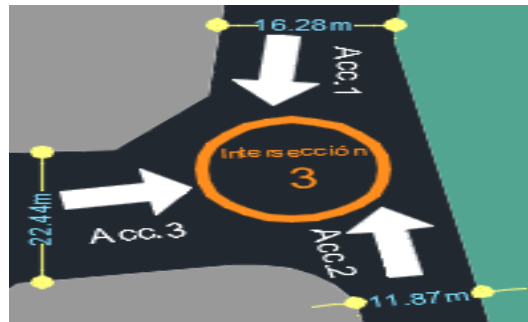
Fuente: Elaboración propia

TABLA 23: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 3

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
3	C. Colorados de Bolivia y c. Antofagasta	1	25.6	139	879	A
		2	24.2	208	781	
		3	0	0	0	
		4	21.2	210	847	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 34: INTERSECCION 3



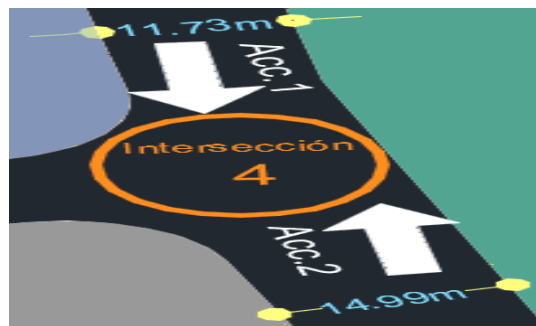
Fuente: Elaboración propia

TABLA 24: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 4

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
4	C. Antofagasta y pasaje	1	24.9	161	911	A
		2	23.9	210	883	
		3	0	0	0	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 35: INTERSECCION 4



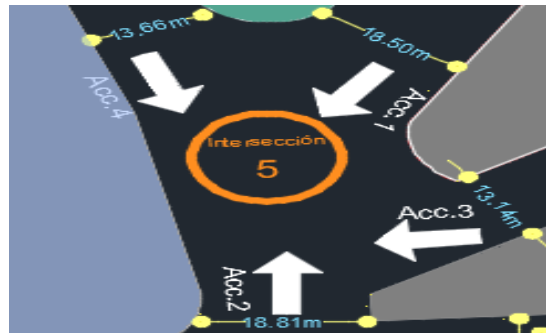
Fuente: Elaboración propia

TABLA 25: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 5

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
5	C. Antofagasta y av. 21 de diciembre	1	21.5	103	809	A
		2	20.9	251	879	
		3	19.1	41	810	
		4	24.7	115	819	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 36: INTERSECCION 5



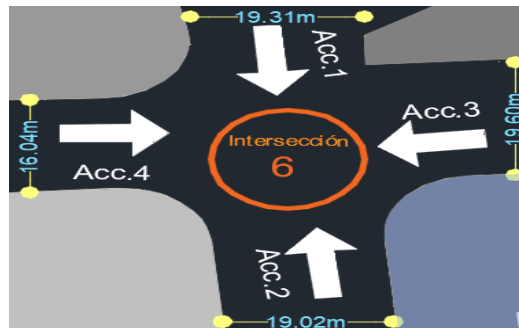
Fuente: Elaboración propia

TABLA 26: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 6

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
6	C. Cochabamba y c. José Yache	1	20.4	210	793	A
		2	19.8	333	815	
		3	23.1	81	743	
		4	18.1	80	739	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 37: INTERSECCION 6



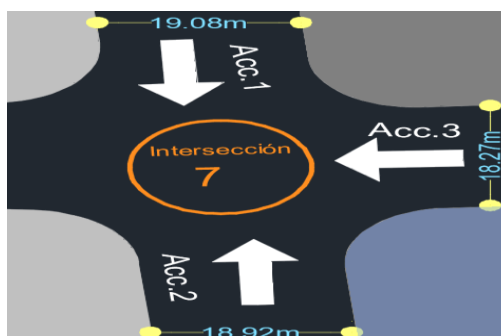
Fuente: Elaboración propia

TABLA 27: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 7

N.º	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
7	C. Cochabamba y c. Chuquisaca	1	20	185	1096	B
		2	18.3	376	1261	
		3	23.4	293	318	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 38: INTERSECCION 7



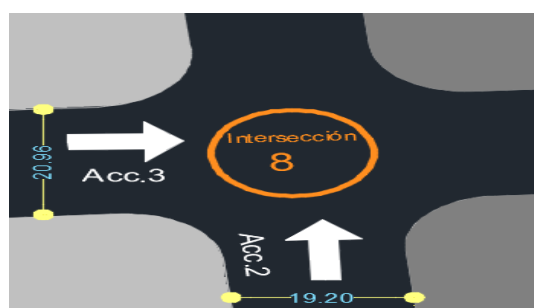
Fuente: Elaboración propia

TABLA 28: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 8

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
8	C. Cochabamba y av. Barrientos Ortuño	1	0	0	0	C
		2	21.7	390	1137	
		3	0	0	0	
		4	20.2	340	1590	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 39: INTERSECCION 8



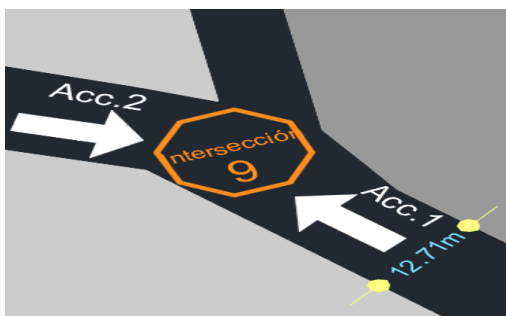
Fuente: Elaboración propia

TABLA 29: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 9

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
9	C. Colorados de Bolivia y pasaje	1	0	0	0	A
		2	0	0	0	
		3	19.7	207	885	
		4	18.3	179	880	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 40: INTERSECCION 9



Fuente: Elaboración propia

TABLA 30: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 10

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
10	C. José Yache y pasaje	1	0	0	0	A
		2	0	0	0	
		3	12.7	45	911	
		4	25.4	60	913	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 41: INTERSECCION 10



Fuente: Elaboración propia

TABLA 31: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 11

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
11	C. José Yache y c. 23 de marzo	1	0	0	0	A
		2	0	0	0	
		3	14	53	908	
		4	14.3	71	912	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 42: INTERSECCION 11



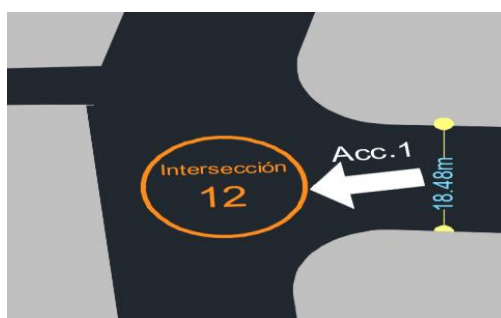
Fuente: Elaboración propia

TABLA 32: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 12

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
12	C. Chuquisaca y c. Tarija	1	0	0	0	B
		2	0	0	0	
		3	32.3	537	878	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 43: INTERSECCION 12



Fuente: Elaboración propia

TABLA 33: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 13

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
13	C. Chuquisaca y c. Tarija	1	25.4	486	1282	C
		2	0	0	0	
		3	0	0	0	
		4	27.3	243	662	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 44: INTERSECCION 13



Fuente: Elaboración propia

TABLA 34: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 14

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
14	Av. petrolera y c. José Yache	1	12.8	689	720	D
		2	13.2	661	744	
		3	10.6	166	651	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 45: INTERSECCION 14



