

CAPITULO I
DISEÑO TEORICO Y METODOLOGICO

CAPITULO I

DISEÑO TEORICO Y METODOLOGICO

1.1 INTRODUCCION

En los últimos años se observa un crecimiento en nuestra ciudad, zonas de recreación a lo cual también creció el tráfico vehicular zonas que el flujo de circulación se interrumpa; se implementó nuevas avenidas con el objetivo de mejorar y descongestionar sectores de mayor conflicto.

Este aumento en el flujo vehicular ha creado una inquietud acerca de la respuesta que brinda las vías de acceso en diferentes casos, ¿Tienen una capacidad adecuada?, ¿El nivel de servicio es bueno?, ¿Qué hacer con las zonas de velocidad máxima?, ¿El congestionamiento, señalización, semaforización si se tiene en cuenta el crecimiento del parque automotor? Son interrogantes que surgen al pensar en el futuro de la infraestructura vial de la región.

Con el apoyo de la ingeniería de tránsito se puede responder a las exigencias viales, estimando la demanda del transporte, del tránsito, de la capacidad vial, y de los niveles de servicio, entre otras variables, el cual nos permita un mejor nivel de servicio y flujo de circulación.

Este proyecto esta dividido en 4 capítulos. En el capítulo 1, se describe el planteamiento del problema, objetivos del trabajo a realizar y el alcance que se pretende. Luego en el capítulo 2 nos habla del marco teorico el cual define conceptos de la ingenieria de Tránsito.

En el capítulo 3 ahí se hace una zonificacion ya anilisis de la zona en estudio, para lo cual se realizara el aforo y toma de tiempos, en el cual se aplicara en todo el proyecto para realizar esta evaluacion y poder determinar el analisis de resultado y llegar a una propuesta de solucion que va a ser necesaria a lo largo de las avenidas en estudio asi como tambien de los semaforos para regular el transito vehicular, y asi reducir los accidentes de transito. Por último en el capítulo 4 se presentan las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron luego de realizar una evaluación del comportamiento del flujo vehicular de las intersecciones para los diferentes escenarios.

El aporte académico en este proyecto es de coadyuvar con las autoridades municipales con su respectiva secretaria de tráfico y transporte para que se pueda aplicar y dar solución al problema que se estudia; la realización de este proyecto ayudara a conductores y peatones tanto en su seguridad como en la regulación de circulación vehicular de manera más ordenada.

1.2 ANTECEDENTES

En la ciudad de Tarija el crecimiento del parque automotor tuvo un ascenso considerable por lo cual las calles y venidas provocan un congestionamiento en horas pico, además la avenida Panamericana a la altura de tránsito hasta la salida del mercado campesino, se convirtió en una avenida transida por lo cual las avenidas en estudio darán una solución al tráfico.

La ingeniería de tráfico, nació con la necesidad de ordenar el tráfico en las calles, tanto de los vehículos como de los peatones; ha sido estudiada para aplicarla en la realización del análisis de tráfico en nuestra ciudad, sus causas y su falta de planificación.

La simulación de sistemas es una herramienta que se ha expandido gracias a la disponibilidad de computadoras que le aportan; va a ser aplicada en el presente trabajo para llegar a determinar condiciones de funcionamiento que permitan mejorar el entendimiento de los modelos de tráfico, observando su comportamiento dinámico, tanto el actual como el resultante, luego de proyectar valores a los parámetros de funcionamiento, con el fin de determinar qué condiciones permiten mejorar el flujo vehicular.

1.3 JUSTIFICACION

En los últimos años la población de la ciudad de Tarija ha crecido exponencialmente, y este crecimiento poblacional ha incrementado la cantidad de vehículos en la ciudad, se puede detectar rápidamente que esto genera el caos vehicular que la ciudad vive a diario, por ello se ve la necesidad de mejorar el flujo de circulación entre la avenida Integración y la avenida Guadalquivir, para que sea capaz de adaptarse al cambio y pueda controlar el tráfico de esta forma mejorar la movilidad de este sector y la vez de la ciudad.

Técnico académico

La importancia de hacer un minucioso estudio de la semaforización y señalización en intersecciones, queda establecida por ser un parámetro de cálculo con grandes diferencias de acuerdo al lugar en el que se realizan. Este estudio debe ser regulado y controlado de la manera más detallada posible con el fin de generar un perfecto equilibrio entre el usuario de la vía y la infraestructura construida, de tal manera que se pueda garantizar la seguridad de los conductores y transeúntes beneficiarios de esta en todo momento.

Así, el presente trabajo permitiría mostrar los cambios en la transitabilidad de las avenidas para adaptarse a las velocidades promedios, y profundizar los conocimientos teóricos sobre los procesos de adaptación de las señalizaciones, además de tener un completo dominio del uso de cada uno de los procedimientos seguidos del estudio de la semaforización por el crecimiento vehicular, ayudando a la concientización de la población local con conocimientos en el área de Vías.

Social

En este aspecto va a mejorar el flujo vehicular y al peatón brindara seguridad al momento de cruzar las intersecciones.

Económico

En el aspecto económico ayudara en la uniformidad de los reductores de velocidad, por lo cual ayuda a conservar más los vehículos.

1.4 SITUACION PROBLEMICA

1.4.1 Conceptualización puntual del objeto de estudio.

El objeto de estudio parte del crecimiento vehicular y de la construcción de edificios que en estos últimos años ha tenido nuestra ciudad, por ejemplo: instituciones, centros comerciales, edificios donde asisten un gran flujo de personas; se convierte en una vía de acceso rápido para entrar o salir de la ciudad, donde sus intersecciones no están bien señalizadas, no existe educación vial por parte de conductores y peatones.

1.4.2 Descripción del fenómeno ocurrido.

La existencia de usuarios que circulan en distintas direcciones en las intersecciones o cruces peatonales genera conflictos entre ellos que deben ser regulados para mantener niveles aceptables de servicio y seguridad de tránsito. En las intersecciones y cruces peatonales no semaforizados es posible identificar corrientes prioritarias y secundarias, donde las primeras tienen derecho preferente de paso sobre las segundas. De esta manera los usuarios de la corriente secundaria deben esperar que se produzca un intervalo de tiempo, o brecha, de extensión suficiente en la corriente prioritaria para poder cruzarla.

1.4.3 Breve explicación de la perspectiva de solución.

La perspectiva de solución es realizar una evaluación de las perspectivas de todas las intersecciones, y así de esta manera , para lograr una adecuado flujo vehicular que será más continuo.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el flujo vehicular de las intersecciones de las avenidas Integración y Guadalquivir; mediante aforos en tiempos determinados por normativa; de tal manera, se pueda establecer las condiciones actuales de transitabilidad.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar el aforo vehicular en las intersecciones de estudio.
- Determinar la capacidad y nivel de servicio de las intersecciones estudiadas.
- Determinar la velocidad de circulación en ambas avenidas, a través de los diferentes tipos de velocidad.
- Revisar los tiempos de fase en los semáforos de las intersecciones de estudio y verificar con las condiciones si hay que implementar semáforos.
- Analizar la situación actual del estado en el que se encuentra la señalización del área estudiada.
- Implementar propuesta de solución en base a la evaluación y el análisis de resultado.

- Establecer conclusiones y recomendaciones del estudio realizado en base al documento final.

1.6 ALCANCE

El alcance del presente proyecto de será de evaluar las condiciones actuales de flujo vehicular en las intersecciones de estudio como fin de establecer soluciones apropiadas al problema basados en los resultados dados.

Se estudiará sobre el conocimiento general de los elementos de tráfico como ser: elemento usuario, vía y vehículo más sus características y tipos de cada elemento; los parámetros esenciales del tráfico como ser la velocidad, volumen o intensidad de tráfico y densidad de tráfico; la capacidad y nivel de servicio. En la capacidad se vera la capacidad de vías interrumpidas, los diferentes métodos de cálculo de capacidades como ser el método INVIAS y el método HCM; y en el nivel de servicio los diferentes tipos de niveles de servicio de una de una carretera más su respectiva determinación del nivel de servicio y semaforización.

Se hará la medición de los parámetros del tráfico de la velocidad, volúmenes de tráfico; en la velocidad se hará la medición en campo de la velocidad en punto, velocidad de trayecto o de recorrido; en los volúmenes de tráfico se tomara los datos de aforos que nos podrán servir para hacer el respectivo cálculo de todos los parámetros de la ingeniería del tráfico como velocidad de punto, de recorrido, volúmenes de tráfico, capacidad y niveles de servicio, estacionamientos semaforización y señalización; una vez teniendo todos los respectivos cálculos se hará un análisis de resultados de cada parámetro.

Concluido el trabajo sobre el “EVALUACION DEL TRAFICO VEHICULAR EN INTERSECCIONES DE AVENIDA INTEGRACION Y AVENIDA GUADALQUIVIR” se obtendrá los resultados de cada parámetro de tráfico y así poder llegar a las conclusiones y recomendaciones que se quiere y pretende llegar.

1.7 HIPÓTESIS

La evaluación de tráfico normada en las intersecciones de las avenidas Integración y Guadalquivir determina la condición actual de flujo vehicular.

1.7.1. Identificación de variables

Variable Dependiente

y1=La condición actual del flujo vehicular

Como se trata de una investigación cuyo alcance es descriptivo, las variables independientes no son controladas y pueden ser muchas y no poder identificarse, en todo caso la operacionalización de variables se hará únicamente a la variable dependiente “condición actual del flujo vehicular”

1.7.2 Conceptualización y operacionalización de las variables

Tabla 1: Conceptualización y operacionalización de las variables

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicador	Valor/acción
Dependiente				
Condición actual del Flujo vehicular	Es el flujo de vehículos particulares y/o de transporte público que transitan por esta zona, con sus respectivas de tráfico (volumen, velocidad y capacidad de tráfico.	Características de trafico	Volumen(vehículo/hora) Velocidad (km/h) Capacidad(veh/hora) Tipo de señales (verticales, horizontales)	Si es eficiente la vía, el tráfico es normal y no hay congestionamiento

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II
ESTADO DE CONOCIMIENTO

CAPITULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Definición de ingeniería de tráfico

Se define como la rama de la ingeniería que trata del planeamiento, el proyecto geométrico y explotación de las redes viarias, instalaciones auxiliares (aparcamientos, terminales, etc.) y zonas de influencia, así como de su relación con otros medios de transporte.