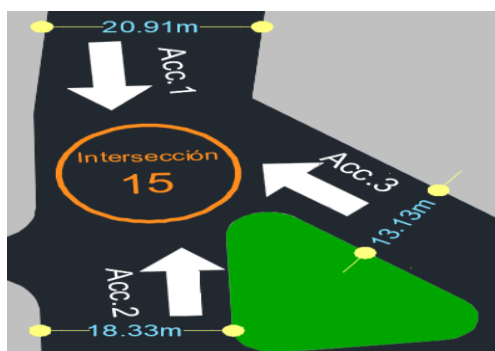
Fuente: Elaboración propia

TABLA 35: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 15

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
15	Av. petrolera y av. Barrientos Ortuño	1	27.3	651	708	D
		2	25.4	676	745	
		3	20.6	209	678	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 46: INTERSECCION 15



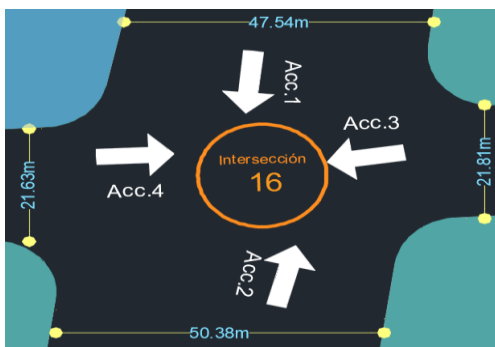
Fuente: Elaboración propia

TABLA 36: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 16

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
16	Av. Bolívar y c. Aniceto arce	1	21.3	474	728	B
		2	19.3	303	698	
		3	20.7	199	639	
		4	18.9	154	644	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 47: INTERSECCION 16



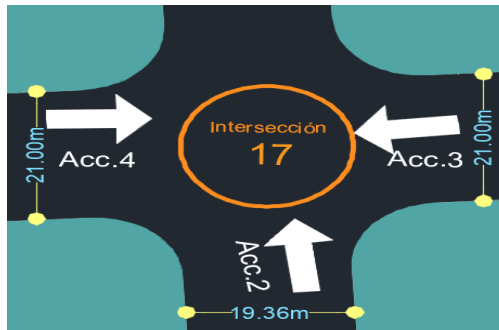
Fuente: Elaboración propia

TABLA 37: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 17

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
17	C. Aniceto arce y c. mariscal Andrés de sta cruz	1	0	0	0	A
		2	19.3	151	839	
		3	20.8	133	890	
		4	18.9	163	825	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 48: INTERSECCION 17



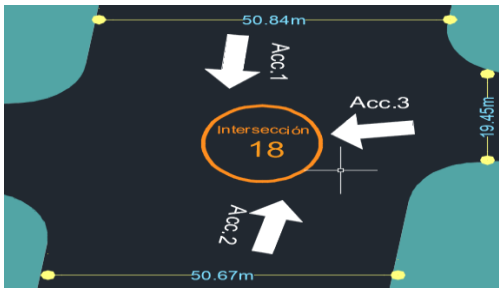
Fuente: Elaboración propia

TABLA 38: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 18

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
18	Av. Bolívar y c. José Manuel Belgrano	1	22.7	488	1315	B
		2	24.1	331	1345	
		3	22.9	62	1150	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 49: INTERSECCION 18



Fuente: Elaboración propia

TABLA 39: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 19

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
19	C. José Manuel Belgrano y c. mariscal Andrés de sta cruz	1	0	0	0	A
		2	19.7	336	823	
		3	18	157	852	
		4	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 50: INTERSECCION 19



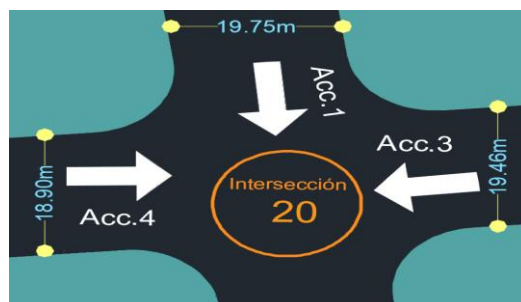
Fuente: Elaboración propia

TABLA 40: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 20

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
20	C. José Manuel Belgrano y c. Gualberto Villarroel	1	18.6	226	783	A
		2	0	0	0	
		3	19.7	328	793	
		4	18	54	882	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 51: INTERSECCION 20



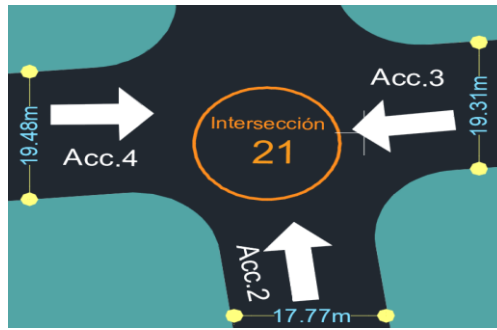
Fuente: Elaboración propia

TABLA 41: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 21

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
21	C. José Manuel Belgrano y av. German Bush	1	0	0	0	A
		2	16.5	94	817	
		3	20	174	892	
		4	18.4	142	838	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 52: INTERSECCION 21



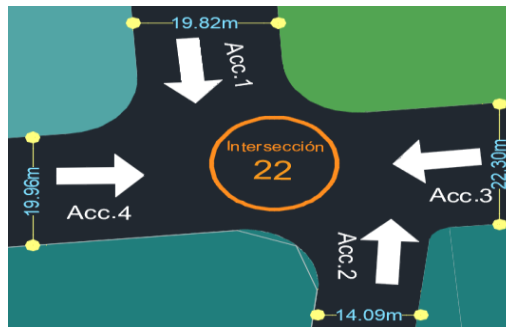
Fuente: Elaboración propia

TABLA 42: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 22

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
22	Av. Luis de Fuentes y c. potosí	1	21.3	234	672	B
		2	18.3	206	660	
		3	19.1	384	706	
		4	22.6	228	686	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 53: INTERSECCION 22



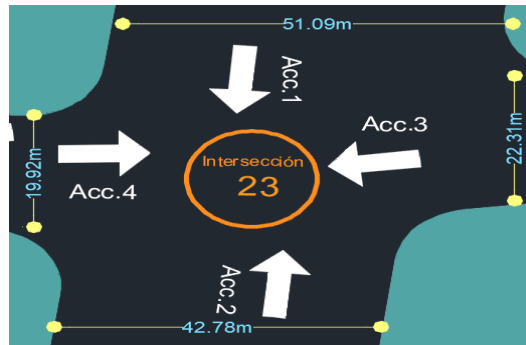
Fuente: Elaboración propia

TABLA 43: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 23

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
23	Av. Luis de Fuentes y av. Bolívar	1	26.2	1094	1424	C
		2	29.6	1144	1435	
		3	28.9	1047	1218	
		4	21.7	1034	1207	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 54: INTERSECCION 23



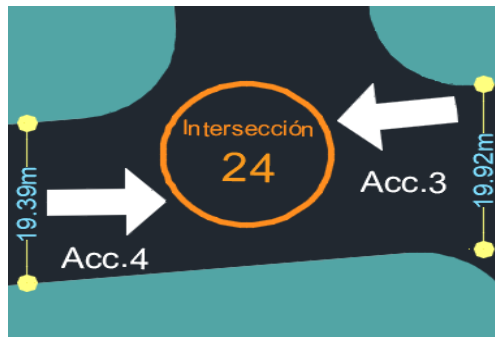
Fuente: Elaboración propia

TABLA 44: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 24

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
24	Av. Luis de Fuentes y c. mariscal Andrés de sta cruz	1	0	0	0	D
		2	0	0	0	
		3	20.4	754	825	
		4	22.4	703	762	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 55: INTERSECCION 24