Tiene como objetivo principal de la Ingeniería de Tráfico es conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, rápida y económica.

La Ingeniería de Tránsito analiza lo siguiente:

2.1.1.1 Características del tránsito

Se utilizan diversas magnitudes que reúnen las características de los vehículos y usuarios.

Estas magnitudes son: La velocidad, el volumen, la densidad, la separación entre vehículos sucesivos, intervalos entre vehículos, tiempos de recorrido y demoras, origen y destino del movimiento, la capacidad de las calles y carreteras, se analizan los accidentes, el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas, etc. Por otro lado, se estudia al usuario todas las reacciones para maniobrar el vehículo como ser: Rapidez de reacción para frenar, para acelerar, su resistencia al cansancio, etc.

2.1.1.2 Señalamiento y dispositivos de control

Su función principal es la determinar los proyectos, construcción, conservación y uso de las señales.

2.1.1.3 Planificación vial

Es necesario analizar y realizar investigaciones para poder adaptar el desarrollo de las calles y carreteras a las necesidades del tránsito, y de esta manera conocer los problemas que se presentan al analizar el crecimiento demográfico, las tendencias del aumento en el número de vehículos y la demanda de movimiento de una zona a otra. Se debe establecer claramente los objetivos concretos y operacionales que se quiere alcanzar. Dadas las

características del vehículo moderno se plantea construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, es decir, que se busca el equilibrio de la oferta y la demanda, este tipo de solución es casi imposible de aplicar en las ciudades actuales porque equivaldría a destruir todo lo existente y construir las vialidades con especificaciones modernas.

2.1.2 Elementos fundamentales del tráfico

Los tres elementos fundamentales que componen el tráfico son: el usuario (relacionado con conductores y peatones), el vehículo y la vía (calles y vías).

2.1.2.1 El conductor (usuario)

Es el elemento más importante de la circulación diaria. El movimiento de los vehículos en la carrera depende fundamentalmente de ellos, y la calidad de circulación es el resultado de su mayor o menor habilidad para adoptar el movimiento de sus vehículos a las características de la carretera y la circulación. La forma de conducir depende de inmensurables variables que incluyen sus condiciones físicas y psíquicas, sus conocimientos, su estado de ánimo en un momento preciso.

Se puede suponer como peatón potencial a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años, prácticamente todos somos peatones.

2.1.2.2 Vehículo

El elemento vehículo es el elemento que más ha evolucionado desde su aparición y ha ido cambiando al pasar el tiempo, adquiriendo mayores velocidades, mayor potencia, mayor maniobrabilidad, etc.

Para que la circulación sea segura, económica y cómoda para conductores y pasajeros, al proyectar las carreteras es necesario tener en cuenta las características de los vehículos. Estas características pueden ser muy diferentes de unos vehículos a otros, ya que actualmente circulan tipos muy variados.

La forma de clasificar la variedad de vehículos que circulan por la vía de estudio se basa en el agrupamiento de vehículos que tienen comportamiento similar en las vías públicas y se detalla a continuación:

- Vehículos livianos: Son vehículos destinados al transporte de no más de ocho personas por lo común. Este tipo de vehículo comprende los automóviles o coches (públicos y particulares), jeeps, vagonetas y camionetas pequeñas; vehículos generalmente de 4 ruedas. No se ha tomado en cuenta bicicletas ni motocicletas, puesto que no contribuyen significativamente en el tráfico total de la vía.

- Vehículos medianos: Son vehículos destinados al transporte de más de ocho personas o para transporte de carga. En este tipo se incluye los microbuses, camionetas grandes de transporte de mercancías y camiones simples pequeños; vehículos generalmente de 6 ruedas.

- Vehículos pesados: Se refiere a vehículos destinados al transporte de una importante cantidad de personas o para el transporte de grandes cargas, es decir, son vehículos de gran envergadura. Este tipo de vehículo incluye los autobuses (flotas), camiones simples y camiones combinados; vehículos generalmente de 6, 10 y 14 ruedas.

2.1.2.3 La vía

El tercer elemento fundamental es la circulación es la propia vía o camino por donde se mueven los vehículos. Se entiende por camino, aquella faja de terreno acondicionada para la circulación de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras y a nivel urbano las calles de la ciudad.

2.1.3 Características del tránsito

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

2.1.3 Volúmenes de tránsito absolutos o totales

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

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

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

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

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

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

2.1.3.1 Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios (TPD)

El TPD es una medida de tránsito fundamental, está definida como el número total de vehículos que pasan por un punto determinado durante un periodo establecido. El periodo debe estar dado como días completos y además estar comprendido entre 1 a 365 días.

El TPD se puede utilizar para:

- Planeamiento de las actividades de la carretera.
- Medición de la demanda actual.
- Evaluación del flujo de tráfico existente.
- En función del número de días del periodo establecido, los volúmenes de tránsito promedio diarios se clasifican en:

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), que es el promedio de 24 horas de conteo efectuados cada día en un año. El TPDA se utiliza en varios análisis de tráfico y transporte para:

- Estimación del número de usuarios en una carretera.
- Computo de los índices de accidentes.
- Establecimiento de las tendencias del volumen del tráfico.

- La evaluación de la viabilidad económica de la carretera proyectada.
- Desarrollo de autopistas y sistemas arteriales de calles.
- Desarrollo de programas de mejora y mantenimiento.

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

Transito Promedio Diario Mensual (TPDM)

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

Transito Promedio Diario Semanal (TPDS)

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

2.1.3.2 Volúmenes de Tránsito Horarios (VH)

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

2.1.3.3 Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

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

2.1.3.4 Volumen Pico Horario (VPH)

Es el número máximo de vehículos que pasan por un tramo de carretera durante un periodo de 60 minutos consecutivos. El VPH se utiliza para:

- Clasificaciones funcionales de las carreteras.
- Diseño de las características geométricas de la carretera, por ejemplo, número de carriles, señalización de intersecciones o canalización.
- Análisis de la capacidad.
- Desarrollo de programas relacionados con las operaciones del tráfico, por ejemplo, sistemas de una calle unidireccional o el encaminamiento del tráfico.
- Desarrollo de las regulaciones del estacionamiento.

2.1.3.5 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

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

2.1.3.6 Volumen horario-décimo (10vh), vigésimo (20vh), trigésimo anual (30vh)

Se define el volumen horario décimo anual como aquel que es excedido por 9 volúmenes horarios durante un año determinado. Así mismo el volumen horario vigésimo anual es aquel que es excedido por 19 volúmenes horarios y el volumen horario trigésimo anual que es excedido por 29 volúmenes horarios.

2.1.3.7 Volumen horario de proyecto

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

2.1.4 Uso específico de los volúmenes de tránsito

Desde un punto de vista específico y dependiendo de la unidad de tiempo en que se expresen los volúmenes de tránsito, estos se utilizan para:

2.1.4.1 Los volúmenes de tránsito anual (TA)

- Determinar los patrones de viaje sobre áreas geográficas
- Estimar los gastos esperados de los usuarios de las carreteras
Calcular índices de accidentes
- Indicar las variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras de cuota

2.1.4.2 Los volúmenes de Tránsito Promedio Diario (TPD)

- Medir la demanda actual en calles y carreteras

- Evaluar los flujos de tránsito actuales con respecto al sistema vial Definir el sistema de arterial de calles
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades o mejorar las existentes.
- Programar mejoras capitales

2.1.4.3 Los volúmenes de Tránsito Horario (TH)

- Determinar la longitud y magnitud de los periodos de máxima demanda.
- Evaluar deficiencias de capacidad.
- Establecer controles en el tránsito, como: colocación de señales, semáforos y marcas viales, jerarquización de calles, sentidos de circulación y rutas de tránsito; y prohibición de estacionamiento, paradas y maniobras de vueltas.
- Proyectar y rediseñar geoméricamente calles e intersecciones.

2.1.4.4 Las tasas de flujo (q)

- Analizar flujos máximos.
- Analizar variaciones del flujo dentro la hora de máxima demanda.

2.1.5 Métodos de aforo

2.1.5.1 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

2.1.5.2 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 7:00 hasta horas 20:00.

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, pero debido a que el estudio a realizar es en los colegios solo se aforará los días que hay clases, 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

2.1.6 Velocidad

La velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda recorrerlo. Se expresa como $V = e/t$, siendo V la velocidad, e el espacio y t el tiempo empleado.

Tabla 2: Velocidades máximas

Para vehículos livianos, motocicletas y similares			
Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado (Art. 142.g de la Ley)	Fuera del rango moderado (Art. 145.e de la Ley)
Urbana	50 km/h	>50 Km/h - <60Km/h	>60 Km/h
Perimetral	90 km/h	>90 Km/h - <120Km/h	>120 Km/h
Rectas en carreteras	100 km/h	>100 Km/h - <135Km/h	>135 Km/h
Curvas en carreteras	60 km/h	>60 Km/h - <75Km/h	>75 Km/h
Para vehículos livianos, motocicletas y similares			
Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado (Art. 142.g de la Ley)	Fuera del rango moderado (Art. 145.e de la Ley)
Urbana	40 km/h	>40 Km/h - <50Km/h	>50 Km/h
Perimetral	70 km/h	>70 Km/h - <100Km/h	>100 Km/h
Rectas en carreteras	90 km/h	>90 Km/h - <115Km/h	>115 Km/h
Curvas en carreteras	50 km/h	>50 Km/h - <65Km/h	>65 Km/h
Para vehículos livianos, motocicletas y similares			
Tipo de vía	Límite máximo	Rango moderado (Art. 142.g de la Ley)	Fuera del rango moderado (Art. 145.e de la Ley)
Urbana	40 km/h	>40 Km/h - <50 Km/h	>40 Km/h
Perimetral	70 km/h	>70 Km/h - <95 Km/h	>95 Km/h
Rectas en carreteras	70 km/h	>70 Km/h - <100 Km/h	>100 Km/h
Curvas en carreteras	40 km/h	>40 Km/h - <60 Km/h	>60 Km/h

Fuente: Ley del tránsito Bolivia

2.1.6.1 Velocidad de punto

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

2.1.6.2 Velocidad de recorrido

Llamada también velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida desde principio a fin de viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control ajenos a la voluntad del conductor. No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, etc. Para todos los vehículos o grupo de ellos, la velocidad media de recorrido es la suma de sus distancias recorridas divididas entre la suma de los tiempos totales de viaje. Si todos o el grupo de vehículos recorren la misma distancia, la velocidad media de recorrido se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el promedio de los tiempos de recorrido. Así, puede verse que la velocidad media de recorrido es una velocidad media espacial o con base en la distancia.

La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de fluidez en ciertas rutas; ya sea una con otra, o bien, en una misma ruta cuando se han realizado cambios para medir los efectos.

2.1.6.3 Velocidad de crucero

Para un vehículo la velocidad de marcha o velocidad de crucero, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido, por cualquier causa, por lo tanto, esta velocidad por lo general, será de valor superior a la de recorrido.

2.1.6.4 Velocidad de proyecto

Llamada también velocidad de diseño o directriz, es la velocidad máxima a la cual puede circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación todos aquellos elementos geométricos del alineamiento horizontal, vertical y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, sobreelevaciones, anchos de carriles y acotamientos, anchuras y alturas libres, etc. Dependen de la velocidad de proyecto y varían con un cambio de esta.

La selección de la velocidad de proyecto depende de la importancia o categoría de la futura vía de los volúmenes de tránsito que va a mover de la configuración topográfica de la región, del uso del suelo y de la disponibilidad de recursos económicos.

Al proyectar un tramo de una vía, es conveniente, aunque no siempre factible, mantener un valor constante para la velocidad de proyecto. Sin embargo, los cambios drásticos en condiciones topográficas y sus limitaciones mismas, pueden obligar a usar diferentes velocidades de proyecto para distintos tramos.

2.1.7 Capacidad

La capacidad se define como el máximo número de vehículos que pueden circular por una vía en un periodo determinado bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control. Refleja la habilidad de la vía para acomodar una corriente de movimiento de vehículos.

El Nivel de Servicio es una medida de la calidad de fluidez.

La Capacidad y Nivel de Servicio estimados son necesarios para la mayoría de las decisiones y acciones en la Ingeniería de Tráfico y Planes de Transportación.

2.1.8 Niveles de servicio

La capacidad y niveles de servicio son herramientas que permiten evaluar el desempeño de una intersección. Cuantitativamente, los Niveles de Servicio se establecen a partir de la Velocidad de Operación que permiten y la densidad (VL/Km/carril), para las

condiciones prevalecientes en la carretera. Dicho de otro modo, el límite inferior de un Nivel de Servicio queda definido por el volumen máximo que permite alcanzar la velocidad de operación especificada como propia de ese nivel.

Las características principales de operación que se dan dentro del rango correspondiente a cada nivel son:

Nivel A: Representa la condición de flujo libre, que se da con bajos volúmenes de demanda, permitiendo altas velocidades a elección del conductor. La velocidad está sólo limitada por la velocidad de diseño de la carretera, la que en todo caso debe ser al menos igual a 110 Kph, por definición de condiciones físicas exigidas para el nivel. Debe ser posible que todo usuario que lo desee pueda desarrollar velocidades de operación iguales o mayores que 96 Kph.

Nivel B: Representa la condición de flujo estable, los conductores aún pueden seleccionar sus velocidades con libertad razonable. Para poder brindar este nivel la carretera debe poseer una velocidad de diseño igual o mayor que 96 Kph. Todo usuario que lo desee podrá desarrollar velocidades de operación iguales o mayores que 80 pero menores que 96 Kph.

Nivel C: Representa aún condición de flujo estable, pero las velocidades y la maniobrabilidad están íntimamente controladas por los altos volúmenes de tránsito. La mayoría de los conductores no puede seleccionar su propia velocidad. En caminos con tránsito bidireccional hay restricción para ejecutar maniobras de adelantamiento. La velocidad de diseño exigida por el nivel debe ser de al menos 80 Kph y la velocidad de operación posible debe ser igual o mayor que 64 pero menor que 80 Kph.

Nivel D: Representa el principio del flujo inestable, con volúmenes del orden, aunque algo menores, que los correspondientes a la capacidad del camino. Las restricciones temporales al flujo pueden causar fuertes disminuciones temporales al flujo pueden causar fuertes disminuciones de la velocidad de operación. Los conductores tienen poca libertad para maniobrar, poca comodidad en el manejo, pero estas condiciones pueden tolerarse por cortos periodos de tiempo. La velocidad de operación fluctúa alrededor de 56 Kph.

Nivel E: Representa la capacidad del camino o carretera y por tanto el volumen máximo absoluto que puede alcanzarse en la vía en estudio. El flujo es inestable, con velocidades de operación del orden de 48 Kph. El nivel E representa una situación de equilibrio límite y no un rango de velocidades y volúmenes como los niveles superiores.

Nivel F: Describe el flujo forzado a bajas velocidades con volúmenes menores que la capacidad de la carretera. Estas condiciones se dan generalmente por la formación de largas filas de vehículos debido a alguna restricción en el camino. Las velocidades y las 26 detenciones pueden ocurrir por cortos o largos períodos debido a la congestión en el camino.

Para evaluar el funcionamiento de las intersecciones afectadas se utilizaron las técnicas del "Highway Capacity Software" (HCS2000), establece que el nivel de servicio de una intersección está dado por la demora promedio que sufren los vehículos en ella.

Tabla 3: Nivel de servicio

Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximos para entradas de intersecciones aisladas independientes		
Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0.0
B	Flujo estable	≤ 0,10
C	Flujo estable	≤ 0,30
D	Próximo a flujo inestable	≤ 0,70
E	Flujo inestable	≤ 1,0
F	Flujo forzado	'-b'

Fuente: HCM 2000

Tabla 4: Nivel de servicio para intersección por demora

Nivel de Servicio	Demora Promedio (segundos)	Nivel de Servicio	Demora Promedio (segundos)
A	< 10	A	< 10
B	10,10 - 15	B	10,10 - 20
C	15,10 – 25	C	20,10 – 55
D	25,10 – 35	D	35,10 – 55
E	35,10 – 50	E	55,10 – 80
F	> 50	F	> 80
Niveles de servicio para una intersección sin semáforo		Niveles de servicio para una intersección con semáforo	

2.1.9 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.

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.

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.

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.

Significado de los colores

Figura 1: Significado de los colores del semáforo



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.

Condiciones de Instalación

Para ser instalados semáforos independientes o redes de semáforos de tiempo predeterminado se deben cumplir ciertas condiciones normalizadas por el manual de capacidad de la AASTHO y a asumidos por la mayoría de los países de América latina estas condiciones son.

1era condición volumen mínimo

Es deseable la instalación de semáforos cuando se excede durante un periodo de 8 horas los volúmenes de un día promedio dado por la siguiente tabla:

Tabla 5: Volúmenes mínimos

N.º Carriles en cada acceso		Volumen Horario	
Calle	Calle	Calle	Calle
Principal	Secundaria	Principal	Secundaria
1	1	500	150
2 o mas	1	600	150
2 o mas	2 o mas	600	200
1	2 o mas	500	200

Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

Cuando el número de habitantes de la ciudad es menor a 10000 la condición de volumen mínimo, para los volúmenes de la calle principal son elevado, es lógico esperar que el tráfico de la vía secundaria sufra retardos excesivos.

2da condición de demoras en el trafico

Si el tráfico de la arteria secundaria no alcanza los valores de la tabla de volúmenes mínimos para los volúmenes de la calle principal son elevados, es lógico esperar que el tráfico de la vía secundaria sufra retardos excesivos.

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

Tabla 6: Volúmenes mínimos por demoras en calle secundaria

No Carriles en cada acceso		Volumen Horario	
Calle	Calle	Calle	Calle
Principal	Secundaria	Principal	Secundaria
1	1	750	75
2 o mas	1	900	75
2 o mas	2 o mas	900	100
1	2 o mas	750	100

Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

3era Condición Volumen mínimo de peatones

Se recomienda la instalación de semáforos de tiempo predeterminado cuando los volúmenes de peatones sea los siguientes valores de la tabla

Tabla 7: Volumen mínimo de vehículos y peatones

Tipo de Intersecciones	veh/hora		Total peatones/hr	Periodo de Mantenimiento
	Calzada no dividida	Calzada con Cantero Central		
Fuera del área escolar	600	1000	150	8
En área Escolar	800		2500	2

Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

En ciudades donde la población es menor a 10000 se recomienda tomar el 70% de los valores de la tabla.

4ta Condición del sistema coordinado de semáforos

La condición de movimiento coordinado exige que:

- En un sistema lineal de calle de sentido único deben semaforizarse intersecciones adicionales cuando entre dos intersecciones semaforizadas consecutivas haya una distancia excesiva que no ofrezca la eficiencia requerida en el control vehicular y peatonal.
- Si en una calle de doble sentido los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporcionan el grado deseado deben adicionarse semáforos intermedios a fin de lograr un funcionamiento eficiente del sistema.

5ta Condición de prevención de accidentes

Para cumplir con esta condición es necesario que se verifique los siguientes eventos:

- Que se presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de regular importancia que puedan ser evitados
- Que no existan ninguna medida preventiva adecuada
- Que los valores de demanda de las 3 primeras condiciones sean superiores a un 80% a los expresados en las tablas correspondientes.

6ta Condición Combinación de condiciones

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

Es conveniente que una instalación semaforizada cumpla por lo menos dos de las condiciones para asegurar que el proyecto de semaforización tendrá resultados.