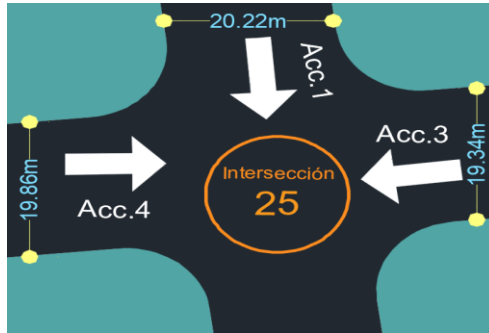
Fuente: Elaboración propia

TABLA 45: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 25

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
25	Av. Luis de Fuentes y c. Gualberto Villarroel	1	19.2	417	675	D
		2	0	0	0	
		3	21	216	877	
		4	21.8	366	866	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 56: INTERSECCION 25



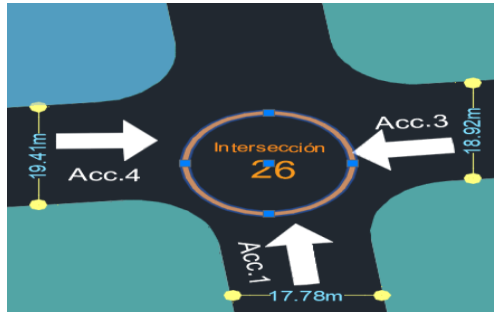
Fuente: Elaboración propia

TABLA 46: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 26

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
26	Av. Luis de Fuentes y av. German Bush	1	0	0	0	A
		2	20.6	123	771	
		3	24	210	805	
		4	23	323	823	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 57: INTERSECCION 26



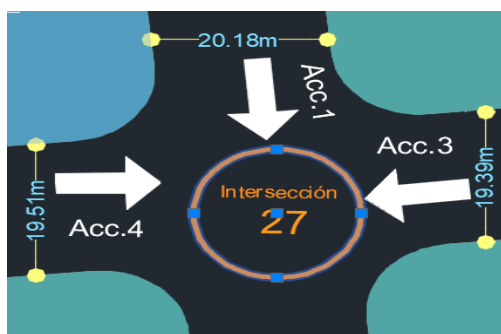
Fuente: Elaboración propia

TABLA 47: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 27

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
27	Av. Luis de Fuentes y c. Alfredo Ameller	1	25.7	124	760	A
		2	0	0	0	
		3	27.9	182	804	
		4	27	312	854	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 58: INTERSECCION 27



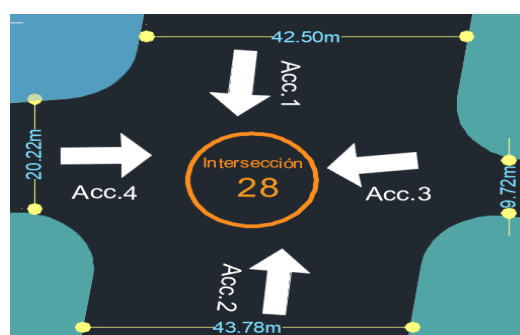
Fuente: Elaboración propia

TABLA 48: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 28

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
28	Av. Bolívar y c. Madrid	1	23.1	341	806	B
		2	25.2	384	809	
		3	22.5	71	780	
		4	25.5	77	769	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 59: INTERSECCION 28



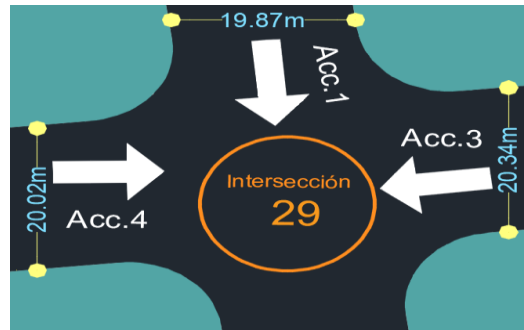
Fuente: Elaboración propia

TABLA 49: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 29

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
29	C. Madrid y c. Gualberto Villarroel	1	20.4	312	857	A
		2	0	0	0	
		3	22.8	111	775	
		4	24.6	91	826	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 60: INTERSECCION 29



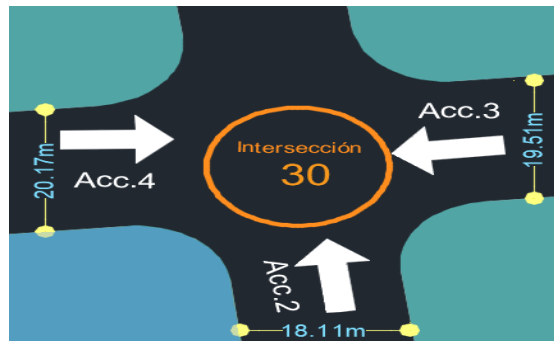
Fuente: Elaboración propia

TABLA 50: TABLA DE RESULTADOS INTERSECCION 30

Nº	Calle	Acceso	Velocidad	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio
30	C. Madrid y c. Alfredo Ameller	1	0	0	0	A
		2	17.4	134	853	
		3	18.2	159	891	
		4	19.5	84	824	

Fuente: Elaboración propia

FIGURA 61: INTERSECCION 30



Fuente: Elaboración propia

3.7. Estacionamiento

3.7.1 Estudio de estacionamientos

Conocida la oferta y la demanda, se puede determinar el índice de rotación, que, para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado.

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} \quad (20)$$

$$I_r = \frac{\text{Número de vehiculos que se estacionan}}{\text{Número de espacios para estacionarse}} \quad (21)$$

También, para un determinado periodo de estudio, el índice de rotación de un estacionamiento puede expresarse como:

$$I_r = \frac{\text{Demanda}}{\text{Oferta}} = \frac{v_i + V_e}{C} \quad (22)$$

Dónde:

I_r =índice de rotación

V_i = número de vehículos estacionados al inicio del estudio

V_e = número de vehículos que entran durante el tiempo de estudio

C = capacidad del estacionamiento en número de cajones disponibles

Las unidades del índice de rotación son:

$$I_r = \frac{\text{Vehiculos/hora}}{\text{Cajón}} \quad (23)$$

3.7.2 Resumen de resultados de estacionamientos

De acuerdo a los cálculos realizados se tiene los siguientes resultados que se pueden observar en la siguiente tabla.