Asignación de tiempos

La asignación de tiempos en semáforos comprende la determinación del tiempo del ciclo entendiéndose a este como la sumatoria del tiempo de fase verde o más el tiempo de fase roja más el tiempo de fase amarilla de ida y vuelta, y los tiempos de las fases correspondientes.

La elección del tiempo que dure el ciclo es un apriori, ya que es difícil de determinar en un prediseño un tiempo de ciclo óptimo, sin embargo, de acuerdo a estudios que se han realizado en varios sistemas de semaforización se ha establecido que el rango de duración de un ciclo varía entre 35 - 120 seg.

Para la determinación de tiempos de fases es importante tomar en cuenta las siguientes variables.

- Volumen de la demanda vehicular
- Composición del tráfico (vehículos livianos, medianos, pesado y transporte publico)
- Volumen de la demanda peatonal
- Movimiento de giro

Coordinación De Semáforos

Se entiende por coordinación de semáforos a la forma metodológica de hacer que funcione un conjunto de semáforos aislados para lograr una mayor fluidez en la circulación, cuanto mejor estén asignados los tiempos de las diferentes fases y mejor este la coordinación mayores posibilidades se tendrán de conseguir que la evaluación sea fluida y con menores tiempos de demora.

Existen diferentes tipos de coordinación de semáforos entre ellos los más importantes son los siguientes:

- Coordinación continua o simultánea

Este tipo de coordinación es aquel que aproximadamente nos den la misma indicación al mismo tiempo en todos los semáforos es decir que todos los semáforos de una red indiquen al mismo tiempo fase verde, amarilla, rojo.

La ventaja o desventaja de este tipo de coordinación está en función de los volúmenes de demanda que se tiene en cada una de las intersecciones generalmente este tipo de coordinación se utiliza en base de 1 o 2 intersecciones más importantes teniéndose al resto a acomodarse a las condiciones que marque el ciclo y la fase.

Una distancia entre semáforo que sea acorde a este tipo de coordinación está dada por la relación.

$$d = \frac{C \cdot V}{3.6}$$

Donde:

d = Distancia entre semáforos

C = Tiempo de ciclo (seg.)

V = Velocidad media de circulación

En la mayoría de las ciudades las primeras redes de semáforos son de este tipo de coordinación que funcionan bien para algunas intersecciones y con muchas demoras para obras.

- Coordinación Alterna

Este tipo de coordinación se refiere a tener semáforos ubicados sobre una misma línea con mediciones de tipo alterno es decir que las indicaciones de fase verde pueden ir en forma alternada cada una dos o tres intersecciones y lo mismo ocurriría con las fases rojas de tal manera que permite un conjunto de vehículos pueda funcionar con fluidez un determinado espacio para este tipo se recomienda que la separación de semáforos responda a la relación:

$$d = \frac{C \times V}{7.2}$$

Donde:

d = Separación de semáforos

C = Tiempo del ciclo (seg.)

V = Velocidad media de circulación (km./h)

Esta modalidad de coordinación alterna es útil y recomendable para trazos urbanos donde se tenga definido flujos direccionales principales y flujos direccionales secundarios.

- Coordinación Flexible

La coordinación flexible se entiende como a la determinación de diferentes tiempos de fase verde en semáforos pertenecientes a una red, aunque tenga tiempos fijos respondan más a las necesidades de la demandan real en cada intersección, es decir este tipo de coordinación optimiza los tiempos de fase verde en función de las demandas de acceso siendo esto solo posibles en una central digitalizada que tenga subcentrales inducidas unitarias para cada semáforo. Esta se da con la nueva tecnología en centrales semafóricas que han servido para optimizar pero que tienen un mayor costo.

Cualquiera sea el tipo de coordinación que se adopte este tendrá que pasar por una prueba en funcionamiento mínimo de tres meses el cual está sujeto a un control para ver cuáles son las ventajas y desventajas y lograr una reasignación de tiempos y una coordinación adecuada a las condiciones de circulación.

2.1.10 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.

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.

Señalización vertical

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

2.1.10.1 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.

2.1.11 Estacionamientos

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

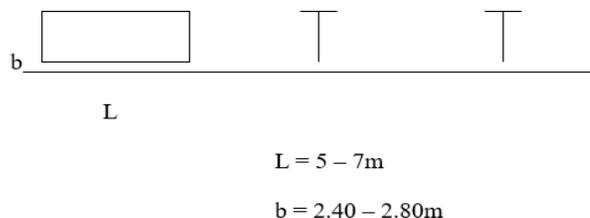
Se considera estacionamiento aquel acto en el cual el vehículo es detenido sobre la vía con el motor apagado y sin el conductor, pudiendo considerarse el tiempo de detención permanente.

Con el fin de aclarar un poco este concepto vale la pena diferenciar lo que es una parada corta, parada larga, estacionamiento y parqueo.

Parada Corta

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

Figura 2: Estacionamiento de parada corta



Fuente: Elaboración propia.

Parada larga

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

Figura 3: Estacionamiento de parada larga



Fuente: Elaboración propia

Parqueo

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

Causas de estacionamiento

El detener un vehículo ya sea momentáneamente o en forma permanente se debe a diferentes causas, que de acuerdo a estudios realizados normalmente las más comunes son:

Comerciales

Laborales de negocios

De diversión

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

Distribución Áreas

Estudios de estacionamiento para determinar tanto la necesidad de oferta y de demandade estacionamientos en los centros urbanos y en los lugares específicos se quiere determinar parqueo de estacionamiento.

Se deben realizar dos tipos de estudios que son estudios de oferta y de demanda.

Estudios de oferta

Establecer la oferta de estacionamiento es determinar la cantidad útil de casillas de estacionamiento por unidad de tiempo es decir que una oferta está establecida por la cantidad de casillas físicamente distribuidas multiplicando por el índice de ocupaciónpor unidad de tiempo y por el tiempo de oferta de las casillas.

Para establecer el número de casillas físicamente disponibles se parte del relevamientode la superficie disponible y se establece márgenes laterales de por lo menos 35cm en sentido transversal a cada lado y de 80cm como mínimo en el sentido longitudinal adelante y atrás de ahí de definirá la superficie de una casilla tipo.

El índice de ocupación

Es un parámetro que debe definirse a partir de un estudio de placas y consiste en realizar un registro cada 5 minutos de las placas estacionadas, ese registro se procesará por horas para establecer la ocupación horaria, normalmente tendría que realizarse en todos los días de la semana en tres épocas diferentes del año, para estudios pequeños se realizará este estudio en un solo día de tres horas diferentes del día o en su caso cuatro horas continuas el tiempo de ocupación será definido a partir de ese registro estableciéndose cuál el valor promedio del tiempo de ocupación de una casilla por lo tanto obteniendo el índice de ocupación, tiempo de ocupación y cantidad de casillas, obtenemos la oferta total en el área de estudio

Estudio de demanda

Los estudios de demanda para determinar la cantidad de vehículos que requieren estacionamiento en un área definida dentro del área urbana contempla varios aspectos cualitativos y cuantitativos que deben tomarse en cuenta para establecer de manera más

cercana a la real la demanda de estacionamiento entre estos aspectos sobresalen la determinación de los lugares de equipamiento o generadores de estacionamiento como son oficinas públicas, privadas, centros educativos, centros comerciales, deportivos, etc.

Cada uno de estos equipamientos de acuerdo a su magnitud es un generador de estacionamiento que difieren en cada uno de ellos los tiempos de ocupación de estacionamiento.

Otro de los aspectos de los cuales depende la demanda de estacionamiento es la cantidad de poblaciones del área urbana y la cantidad del parque automotor estos dos factores están íntimamente ligados ya que por lo general son proporcionales es decir a mayor cantidad de población mayor cantidad de parque automotor.

2.1.12 Congestionamiento vehicular

Como se ha mencionado, la deficiencia del tráfico se mide en dos factores que son:

Accidentes

Congestionamientos en breves palabras congestionamiento es:

Movimiento deficiente de vehículos.

Saturación vehicular.

Pérdida de tiempo y velocidad.

Pérdida económica.

Podemos medir el congestionamiento mediante la comparación de movimientos en condiciones ideales; lo podemos medir en las unidades de velocidad y retardo. El congestionamiento de una carretera o de una calle es dado comparando este camino con otro que funciona en condiciones ideales y en unidades de velocidad y tiempo de retardo.

Para conocer el grado de congestionamiento de una vía, investigamos el tiempo de recorrido y tiempo de retardo. Además, analizamos la velocidad promedio de cruce.

Decimos que el tiempo total de recorrido es el tiempo que nos lleva desde el momento de iniciar la marcha hasta detener el vehículo. El tiempo de retardo será aquel tiempo invertido durante el recorrido y en el cual el vehículo no está en movimiento.

Este caso se presentaría en los semáforos; al detenerse otro vehículo enfrente del nuestro; al pasar un peatón, etc. Además, hay otros casos en que tendríamos que hacer alto, por ejemplo, al llegar a una avenida que tiene derecho de paso; por detenernos a esperar que bajen o suban los pasajeros de un autobús, etc.

Uno de los objetivos de los ingenieros de tránsito y transporte, es el de planear, diseñar y operar los sistemas viales, de tal manera que las demoras inducidas a los usuarios sean mínimas. En los periodos de máxima demanda, el movimiento vehicular se va tornando deficiente, lo que hace que el sistema tienda a saturarse, hasta llegar a funcionar a niveles de congestión con las consiguientes demoras y colas asociadas.

Las demoras pueden causarlas los dispositivos para el control del tránsito al interrumpir el flujo continuo. En el primer caso, todos los tipos de semáforos, así como las señales de ALTO y CEDA EL PASO producen detenciones en un viaje normal. En el segundo caso, se tienen demoras periódicas que ocurren corriente arriba de “cuellos de botella” durante las mismas horas del día, y las demoras no periódicas producto de incidentes (accidentes o vehículos descompuestos) o cierres eventuales de un carril o calzada.