TABLA 51: CÁLCULO DE ESTACIONAMIENTOS ZONA LAS CHALANAS

N.º	intersección	calle	v_i	v_i	V_e	V_e	C	I_r
1	Av. Petrolera-Colorados de Bolivia	Av. Petrolera	6	4	2	3	16	0.47
		Colorados de Bolivia	4	3	1	2	6	0.83

2	Colorados de Bolivia-23 de marzo	23 de marzo	3	2	3	3	6	0.92
		Colorados de Bolivia	5	4	5	7	12	0.88
3	Colorados de Bolivia- Antofagasta	Colorados de Bolivia	5	3	3	3	9	0.78
		Antofagasta	2	1	3	1	12	0.29
4	Antofagasta y pasaje	Antofagasta	3	4	1	2	11	0.45
		pasaje	2	5	5	3	10	0.75
5	Antofagasta - av.21 de diciembre	Antofagasta	5	4	5	4	12	0.75
		av.21 de diciembre	3	4	3	3	13	0.50
6	Cochabamba - José Yache	Cochabamba	4	5	4	3	9	0.89
		José Yache	5	6	5	6	12	0.92
7	Cochabamba - Chuquisaca	Cochabamba	5	4	4	3	9	0.89
		Chuquisaca	6	5	3	3	9	0.94
8		Cochabamba	4	5	5	3	9	0.94

	Cochabamba - Barrientos Ortuño						
		Barrientos Ortuño	4	5	4	2	8 0.94
9	Calle 23 de marzo y pasaje	23 de marzo	4	5	2	2	7 0.93
10	Calle José Yache -pasaje	pasaje	3	5	4	5	9 0.94
		José Yache	4	3	4	3	8 0.88
11	Calle José Yache -23 de marzo	23 de marzo	2	4	3	3	7 0.86
		José Yache	3	4	4	2	9 0.72
12	Calle Chuquisaca y calle Tarija	Tarija	4	5	3	3	8 0.94
		Chuquisaca	4	2	3	4	9 0.72
13	Tarija-av. Barrientos Ortuño	Tarija	5	6	4	3	11 0.82
		Barrientos Ortuño	5	5	3	4	9 0.94
14	Av. petrolera-José Yache	Avenida petrolera	2	3	2	3	8 0.63
		José Yache	4	3	4	3	8 0.88

15	Av. petrolera -Barrientos Ortuño	Av. Petrolera	7	6	4	5	12	0.92
		Barrientos Ortuño	4	5	4	5	10	0.90

Fuente: Elaboración propia

TABLA 52: CÁLCULO DE ESTACIONAMIENTOS ZONA MERCADO BOLÍVAR

N.º	intersección	calle	vi	vi	Ve	Ve	C	Ir
16	Av. Bolívar y Aniceto arce	Av. Bolívar	1	2	1	0	9	0.22
		Barrientos Ortuño	2	1	1	1	10	0.25
17	Aniceto arce y mariscal Andrés de Sta. cruz	Aniceto arce	1	2	1	1	9	0.28
		mariscal Andrés de Sta. cruz	3	1	2	1	9	0.39
18	Av. Bolívar y José Manuel Belgrano	Av. Bolívar	4	5	3	3	8	0.94
		José Manuel Belgrano	5	3	4	3	9	0.83
19	José Manuel Belgrano y mariscal Andrés de Sta. cruz	José Manuel Belgrano	4	4	2	3	9	0.72
		mariscal Andrés de Sta. cruz	5	6	2	3	11	0.73

20	José Manuel Belgrano y Gualberto Villarroel	José Manuel Belgrano	4	5	3	4	9	0.89
		Gualberto Villarroel	5	6	3	3	9	0.94
21	José Manuel Belgrano y av. German Bush	José Manuel Belgrano	0	1	1	1	8	0.19
		av. German Bush	0	2	1	1	9	0.22
22	Avenida Luis de Fuentes y potosí	Avenida Luis de Fuentes	3	1	2	1	8	0.44
		potosí	2	1	3	2	9	0.44
23	Avenida Luis de Fuentes y avenida Bolívar	Avenida Luis de Fuentes	3	4	3	2	9	0.67
		avenida Bolívar	4	3	2	2	9	0.61
24	Av. Luis de Fuentes y mariscal Andrés de Sta. cruz	Av. Luis de Fuentes	5	6	4	3	10	0,90
		mariscal Andrés de Sta. cruz	3	4	3	4	9	0.78
25	Av. Luis de Fuentes y Gualberto Villarroel	Av. Luis de Fuentes	5	6	2	3	9	0.89
			4	3	4	3	10	0.70

		Gualberto Villarroel						
26	Av. Luis de Fuentes y av. German Bush	Av. Luis de Fuentes	3	3	4	3	10	0.65
		av. German Bush	3	2	1	2	9	0.44
27	Av. Luis de Fuentes y Alfredo Ametller	Av. Luis de Fuentes	3	3	2	1	9	0.50
		Alfredo Ametller	2	1	2	1	8	0.38
28	Av. Bolívar y Madrid	Av. Bolívar	3	3	2	2	9	0.56
		Madrid	2	3	2	1	7	0.57
29	Calle Madrid y Gualberto Villarroel	Madrid	2	1	4	2	7	0.64
		Gualberto Villarroel	1	3	2	3	8	0.56
30	Calle Madrid y Alfredo Ametller	Madrid	2	1	1	1	7	0.36
		Alfredo Ametller	2	2	1	2	8	0.44

Fuente: Elaboración propia

3.8. Inventario de señalización

A continuación, se detallan las señalizaciones con las que cuenta cada intersección de estudio tanto señales verticales como señales horizontales, para identificar y determinar en qué lugares es necesario implementar o reubicar señales correspondientes a la necesidad de las zonas de estudio.

TABLA 53: SEÑALIZACIONES

		Intersecciones
Señales Verticales	Rayas de cruce de peatones	12 -13 - 23
	Marcas de estacionamiento prohibido	13 - 24
	Marcas limitadoras de isletas	13 - 15 - 23 - 24 - 25
	Marcas de parada de buses	8 - 13 - 24
	Pare	13 - 24
Señales Verticales		
	Permitido estacionar	0
	Parada de buses	8 -13 - 24
	Señal de identificación	1 - 3 - 6 - 7 - 8 - 12 - 13 14 - 15 - 16 - 18 - 19 - 20 - 23 24 - 25 - 28
	Zona escolar	22

Fuente: Elaboración propia

3.9. Peatones

El tránsito peatonal se aplicó en las intersecciones estudiadas en cada calle, considerando el lado izquierdo y derecho de la calle.

Luego, se contó el número de peatones durante los 15 minutos más críticos y se midieron el ancho de las aceras y las obstrucciones para determinar los niveles de servicio.

TABLA 54: RESUMEN DE PEATONES 10:00-11:00. ZONA COMERCIAL DE LAS CHALANAS

N.º	intersección	calle	lado de acera	Vp (p/min/m)	Nivel de servicio
1	Av. Petrolera- Colorados de Bolivia	Av. Petrolera	izquierdo	24.00	C
			derecho	16.14	B
		Colorados de Bolivia	izquierdo	17.71	B
			derecho	17.78	B
2	Colorados de Bolivia-23 de marzo	23 de marzo	izquierdo	23.00	C
			derecho	24.00	C
		Colorados de Bolivia	izquierdo	17.52	B
			derecho	20.78	B
3	Colorados de Bolivia-Antofagasta	Colorados de Bolivia	izquierdo	0.65	A
			derecho	0.90	A
		Antofagasta	izquierdo	0.71	A
			derecho	0.27	A
4	Antofagasta y pasaje	Antofagasta	izquierdo	0.62	A
			derecho	1.33	A
		pasaje	izquierdo	0.68	A
			derecho	0.86	A
5	Antofagasta - av.21 de diciembre	Antofagasta	izquierdo	2.00	A
			derecho	0.39	A

		av.21 de	izquierdo	0.53	A
		diciembre	derecho	0.53	A
6	Cochabamba - José Yache	Cochabamba	izquierdo	2.21	A
			derecho	1.37	A
		José Yache	izquierdo	0.84	A
			derecho	0.68	A
7	Cochabamba - Chuquisaca	Cochabamba	izquierdo	2.87	A
			derecho	0.74	A
		Chuquisaca	izquierdo	0.37	A
			derecho	1.26	A
8	Cochabamba - Barrientos Ortuño	Cochabamba	izquierdo	2.11	A
			derecho	10.18	A
		Barrientos Ortuño	izquierdo	5.09	A
			derecho	2.83	A
9	Calle 23 de marzo y pasaje	23 de marzo	izquierdo	20.33	B
			derecho	21.00	B
10	Calle José Yache - pasaje	pasaje	izquierdo	1.60	A
			derecho	1.52	A
		José Yache	izquierdo	1.05	A
			derecho	1.20	A
11	Calle José Yache - 23 de marzo	23 de marzo	izquierdo	16.25	B
			derecho	20.00	B
		José Yache	izquierdo	20.89	B

			derecho	16.08	B
12	Calle Chuquisaca y calle Tarija	Tarija	izquierdo	2.52	A
			derecho	1.46	A
		Chuquisaca	izquierdo	0.60	A
			derecho	0.81	A
13	Tarija-av. Barrientos Ortuño	Tarija	izquierdo	1.79	A
			derecho	2.03	A
		Barrientos Ortuño	izquierdo	1.07	A
			derecho	1.07	A
14	Av. petrolera-José Yache	Avenida petrolera	izquierdo	16.00	B
			derecho	16.52	B
		José Yache	izquierdo	23.64	C
			derecho	16.59	B
15	Av. petrolera - Barrientos Ortuño	Av. Petrolera	izquierdo	0.62	A
			derecho	1.71	A
		Barrientos Ortuño	izquierdo	1.14	A
			derecho	0.31	A

Fuente: Elaboración propia

TABLA 55: RESUMEN DE PEATONES 10:00-11:00. ZONA COMERCIAL MERCADO BOLÍVAR

N.º	intersección	calle	lado de acera	Vp (p/min/m)	Nivel de servicio
16		Av. Bolívar	izquierdo	0.37	A

	Av. Bolívar y Aniceto arce		derecho	0.20	A
		Barrientos	izquierdo	0.08	A
		Ortuño	derecho	0.22	A
17	Aniceto arce y mariscal Andrés de Sta. Cruz	Aniceto arce	izquierdo	0.26	A
			derecho	0.21	A
		mariscal Andrés de Sta. Cruz	izquierdo	0.08	A
			derecho	0.03	A
18	Av. Bolívar y José Manuel Belgrano	Av. Bolívar	izquierdo	0.46	A
			derecho	0.54	A
		José Manuel Belgrano	izquierdo	0.22	A
			derecho	0.21	A
19	José Manuel Belgrano y mariscal Andrés de Sta. Cruz	José Manuel Belgrano	izquierdo	3.68	A
			derecho	13.25	A
		mariscal Andrés de Sta. Cruz	izquierdo	1.74	A
			derecho	6.58	A
20	José Manuel Belgrano y Gualberto Villarroel	José Manuel Belgrano	izquierdo	6.00	A
			derecho	5.47	A
		Gualberto Villarroel	izquierdo	19.81	B
			derecho	17.22	B
21	José Manuel Belgrano y av. German Bush	José Manuel Belgrano	izquierdo	0.16	A
			derecho	0.14	A

		av. German	izquierdo	0.05	A
		Bush	derecho	0.08	A
22	Avenida Luis de Fuentes y potosí	Avenida Luis de Fuentes	izquierdo	0.32	A
			derecho	0.21	A
		potosí	izquierdo	0.08	A
			derecho	0.05	A
23	Avenida Luis de Fuentes y avenida Bolívar	Avenida Luis de Fuentes	izquierdo	3.51	A
			derecho	3.22	A
		avenida Bolívar	izquierdo	0.22	A
			derecho	0.12	A
24	Av. Luis de Fuentes y mariscal Andrés de Sta. Cruz	Av. Luis de Fuentes	izquierdo	4.48	A
			derecho	3.13	A
		mariscal Andrés de Sta. Cruz	izquierdo	2.40	A
			derecho	1.84	A
25	Av. Luis de Fuentes y Gualberto Villarroel	Av. Luis de Fuente	izquierdo	18.25	B
			derecho	16.00	B
		Gualberto Villarroel	izquierdo	10.67	A
			derecho	13.28	A
26	Av. Luis de Fuentes y av. German Bush	Av. Luis de Fuentes	izquierdo	0.14	A
			derecho	0.37	A
		av. German Bush	izquierdo	0.07	A
			derecho	0.10	A

27	Av. Luis de Fuentes y Alfredo Ametller	Av. Luis de Fuentes	izquierdo	0.09	A
			derecho	0.24	A
		Alfredo Ametller	izquierdo	0.13	A
			derecho	0.07	A
28	Av. Bolívar y Madrid	Av. Bolívar	izquierdo	0.20	A
			derecho	0.22	A
		Madrid	izquierdo	0.09	A
			derecho	0.05	A
29	Calle Madrid y Gualberto Villarroel	Madrid	izquierdo	1.11	A
			derecho	0.26	A
		Gualberto Villarroel	izquierdo	0.33	A
			derecho	0.15	A
30	Calle Madrid y Alfredo Ametller	Madrid	izquierdo	0.18	A
			derecho	0.11	A
		Alfredo Ametller	izquierdo	0.14	A
			derecho	0.09	A

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

**ANÁLISIS DE RESULTADOS, CÁLCULOS Y
PROPUESTAS DE SOLUCIÓN**

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS, CÁLCULOS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN

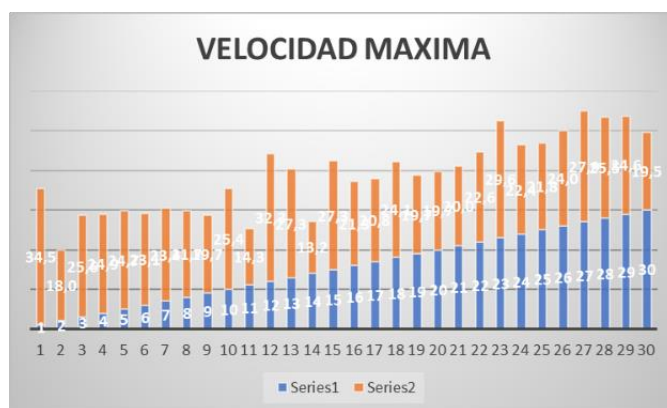
4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis de los resultados de las velocidades

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

Las velocidades en las diferentes intersecciones son casi constantes debido a que en algunas de las intersecciones hay una reducción en comparación con los demás accesos. Una de las consecuencias de que los vehículos tengan velocidades bajas es que no se requiere velocidades altas para llegar de un punto a otro.

TABLA 56: VELOCIDAD MÁXIMA



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente gráfica solo se muestra la velocidad máxima en cada una de las intersecciones. En todas las intersecciones de estudio la velocidad no sobrepasa los (34.5 km/h), pero no bajan de los (13.2 km/h), debido a muchos factores encontrados en las mediciones de la velocidad la cual mencionamos a continuación.

Una de las mayores velocidades que se tiene es en la Av. Petrolera y c. Colorados de Bolivia que está entre (34.5 km/h), debido a que, en esta avenida, donde se midió la velocidad, está

en una parte de la zona transitada y la calzada; además esta vía es una avenida principal de la ciudad.

Las velocidades entre los rangos de (13.2 – 27.3 y 22.4 km/h) se encuentran en una de las avenidas de esta zona (Av. / Petrolera) y en algunas de las calles donde la velocidad tiende a reducir un poco debido a que estas vías se encuentran con un nivel de servicio tipo D lo cual significa que existe un grado forzado provocando un recorrido lento en velocidad.

Las velocidades que se encuentran en los rangos de (14.3 y 29.6 km/h) es porque estas intersecciones son poco transitadas, pero cuentan con un ancho de calzada amplio; sin embargo, los pocos vehículos que transitan por ahí van a la velocidad establecida para la zona por parte de la alcaldía (20 km/h).