La influencia de todas estas demoras puede medirse como una relación de demora, que consiste en la diferencia entre relación del movimiento considerada como normal para diferentes tipos de vías urbanas. Los valores mínimos para la relación del movimiento normal en movimiento normal en términos de velocidad de recorrido son: para autopistas de acceso controlado 56 km/h, para arterias principales 40 km/h y para calles secundarias 32km/h.

Con estos datos se puede conocer, comparativamente, cuáles son las calles de la ciudad que están en condiciones más críticas. También se pueden comparar las calles de una ciudad con otra, conociendo alguna calle que trabaje en condiciones ideales, para así establecer la comparación con las otras que se hayan medido y saber el grado de congestión en que se encuentran.

Las demoras y colas, resultado del congestión, es un fenómeno de espera comúnmente asociado a muchos problemas de tránsito.

La teoría de colas, mediante el uso de algoritmos y modelos matemáticos, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno. En general, las situaciones de demoras las ocasiona la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan porque la capacidad del sistema varíe con tiempo al darse el servicio por periodos.

2.1.12.1 Elementos de un sistema de filas de espera

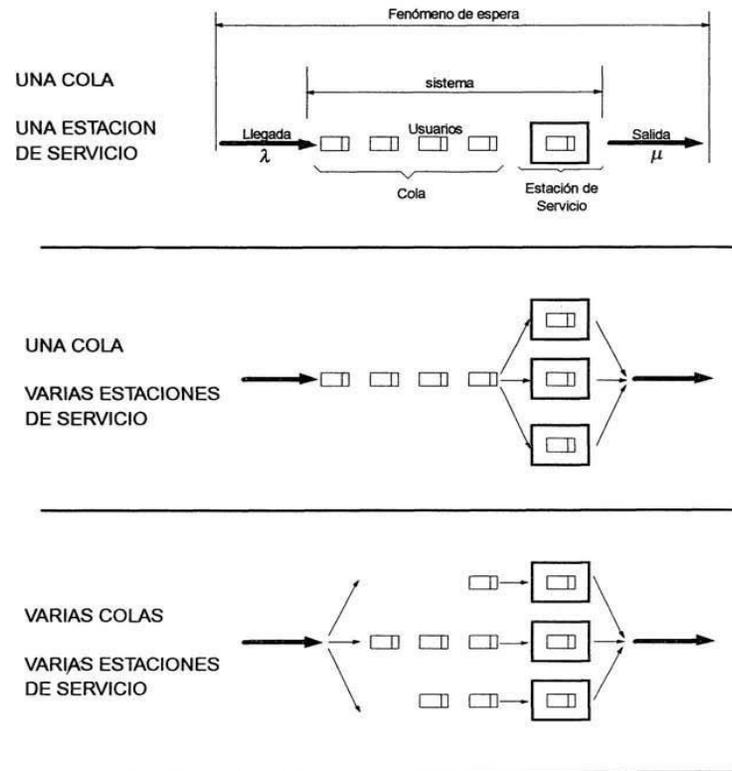
Para caracterizar un fenómeno de espera en un sistema vial de servicios, es necesario responder a interrogantes tales como:

- A qué hora empieza y termina el congestionamiento?
- Cuál es el número medio de vehículos en el sistema?
- Cuál es el número medio de vehículos en la cola?
- Cuál es el tiempo medio en el sistema?
- Cuál es el tiempo medio de espera o demora media?
- Cuál es la longitud máxima de cola?
- Cuál es la demora máxima?
- Cuál es la demora total de todo el tránsito?
- Cuál es la proporción de tiempo en que se utiliza el sistema?
- Cuál es la proporción de tiempo cuando el sistema permanece inactivo?

Se genera cola cuando los usuarios (vehículos) llegan a una estación de servicio cualquiera, ya sea, por ejemplo, un estacionamiento, una intersección con semáforo o no, un “cuello de botella”, un enlace de entrada a una autopista, un carril especial de vuelta, etc. La prestación del servicio μ , equivalente a la tasa de salidas. Si la estación de servicio está ocupada se forman en la cola a esperar ser atendidos.

Frecuentemente, tanto la tasa de llegadas como la tasa de servicios varían, causando que también varíe la cola. Se define la cola como el número de vehículos que esperan ser servidos, sin incluir aquellos que están siendo atendidos.

Figura 4: Sistema de filas en espera



Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

Para considerar de una manera apropiada un sistema de filas de espera es necesario tener en cuenta la naturaleza de su comportamiento, puesto que tanto las llegadas como los servicios varían con el tiempo. En este sentido, el comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla, o caracterizarla, dependen de la representación explícita de los siguientes elementos que conforman el proceso:

- Las llegadas (demanda) o características de entrada:

Las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasas de flujo (vehículos/hora) o intervalos de tiempo (segundos/vehículo). Su distribución puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

- Los servicios (capacidad) o características de salida: también expresados como tasas de flujo intervalos, y su distribución también puede ser de tipo determinístico o probabilístico.

- El procedimiento de servicio o disciplina de la cola: en la mayoría de los sistemas viales el procedimiento de servicios consiste en el que llega es el primero que sale.

2.1.13 Transporte publico

Se entiende por transporte público a la forma manera en que se genera un movimiento principalmente de pasajeros en recorridos establecidos urbanos y sub urbanos e inter urbanos en este último caso el enfoque es un poco distinto debido a que el transporte público estará sujeto fundamentalmente al movimiento a las terminales entre ciudades urbanas. El presente capitulo va a estar enfocado al transporte público urbano y suburbano cuyo objetivo fundamental es establecer la forma metodología para transportar la mayor cantidad de pasajeros a un menor costo posible.

En los estudios técnicos relacionados con el tránsito, se debe considerar el transporte público, o lo que también se denomina transporte masivo, el cual se refiere a los vehículos de servicio público que transportaban pasajeros.

Buena parte de la población en cualquier país necesita usar el transporte de servicio público. Aun en el país donde existe la mayor cantidad de automóviles particulares, el país que tiene el mayor nivel de vida y la mayor relación de vehículos por habitante, el volumen de pasajeros transportados en estos servicios públicos constituye un factor muy significativo. De ahí la importancia que tiene una correcta operación y un control adecuado, por parte de las autoridades. En muchos países llegan millones de pasajeros los que son transportados diariamente. Este transporte representa en sí una industria básica para el desarrollo del país. La proporción de la población que se dedica a la actividad de los transportes, es alta y la proporción de la población que depende de ellos para su traslado al trabajo, a los centros educativos, en general, para su actividad económica y social, es mucho mayor.

2.2 MARCO NORMATIVO

En esta investigación nos basamos en la norma de la ABC (Administradora Boliviana de carreteras), y el libro de Ingeniería de Transito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor James Cárdenas, Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Carreteras de Dos Carriles 2da versión y el Manual de Capacidad Norteamericano HCM 2010.

2.3 MARCO REFERENCIAL

Para las consultas se revisó el texto “Apoyo didáctico para la enseñanza y Aprendizaje de la asignatura de ingeniería de Tráfico”, texto elaborado por estudiantes de la UMSS Juan Gabriel Tapia Arandia -Romel Daniel Veizaga Balta.

2.4 ANÁLISIS Y TENDENCIA

2.4.1 Nivel de confianza que se usó en el proyecto es del 95%

Tabla 8: Tabla de apoyo al cálculo del tamaño de una muestra por niveles de confianza

Certeza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%	62,27%	50%
Z	1,96	1,88	1,81	1,75	1,69	1,65	1,28	1,00	0,6745
Z ²	3,84	3,53	3,28	3,06	2,86	2,72	1,64	1,00	0,45
e	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,20	0,37	0,50
he ²	0,0025	0,0036	0,0049	0,0064	0,081	0,01	0,04	0,1369	0,25

Fuente: Rodríguez Solís Salvador. “Como determinar el tamaño de una muestra aplicada a la investigación”, 21 de mayo de 2008

2.4.2 ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es la afirmación que se está comprobando. Normalmente la hipótesis nula es una afirmación de "sin efecto" o "sin diferencia". La hipótesis alternativa es la afirmación que se desea ser capaz de concluir que es verdadera basándose en la evidencia proporcionada por los datos de la muestra.

Basándose en los datos de la muestra, la prueba determina cuando rechazar la hipótesis nula. Se utiliza un p-valor, para realizar esa determinación. Si el p-valor es menos que el nivel de significación (conocido como α o alfa), entonces se puede rechazar la hipótesis nula.

Un error común suele ser que las pruebas de hipótesis estadísticas están diseñadas para seleccionar la más probable de dos hipótesis. Sin embargo, al diseñar una prueba de hipótesis, se configura la hipótesis nula como la que se quiere rechazar. Dado que se fija que el nivel de significación sea pequeño antes del análisis (normalmente, un valor de 0.05 funciona correctamente), Cuando se rechaza la hipótesis nula, se tiene una prueba estadística de que la alternativa es cierta. Por el contrario, si no se rechaza la hipótesis

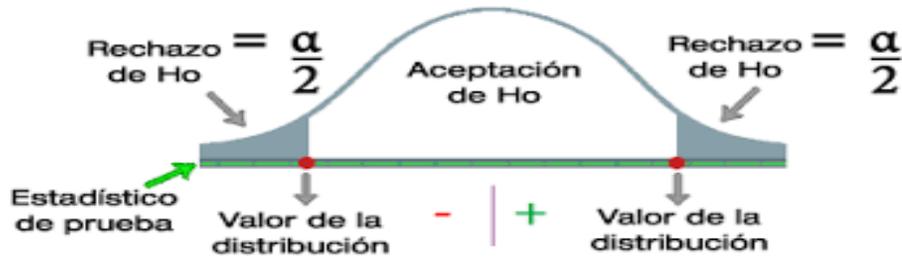
nula, no se tiene prueba estadística de que la hipótesis nula sea cierta. Esto es debido a que no se ha fijado la probabilidad de que se acepte falsamente que la hipótesis nula sea pequeña.

Tabla 9: Prueba de hipótesis

Condiciones	Estadístico
<ul style="list-style-type: none"> • X normal • σ conocido 	$\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \sim N(0,1)$
<ul style="list-style-type: none"> • X normal • σ desconocido 	$\frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \sim t_{n-1}$
<ul style="list-style-type: none"> • X distribución cualquiera • σ conocido • $n \geq 30$ 	$\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}} \approx N(0,1)$ O bien si no se conoce σ : $\frac{\bar{X} - \mu}{S/\sqrt{n}} \approx N(0,1)$

Fuente: <https://proba Facil.com/prueba-de-hipotesis-sobre-la-media-poblacional/>

Figura 5: Prueba de hipótesis



Fuente: Imagen de Google

CAPITULO III

**DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE LA
INFORMACION**

CAPITULO III

DISEÑO METODOLÓGICO Y RELEVAMIENTO DE LA INFORMACION

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de investigación es Explicativa, ya que busca una relación entre dos o más variables, es decir busca las causas que las ocasionan un problema.

3.1.1 Unidad de estudio, población y muestra

3.1.1.1 Unidad de estudio o muestreo

Son las intersecciones en tramo de estudio

3.1.1.2 Población

Son el total de las intersecciones para poder determinar

3.1.1.3 Muestra

La muestra serán las intersecciones analizadas

3.1.1.4 Tamaño de muestra

Para obtener el tamaño de la muestra se debe definir cuál será el error estándar para obtener a partir de allí la varianza, posteriormente aplicar los siguientes dos pasos para determinar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{s^2}{\sigma^2}$$
$$n = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Donde:

N= Tamaño de la población

se= Error estándar

σ^2 = Varianza poblacional

S^2 = Varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad

n = Tamaño de la muestra sin ajustar

n = Tamaño de la muestra

Para un 95% de confiabilidad con un error estándar menor de 0,05

se= 0,05

$$\sigma^2 = se^2$$

$$s^2 = p \times (1-p)$$

$$\sigma^2 = (0,05)^2$$

$$s^2 = 0,95 \times (1-0,95)$$

$$\sigma^2 = 0,0025$$

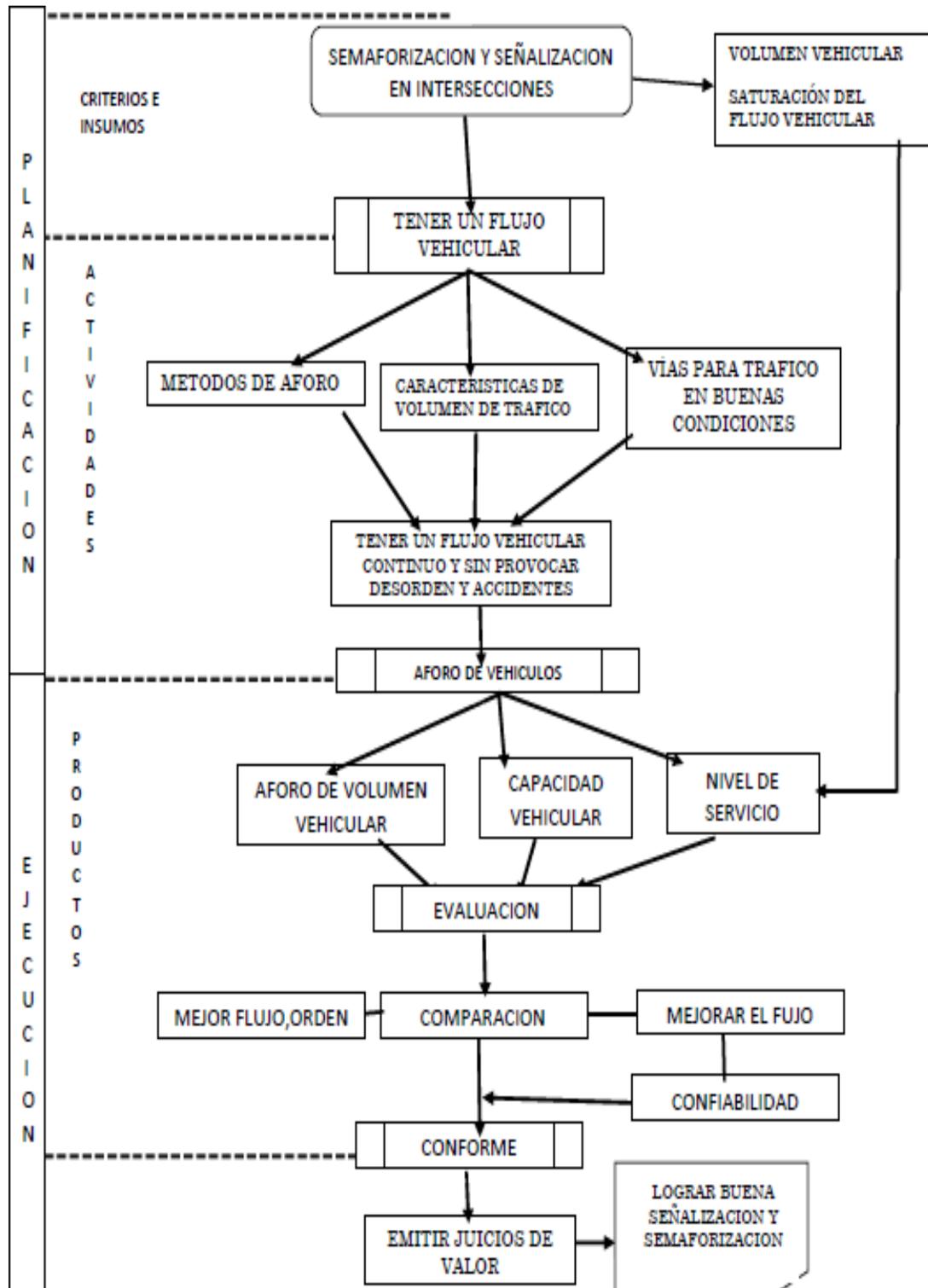
$$s^2 = 0,0475$$

$$n = \frac{s^2}{\sigma^2} = \frac{0,0475}{0,0025} = 19$$

$$n = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}} = \frac{19}{1 + \frac{19}{31}} = 12$$

De las 19 intersecciones, se tendrá que hacer un estudio mínimamente en 12 intersecciones que serán las más críticas para definir en qué lugares se instalara los semáforos y la señalización.

3.1.2 Esquema de actividades en función a procedimiento definido por la perspectiva



3.2 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra en Bolivia, en el departamento de Tarija, en la provincia Cercado en el distrito 6, más propiamente dicho por los barrios Guadalquivir, Libertad, Panamericano, 15 de agosto, Virgen de Chaguaya.

Se realizará el estudio en la avenida Integración con coordenadas

Tabla 10: Coordenadas UTM

Lugar de estudio	Coordenada Este	Coordenada Norte	Cota (m.s.n.m.)
Ingreso av. La Integración	319725,44	7618012,29	1877
Av. Integración altura del mástil	318901,38	7620213,21	1925
Ingreso a av. Guadalquivir	319811,92	7618520,00	1890
Salida a la av. Guadalquivir	319309.73	7619107.10	1906

Fuente: Elaboración propia

El aforo de velocidades será en 10 intersecciones de la avenida Integración y 4 intersecciones de la Avenida Guadalquivir.

En el recorrido de estas dos avenidas observamos un gran flujo vehicular ya que evita el congestionamiento de tráfico de la avenida Panamericana, zona del mercado Campesino, también se puede apreciar que no existe semáforos, excepto en los ingresos a estas avenidas, la señalización no es muy visibles y los reductores de velocidad no cumple con el objetivo puesto que existen de diferentes tamaños, además una gran mayoría de los vehículos que entran o salen de las intersecciones no respetan las rotondas, es por eso que se decidió realizar un estudio de tráfico para así brindar alguna alternativa de solución.

Figura 6: Mapa geográfico de Bolivia



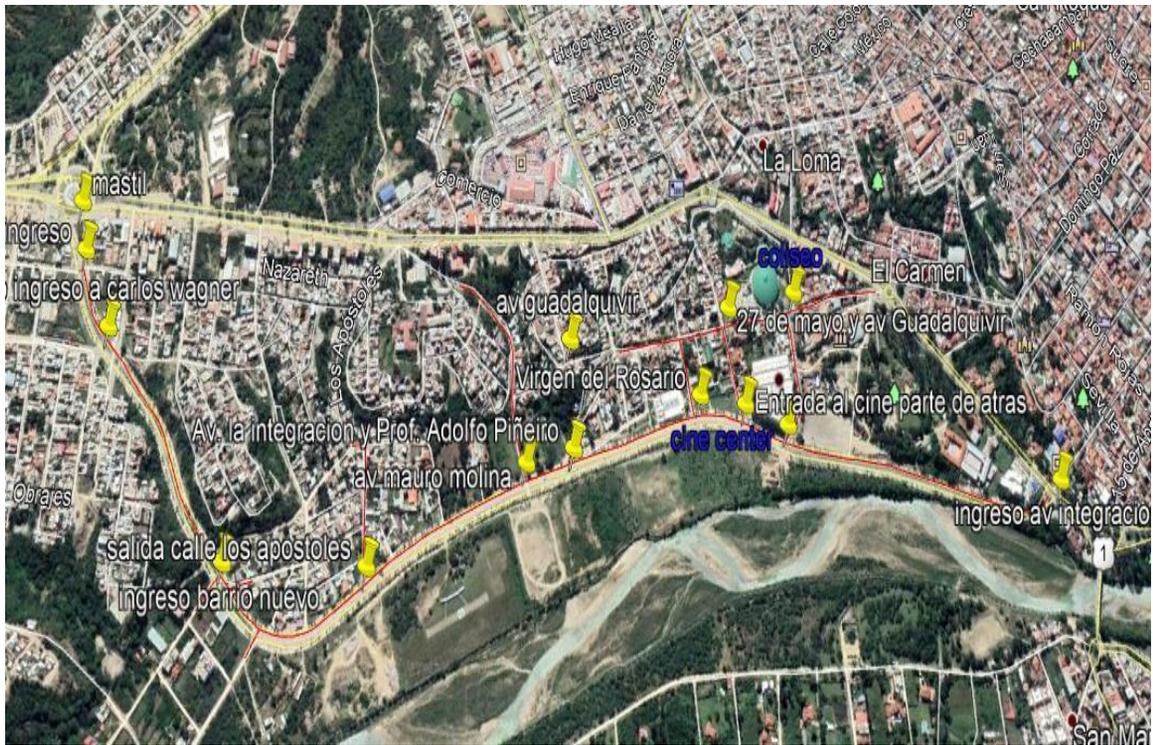
Fuente: Imagen de Google

Figura 7: Mapa geográfico de Tarija



Fuente: Imagen de Google

Figura 8: Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google Earth pro, captura de zona estudio.