4.1.2 Análisis de los resultados de nivel de servicio

A través de los resultados obtenidos de volúmenes vehiculares y con la relación V/C se pudo determinar los niveles de servicio de las intersecciones en cada uno de sus accesos en la zona de estudio “Zona las chalanas y Mercado Bolívar”; sin embargo las intersecciones 1, 14, 15 ,24 (Av./ Petrolera y Av./ Luis de Fuentes) presentan un nivel de servicio tipo D es decir próximo a inestable siendo avenidas consideradas estructurales para la ciudad presenta un grado de congestionamiento visible para el usuario como se puede observar en la tabla en el lado izquierdo de esta.

Considerando que las avenidas Av./ Petrolera y Av./ Luis de Fuentes cuenta con un ancho de calzada de 12m se procedió a realizar un nuevo cálculo con un ancho de 6m por acceso dando como resultado niveles de servicio tipo C como se observa en la tabla de lado derecho.

TABLA 57: NIVEL DE SERVICIO

Inter.	Nivel de Servicio Actual				Inter.	Nivel de Servicio Corregido			
	Acceso	Acceso	Acceso			Acceso	Acceso	Acceso	
	1	2	3			1	2	3	
Nº1	D	D	D		Nº1	C	C	C	
Nº14	D	D	D		Nº14	C	C	C	

N°15	D	D	D		N°15	C	C	C	
N°24	D	D	-		N°24	C	C	-	

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, dentro de las zonas se obtuvo niveles de servicios del tipo A (flujo libre) esto debido a la poca circulación que hubo en estos últimos tiempos con país vecino para la comercialización e intercambio de productos esto se pudo observar durante los aforos en el transcurso de la elaboración del presente trabajo.

Las intersecciones N°8 N°13 N°23 presentan un grado de congestionamiento con un nivel de servicio tipo C y esto es debido al tiempo de fase lento de los semáforos que se encuentran en estos puntos de estudio; provocando un caos vehicular además que los usuarios no cuentan con señalización de restricciones para evitar estos conflictos.

En base a los resultados de las variaciones de volúmenes de tránsito de máxima demanda se determina que los volúmenes vehiculares no son constantes ya que tienden a ascender en intervalos de cada 15 min dentro de las horas pico.

4.1.3 Análisis de los resultados de los estacionamientos

Los estacionamientos en las vías públicas, es recomendable que se encuentren en paralelo a la calzada para evitar los congestionamientos, accidentes de tránsito a lo largo de la calzada. La demanda máxima de vehículos que se encuentra en las diferentes calles que se aforaron es la siguiente: (28), esta demanda se encuentra donde existe mayor fluidez de vehículos.

La duración media de los vehículos estacionados en cada una de las casillas se encuentra entre un promedio de (0.8783), esto es debido a que se encuentran en una avenida donde existe bastante comercio y paradas para los diferentes vehículos.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los índices de rotación de los estacionamientos para la zona de las chalanas un vehículo tiene ocupado los estacionamientos o casillas, que se encuentran en un rango de (0.29-0.94) mientras que en la zona del mercado Bolívar los índices de rotación de estacionamiento se encuentran en un rango de (0.22-0.94) lo que representa que un vehículo estará estacionado más de una hora; y esto puede ser a causa de muchos factores como comprar, trabajo, descanso en el trayecto del viaje, o por muchos factores ajenos a estos.

4.1.4 Análisis de resultados de peatones

De los datos y resultados obtenido del aforo de volumen de peatones podemos determinar que en los puntos de aforo sus niveles de servicio se encuentran dentro de un parámetro estable (Flujo tipo A, B y C) esto debido a baja circulación de peatones, una de las causas principales que se pudo observar es debido a la baja comercialización e intercambio de productos con el vecino país.

4.1.5 Análisis de resultados de la semaforización

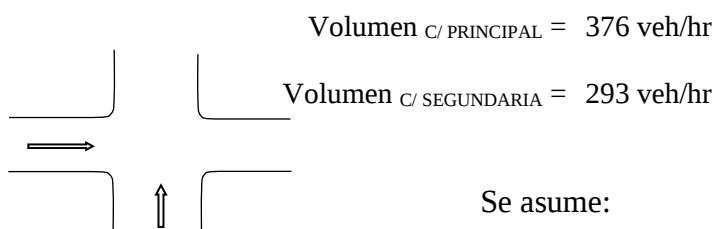
Analizando los datos obtenidos de volúmenes de vehículos de las intersecciones estudiadas de la zona, podemos determinar que estos valores no llegan a cumplir con los requisitos mínimos de las seis condiciones mencionadas en el capítulo II, es por esta razón que la colocación de semáforos no es necesaria para la zona además que en las intersecciones que tienen un volumen elevado ya se cuentan con la respectiva semaforización.

4.2 Cálculo de semaforización

4.2.1 Ejemplo de cálculo de tiempos y ciclos de semáforos

Como ya se mencionó en el análisis de datos, en la zona no corresponde la colocación de semáforos; a continuación, se realiza un ejemplo: para los cálculos de tiempo y ciclos se opta por el método en el cual se opera directamente con los volúmenes totales. El resto de los cálculos para las demás intersecciones se encuentra en los anexos.

Calculo de intersección 7 calle Chuquisaca y Cochabamba



$$T_{AP} = 3 \text{ seg}$$

$$T_{AS} = 3 \text{ seg}$$

TIEMPO DE CICLO


$$T_c = 40 \text{ seg}$$

$$T_C = T_{VP} + T_{VS} + T_{AP} + T_{AS} \quad \dots \text{ec.}(1)$$

$$\frac{T_{VP}}{T_{VS}} = \frac{VP \cdot T_{AP}}{VS \cdot T_{AS}} \quad \dots \text{ec.}(2)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones:



De ec.(1)... $40 \text{ seg} = T_{VP} + T_{VS} + 6 \text{ seg}$ $T_{VP} = 34 \text{ seg} - T_{VS}$...ec.(3)

De ec.(2)... $T_{VP}/T_{VS} = 1,283$ ec.(4)

De ec.(3) y (4)....

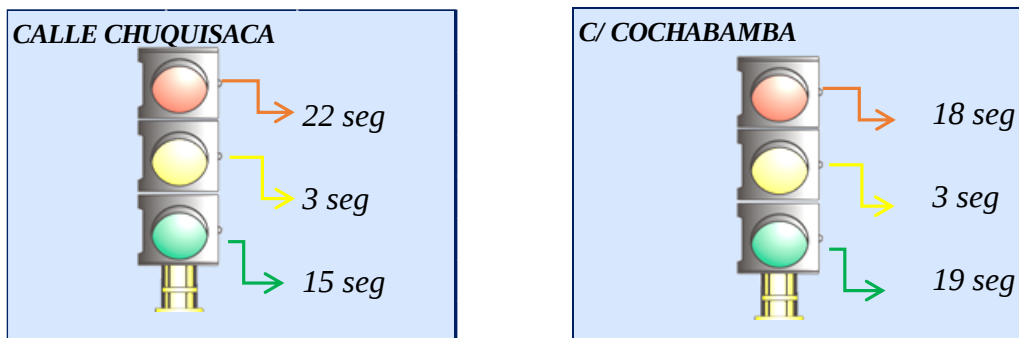


$$T_{VP} = 15 \text{ seg}$$

$$T_{VS} = 19 \text{ seg}$$

FIGURA 62: SEMAFOROS CALLE CHUQUISACA Y COCHABAMBA

Fuente:



Elaboración propia

4.3 Propuestas de alternativas de solución

Propuesta N°1

Habiendo realizado el cálculo de los tiempos de fase de semáforos de las intersecciones con mayores volúmenes pero que actualmente dichas intersecciones ya cuentan con semáforos es

que se propone el cambio de nuevos tiempos de fase para mejorar la circulación vehicular estos tiempos se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 58: PROPUESTA DE TIEMPOS DE FASE DE SEMAFORIZACIÓN

Nº			Tiempos de fase actual			Tiempos de fase en función al volumen actual		
			rojo	amarillo	verde	rojo	amarillo	verde
7	Cochabamba		20	3	17	18	3	19
	Chuquisaca		17	3	20	22	3	15
8	Cochabamba		23	3	17	21	3	16
	Barrientos Ortuño		17	3	23	19	3	18
13	Tarija		23	3	22	25	3	12
	Barrientos Ortuño		22	3	23	15	3	22
16	Av. Bolívar		15	3	15	14	3	23
	aniceto arce		15	3	15	26	3	11
18	Av. Bolívar		15	3	15	7	3	30
	José Manuel Belgrano		15	3	15	33	3	4
23	Avenida Luis de Fuentes		20	3	17	20	3	17
	avenida Bolívar		20	3	17	20	3	17
25	Av. Luis de fuente		33	3	15	10	3	22
	Gualberto Villarroel		33	3	12	25	3	7

Fuente: Elaboración propia

Propuesta N°2

Como se puede ver en la tabla de niveles de servicio de las intersecciones ubicadas sobre las avenidas Av./ Petrolera y Av./ Luis de Fuentes la mayor parte de sus accesos presentan un tipo de servicio tipo D, estas intersecciones presentan mayores dificultades que las anteriores, puesto que la demanda de lugares de parqueo es alta; habiendo realizado un cálculo con un ancho de calzada de 12m y 6m por acceso se obtuvo niveles de servicio tipo C; tomando en cuenta que estas avenidas son consideradas avenidas estructurales en la ciudad es que se las

propone como segunda alternativa observando que se puede llegar a proponer una prohibición de estacionamiento en las avenidas Av./ Petrolera y Av./ Luis de Fuentes; actualmente se usa ambos lados de las avenidas para parqueo, perjudicando el flujo vehicular, por lo que se deberá restringir el estacionamiento además se deberá realizar una división de carriles para que pueda funcionar con sentidos de 2x2 a través de señalización horizontal, de igual manera se realiza la implementación de señalización vertical en diferentes intersecciones, por lo tanto, la restricción fue una opción viable, siendo la única manera de subir el nivel de servicio.

Propuesta N°3

Actualmente en las zonas de estudio las chalanas y mercado bolívar se pueden observar que existe incremento de volumen vehicular en ciertas intersecciones; por tal motivo se propone lo siguiente: restringir en las horas 6:30 am a 8:30 am, 11:30 a 13:30 y de 5:30 pm a las 7:30 pm de lunes a viernes para los vehículos particulares con placas terminadas en 0 y 1 el lunes; los martes los terminados en 2 y 3, miércoles 4 y 5; y así sucesivamente. Los sábados y domingos no operará la medida. Cada tres meses se rotará los días para cada par de números, procurando evitar que las personas compren un segundo vehículo con otra placa.

4.4 Señales a implementar

Todas las alternativas propuestas anteriormente serán de mejor funcionamiento a través de la implementación de señalización horizontal y vertical.

4.4.1 Señales horizontales a implementar

TABLA 59: SEÑAL HORIZONTAL A IMPLEMENTAR

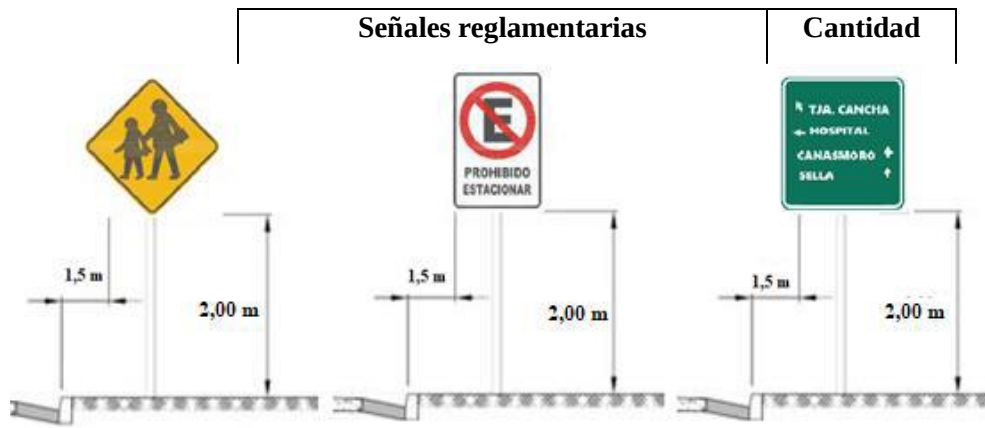
Líneas longitudinales
Líneas de eje
Líneas de carril
Líneas de borde de calzada
Líneas transversales
Líneas pare

Líneas cruce peatonal tipo cebra
Flechas
Flecha recta
Flecha de viraje
Flecha recta y de viraje
Otras demarcaciones
Achurados

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Señales verticales a implementar

TABLA 60: SEÑALES A IMPLEMENTAR



Prohibido estacionar	SR-28a	10	
Velocidad máxima	SR-30	8	
Señales preventivas		Cantidad	
Resalto	SP-14	7	13
Zona escolar	SP-53	6	
Señales informativas		Cantidad	
De dirección	ID	4	10
Parada de buses	IO-3	6	
Total, señales			67

Fuente: Elaboración propia

De estas señales que se presentan ya se tiene en las zonas de estudio señales preventivas, pero requieren de un mantenimiento.

FIGURA 63: EJEMPLO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL A IMPLANTAR

Fuente: Elaboración propia

De estas señales que se presentan ya se tiene en la zona dos señales de prevención y cuatro reglamentarias por lo que se implementarán 11 señales preventivas y 40 señales reglamentarias quedando un total de 61 señales verticales.

4.5 Presupuesto general

4.5.1 Ítems para la obra

TABLA 61: ÍTEMS DE OBRA

Ítem N°	Descripción
1	Pintado de señal horizontal
2	Señal vertical preventiva (0,60 m x 0,60 m)
3	Señal vertical restrictiva (0,60 m x 0,90 m)
4	Señal vertical informativa (0,70 m x 0,70 m)
5	Provisión y colocado de tachones

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Especificaciones técnicas

Descripción

El trabajo consistirá en la ejecución de un sistema de señalización horizontal y vertical, llevada a cabo de acuerdo con esta especificación y las instrucciones integrantes del "Manual

Técnico para el Control del Tránsito" utilizado. Comprenderá la instalación de placas y pintura de fajas en la calzada.

La ubicación, forma y tipo, obedecerán al diseño de la señalización vertical.

La señalización horizontal consistirá en la colocación de fajas de pintura reflectada en la superficie de la calzada. Las fajas serán intermitentes en el eje central del pavimento con sectores continuos en aquellas zonas que sea prohibido el ultrapasaje. Cuando se establezca demarcación en los bordes del pavimento, las fajas serán continuas.

Las fajas discontinuas constarán de segmentos de 3.00 m. de longitud espaciados cada 5.00 m, excepto cuando se especifique de otra manera en el diseño, o lo que indique el Supervisor.