3.3 CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

Si vemos en estas dos avenidas, nos sirven para ingreso descongestionar el tráfico que viene circulando por la avenida Panamericana de norte a sur y viceversa, son vías rápidas y que también sirven de ingresos a los diferentes barrios que albergan estas avenidas.

En el área del proyecto se tiene 23 intersecciones de las cuales estudiaremos 13, para este proyecto.

A continuación, se dará a conocer las diferentes intersecciones a ser estudiadas y se hará una descripción de estas.

3.3.1 Intersección 1: Av. Integración y av. Panamericana

Figura 9: Intersección 1



Fuente: Elaboración propia

Es una intersección muy concurrida porque pasan vehículos en todas las direcciones y que permite trasladarse a distintos puntos de la ciudad, cuenta con semáforo, pero se ve que se congestiona el tráfico porque circulan vehículos que vienen de norte a sur y viceversa.

3.3.2 Intersección 2: Av. Integración y calle 8 de marzo

Figura 10: Intersección 2



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección existe una rotonda, tiene en el carril de subida reductores de velocidad al igual que en la calle 8 de marzo, no cuenta con semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida integración tiene 2 carriles, y sobre la calle 8 de marzo es doble vía.

3.3.3 Intersección 3: Av. Integración y calle 27 de mayo

Figura 11: Intersección 3



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección no existe una rotonda, y los vehículos que vienen bajando la integración en su mayoría no hace la rotonda y giran directamente a la izquierda, no cuenta con semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la de mayo es de un solo sentido de ingreso a la avenida Integración.

3.3.4 Intersección 4: Av. Integración y calle Virgen del Rosario

Figura 12: Intersección 4



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección no existe una rotonda, y los autos que vienen bajando la integración en su mayoría no hace la rotonda y giran directamente a la izquierda, no cuenta con

semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la calle Virgen del Rosario es de un solo sentido de ingreso a la avenida Integración.

3.3.5 Intersección 5: Av. Integración y calle Prof. Adolfo Piñeiro

Figura 13: Intersección 5



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección existe una rotonda, no cuenta con semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la calle de Adolfo Piñeiro es de un solo sentido de ingreso a la avenida Integración.

3.3.6 Intersección 6: Av. Integración y av. Mauro Molina

Figura 14: Intersección 6



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección no existe una rotonda, y los autos que vienen bajando la integración en su mayoría no hace la rotonda y giran directamente a la izquierda, no cuenta con

semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la av. Mauro Molina de ingreso a la avenida Integración.

3.3.7 Intersección 7: Av. Integración y calle Jerusalén

Figura 15: Intersección 7



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección existe una rotonda, no cuenta con semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la calle Jerusalén es de un solo sentido de ingreso a la avenida Integración.

3.3.8 Intersección 8 Av. Integración y calle Emaús

Figura 16: Intersección 8



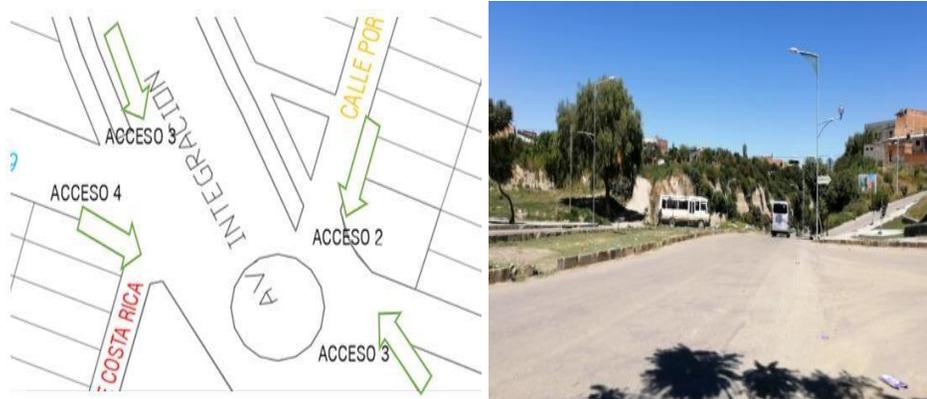
Fuente: Elaboracion propia

En esta intersección no existe una rotonda, y los autos que vienen subiendo la integración en su mayoría no hace la rotonda y giran directamente a la izquierda, no cuenta con

semáforos, tiene 3 accesos sobre la avenida Integración tiene dos carriles, y sobre la calle Emaús de ingreso a la avenida Integración.

3.3.9 Intersección 9: Av. Integración y calle Centro América

Figura 17: Intersección 9



Fuente: Elaboración propia

Es una intersección que tiene 5 accesos, sobre la avenida ingresan a dos barrios de gran ingreso vehicular. No cuenta con semáforos ni señales verticales, ni horizontales (solo está pintado la línea de cebra).

3.3.10 Intersección 10: Av. Panamericana y av. Integración (altura mástil)

Figura 18: Intersección 10

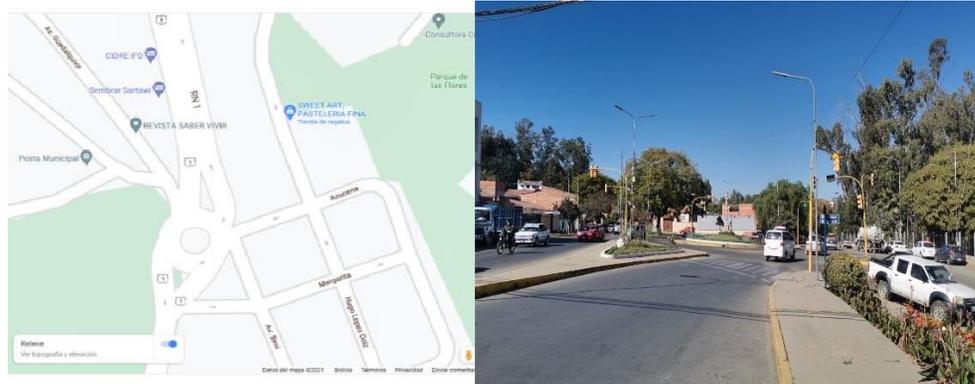


Fuente: Elaboración propia

En esta intersección tiene 4 accesos, cuenta con semáforos en cada acceso, es amplia, ya que conecta las avenidas Circunvalación, Integración y la Carretera Panamericana.

3.3.11 Intersección 11: Av. Panamericana y av. Guadalquivir

Figura 19: Intersección 11



Fuente: Elaboración propia

Es una intersección donde se encuentra semaforizada, conecta a la zona central, como también hacia la parte norte (mercado campesino, Cine Center) baja del barrio La Loma.

3.3.12 Intersección 12: Av. Guadalquivir y calle 8 de marzo

Figura 20: Intersección 12



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección cuenta con 4 accesos, es una intersección que sirve de salida del cine center, o paso a los barrios, tiene poca señalización, no cuenta con semáforos, es doble vía sobre la av. Guadalquivir y la calle 8 de mayo.

3.3.13 Intersección 13: Av. Guadalquivir y calle 27 de mayo

Figura 21: Intersección 13

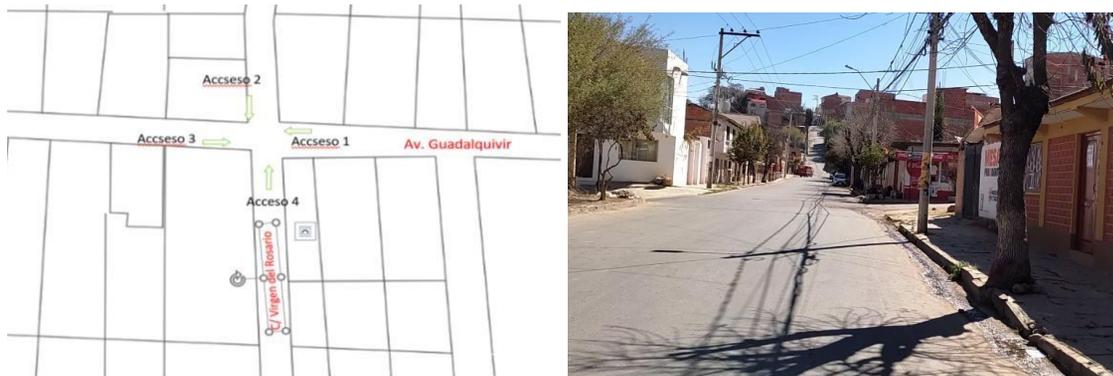


Fuente: Elaboración propia

En esta intersección cuenta con 4 accesos, es una intersección que sirve de salida del cine center, o paso a los barrios, tiene poca señalización, no cuenta con semáforos, es un paso sobre la 27 de mayo puesto que vienen vehículos de la avenida integración, es doble vía sobre la av. Guadalquivir y la calle 27 de mayo.

3.3.14 Intersección 13: Av. Guadalquivir y calle Virgen del Rosario

Figura 22: Intersección 14



Fuente: Elaboración propia

En esta intersección cuenta con 4 accesos, es una intersección que sirve de salida del cine center, o paso a los barrios, tiene poca señalización, no cuenta con semáforos, es un paso de salida sobre la calle Virgen del Rosario puesto que vienen vehículos del centro y salen a la avenida Integración, es doble vía sobre la av. Guadalquivir y la calle Virgen del Rosario.