Los tachones que se colocarán operan como reductor de velocidad en los sectores de las zonas próximas a zonas escolares y que consiste en la elevación transversal mediante estos dispositivos en una sección determinada de la vía.

Esta operación comprende la provisión y colocación de tachones reflectantes para la demarcación de pavimentos.

Los tachones deberán tener una o dos caras reflectantes, de los colores que se señalan en el proyecto o en esta especificación, y que no se contraponga a las especificaciones técnicas del proyecto y especificaciones de la ABC.

Pintado de señal horizontal

Materiales

Los materiales incorporados al trabajo deberán cumplir con pruebas para composición, tiempo de secado, consistencia, oxidación, características de fijación, visibilidad y durabilidad.

La pintura será de color blanco y amarillo sobre la que se aplicarán las micro esferas de vidrio convenientemente graduadas.

La pintura deberá ligarse adecuadamente con las micro esferas de vidrio, de tal manera que produzcan máxima adhesión, refracción y reflexión. Se colocarán las micro esferas de vidrio

en la faja de pintura fresca en la proporción de 6 libras de micro esferas de vidrio por cada galón de pintura (0,73 Kg. por cada litro).

El espesor de la película húmeda de pintura aplicada será de 0,038 cm., la que deberá secar suficientemente dentro de una hora después de aplicada de tal manera que no se ensucie bajo el tráfico.

El color, opacidad y fijeza de la pintura será igual al de la muestra. Cuando esté seca, mostrará un terminado blanco (o amarillo en su caso), opaco y fijo sin tendencia al color gris o pérdidas de color cuando se la exponga a la luz directa del día por siete horas.

Se presentará al SUPERVISOR una muestra de un galón que el fabricante propone suministrar, acompañada de un certificado que acredite cumplimiento de las presentes especificaciones, por lo menos 30 días antes de iniciar el trabajo de demarcación. No se comenzará el trabajo si la pintura propuesta no cumple todos los requisitos establecidos.

Las micro esferas de vidrio de vidrio deberán cumplir los siguientes requisitos:

Las micro esferas de vidrio se fabricarán de vidrio diseñado para tener una alta resistencia al desgaste del tráfico y a los efectos climatológicos.

Las micro esferas de vidrio serán de forma esférica, no conteniendo más del 25% de partículas irregulares. Estarán libres de partículas angulares y de partículas que muestren en su superficie manchas blancas, estrías o incisiones.

Equipo

La naturaleza, capacidad y cantidad de equipo a ser utilizada depende del tipo y dimensiones del servicio a ejecutar. El superintendente presentará una relación detallada del equipo a ser empleado en la obra o conjunto de obras. Se exigirá la presentación de equipo mecánico autorizado para la ejecución del pintado de las fajas continuas y discontinuas.

Ejecución

El trabajo se efectuará por trabajadores competentes y empleando los materiales, métodos y equipo aprobados por el supervisor.

La pintura para la demarcación se aplicará estando, la superficie del pavimento limpia y seca, mediante equipo mecánico. La proporción de la aplicación será como mínimo de 6 galones (22,7 Kg.) por cada 100 m². Los glóbulos se aplicarán en la proporción de 6 libras por galón (0,72 Kg. por litro).

Control por el ingeniero

El control por el supervisor se efectuará siguiendo estrictamente las normas establecidas. Previamente a la iniciación de los trabajos se controlarán las condiciones de limpieza de las superficies a pintar, condiciones del equipo y experiencia del personal.

Medición

Las fajas de demarcación para la señalización horizontal serán medidas por metro cuadrado (m²), terminada y aceptada. No se efectuará medición separada de los glóbulos de vidrio para propósitos de pago.

Forma de pago

El pago se hará de acuerdo a lo indicado a lo anterior, al precio unitario definido en el proyecto, por toda actividad ejecutada conforme a esta especificación y aceptada por el supervisor.

Dichos pagos incluyen el suministro y colocación de todos los materiales (pintura, micro esferas de vidrio, etc.), así como toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar la obra descrita en esta especificación.

Señal vertical (Preventiva 0,60 m x 0,60 m)

Materiales

Las chapas de acero de las placas para señales serán de 2 mm de espesor para las señales cuyo lado mayor no sobrepase 0.90 m. obedeciendo la especificación ASTM-A366.

La pintura para las placas obedecerá a las especificaciones AASHTO M-70 y M-72.

Ejecución

Todas las estructuras para el sostén de las señales deberán construirse de modo que se mantengan fijas y resistan la acción de la intemperie. Las señales serán mantenidas siempre en un poste único.

Las estructuras de sostén de las señales deberán estar perfectamente verticales y colocadas a las alturas fijadas por el diseño. El relleno de sus fundaciones deberá ejecutarse con hormigón de dosificación 1:3:4 perfectamente consolidado.

Soportes metálicos

Los postes para el sostén de las señales serán metálicos de diámetro igual a 3 pulg. colocados a una profundidad no menor a 0.45 m.

Chapas para señales

Las chapas para señales serán metálicas, en planchas de acero laminadas en frío, calibre.

Previamente las chapas serán desoxidadas, fosfatadas y preservadas contra la oxidación.

El acabado será efectuado con esmalte sintético en los colores convencionales. Las letras, fajas, flechas y designaciones serán ejecutadas en película reflectante tipo Scotchlite.

Las chapas serán fijadas en los soportes metálicos por medio de pernos galvanizados con rosca y dos arandelas de presión de 3/8" x 3" en cada poste.

Control por el ingeniero

El control por el supervisor se efectuará siguiendo estrictamente las normas establecidas. Igualmente, se verificará que los letreros de señalización, soportes y seguros cumplan con las especificaciones.

Medición

La señalización vertical será medida por pieza de señal de tráfico ejecutada, instalada y aceptada, de acuerdo al tipo de placa.

Forma de pago

El pago se hará de acuerdo a lo indicado en el inciso anterior, al precio unitario definido en el proyecto, por toda actividad ejecutada conforme a esta especificación y aceptada por el supervisor.

Dichos pagos incluyen el suministro y colocación de todos los materiales (acero de refuerzo, hormigón, encofrados, clavos, plancha de acero, pernos, tuercas con arandelas, etc.), excavación, relleno, colocación de postes, placas, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para completar la obra prescrita en esta especificación.

4.5.3 Cálculos métricos

TABLA 62: CÁLCULOS MÉTRICOS

Descripción	Unid.	Cantidad
Pintado de señal horizontal	m ²	1846,2
Señal vertical preventiva (0,60 m x 0,60 m)	pza	11
Señal vertical restrictiva (0,60 m x 0,90 m)	pza	40
Señal vertical informativa (0,70 m x 0,70 m)	pza	10
Provisión y colocado de tachones	pza	88

Fuente: Elaboración propia

TABLA 63: PRESUPUESTO GENERAL

Ítem N°	Descripción	Unid.	Cant.	P. U. (bs)	Costo ítem
1	Pintado de señal horizontal	m ²	1846,2	183,165	338159,223
2	Señal vertical preventiva (0,60 m x 0,60 m)	pza	11	1457,190	16029,090
3	Señal vertical restrictiva (0,60 m x 0,90 m)	pza	40	1922,640	76905,600
4	Señal vertical informativa (0,70 m x 0,70 m)	pza	10	1793,355	17933,550
5	Provisión y colocado de tachones	pza	88	256,290	22553,520
Costo (bs) =		471580,983	Cuatrocientos setenta uno mil quinientos ochenta y 983/100 bolivianos.		
Costo \$us. =		67755,888	Sesenta y siete mil setecientos cincuenta y cinco y 888/100 dólares.		

Fuente: Elaboración propia