3.4 RELEVAMIENTO DE DATOS PARA EL ESTUDIO

El relevamiento de los datos para poder analizar cada una intersección de la zona es un paso imprescindible, para realizar el estudio.

La obtención de resultados calculados depende de la determinación de valores obtenidos en los aforos y serán utilizados para determinar las horas pico, relevamiento de volúmenes de tráfico, determinación de tiempos, determinación de velocidades en cada tramo.

Se realizó el aforo con dos personas en cada intersección y con ayuda de un celular con cámara se aforo duran 3 horas diarias.

3.5 AFORO DE TRÁFICO VEHICULAR

3.5.1 Procesamiento de datos de aforo

El aforo de volúmenes de tráfico vehicular se realizó por el método de Aastho y el libro de ingeniería de Transito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor James Cárdenas, de forma manual en los puntos seleccionados llamados puntos de estudio con una persona llenando planillas en una intersección y con un celular se logró grabar los demás accesos para luego ser clasificados. Esta medición se realizó en cada intersección por un periodo de 4 semanas, y en cada semana se realizó 2 días hábiles y 1 no hábil en horas pico, el formato de aforo es el siguiente:

Tabla 11: Formato de aforo

		Públicos									Privados									
		Liviano			Mediano			Pesado			Liviano			Mediano			Pesado			
		GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	164	120	15	3	1	0	3	2	0	178	129	16	8	5	1	7	4	1
		12:00 a 13:00	174	126	16	3	1	0	2	1	0	182	132	11	8	5	1	4	2	0
		18:00 a 19:00	157	114	14	2	1	0	3	2	0	169	123	15	6	4	1	7	4	1

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Determinación de horas pico

Se procedió a aforar durante 12 horas continuas durante 2 días en una intersección de la zona de estudio, en este caso a la altura de ingreso al Cine Center y se pudo determinar de

forma manual la cantidad de vehículos que pasa cada hora y así luego poder realizar el aforo en cada intersección.

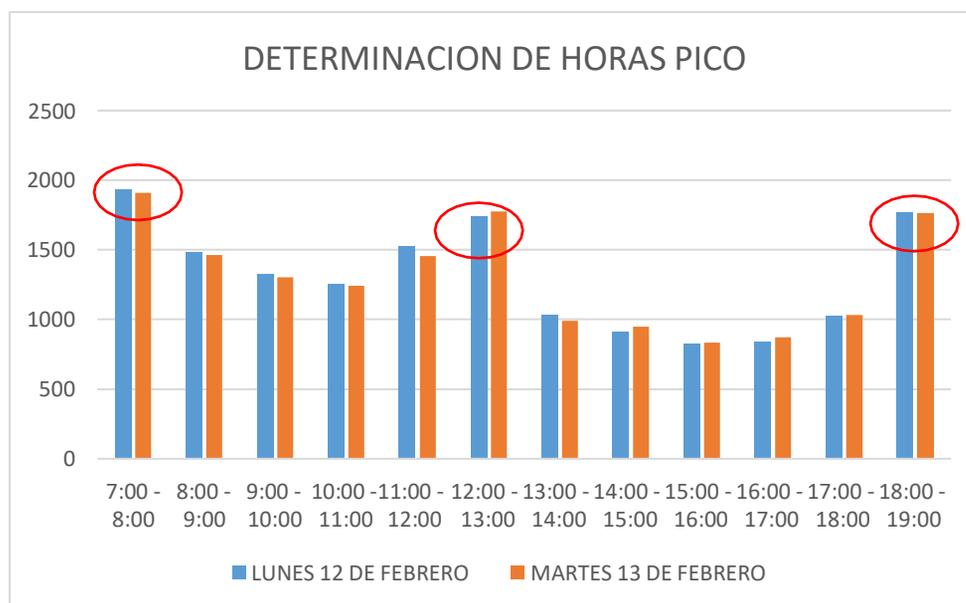
Tabla 12: Determinación de horas pico

Horas	Subida			Bajada			Total, subida	Total, bajada
	Frente	Derecha	Giro en u	Frente	Izquierda	Giro en u		
7:00 - 8:00	651	86	52	965	173	6	789	1144
8:00 - 9:00	498	68	41	798	75	2	607	875
9:00 - 10:00	466	64	38	690	65	2	568	757
10:00 - 11:00	434	59	35	662	62	2	528	726
11:00 - 12:00	522	71	43	813	76	2	636	891
12:00 - 13:00	677	92	55	776	136	5	824	917
13:00 - 14:00	287	39	24	621	58	2	350	681
14:00 - 15:00	369	61	36	403	42	1	466	446
15:00 - 16:00	340	48	29	371	35	1	417	407
16:00 - 17:00	326	44	27	403	40	1	397	444
17:00 - 18:00	438	61	36	449	43	1	535	493
18:00 - 19:00	643	88	53	900	85	2	784	987
Horas	Subida			Bajada			Total, subida	Total, bajada
	Frente	Derecha	Giro en u	Frente	Izquierda	Giro en u		
7:00 - 8:00	638	80	58	969	157	7	776	1133
8:00 - 9:00	499	66	39	781	73	3	604	857
9:00 - 10:00	456	59	35	692	60	2	550	754
10:00 - 11:00	440	62	33	654	51	1	535	706
11:00 - 12:00	503	46	36	803	66	2	585	871
12:00 - 13:00	689	99	48	792	142	6	836	940
13:00 - 14:00	262	30	22	624	53	1	314	678
14:00 - 15:00	358	57	39	455	39	0	454	494
15:00 - 16:00	352	41	30	380	31	0	423	411
16:00 - 17:00	318	37	22	450	44	1	377	495
17:00 - 18:00	418	62	31	472	49	1	511	522
18:00 - 19:00	623	89	50	919	78	2	762	999

Fuente: Elaboración propia

Histograma de intersección en la Avenida Integración esquina calle 8 de marzo

Figura 23: Determinación de horas pico



Fuente: Elaboración propia

Hora pico:

Mañana 07:00 a 08:00

Medio día 12:00 a 13:00

Tarde 18:00 a 19:00

3.5.3 Aforo de volúmenes de tráfico en intersecciones

Tabla 13: Aforo de volúmenes.

Intersección 1 Acceso 1 Año 2019 Av. Integración esq. Av. Panamericana

Semana I	Día	Fecha	Hora	Públicos									Privados									TOTAL		
				Liviano			Mediano			Pesado			Liviano			Mediano			Pesado					
				GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD			
Se	Ma	27/	7:00 a 8:00	334	498	20	38	41	3	2	0	0	377	561	23	7	7	1	7	0	0	1919		
				24/8/2019	7:00 a 8:00	178	265	11	28	30	3	1	0	0	201	299	12	5	5	1	5	0	0	1044
					12:00 a 13:00	175	260	11	14	13	1	1	0	0	197	293	12	5	5	1	4	0	0	992
	23/8/2019	7:00 a 8:00	330	491	20	40	43	5	2	0	0	372	553	23	7	6	1	9	0	0	1902			
		12:00 a 13:00	345	499	21	43	47	4	3	0	0	378	563	23	8	8	1	12	0	0	1955			
		18:00 a 19:00	322	495	20	44	48	5	3	0	0	375	558	23	8	7	1	10	0	0	1919			
	20/8/2019	7:00 a 8:00	332	495	20	41	45	4	2	0	0	375	558	23	7	8	1	8	0	0	1919			
		12:00 a 13:00	339	504	21	46	50	5	3	0	0	382	569	23	8	9	1	12	0	0	1972			
		18:00 a 19:00	310	498	20	43	47	3	2	0	0	377	562	23	8	8	1	9	0	0	1911			

			12:00 a 13:00	336	500	20	42	46	5	2	0	0	379	564	23	7	8	1	9	0	0	1942		
			18:00 a 19:00	343	511	21	40	43	5	3	0	0	387	576	24	8	8	1	12	0	0	1982		
			Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	332	495	20	38	41	6	2	0	0	375	558	23	7	7	1	9	0	0	1914
					12:00 a 13:00	339	508	21	42	45	5	3	0	0	382	570	24	5	8	1	12	0	0	1965
					18:00 a 19:00	338	503	21	44	48	4	2	0	0	381	567	23	8	9	1	7	0	0	1956
			Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	172	256	10	25	27	3	2	0	0	193	288	12	4	5	1	7	0	0	1005
	12:00 a 13:00	156			233	10	22	24	3	2	0	0	176	263	11	4	4	0	7	0	0	915		
	18:00 a 19:00	141			211	9	18	20	2	1	0	0	159	237	10	3	4	0	5	0	0	820		
	Semana 3	Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	333	496	20	38	42	6	2	0	0	375	559	23	7	7	1	8	0	0	1917	
				12:00 a 13:00	336	501	20	40	43	5	3	0	0	379	565	23	6	8	1	10	0	0	1940	
				18:00 a 19:00	330	491	20	42	45	3	3	0	0	372	554	23	9	8	1	13	0	0	1914	
		Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	339	505	21	38	41	5	2	0	0	382	569	23	7	8	1	7	0	0	1948	
12:00 a 13:00				326	513	21	40	44	4	2	0	0	386	583	24	8	7	1	8	0	0	1967		
18:00 a 19:00				307	458	19	40	43	5	2	0	0	346	516	21	7	8	1	9	0	0	1782		
Sábado		7/9/2019	7:00 a 8:00	169	252	10	20	18	2	1	0	0	191	284	12	4	4	0	6	0	0	973		
			12:00 a 13:00	145	220	7	15	11	1	1	0	0	188	280	11	5	5	1	5	0	0	895		
			18:00 a 19:00	126	159	5	7	10	1	0	0	0	156	233	10	3	3	0	4	0	0	717		
Semana 4		Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	319	475	19	38	41	5	2	0	0	360	536	22	7	7	1	7	0	0	1839	
				12:00 a 13:00	335	499	20	40	44	3	1	0	0	378	562	21	7	8	1	9	0	0	1928	
				18:00 a 19:00	331	493	17	40	38	5	2	0	0	373	556	24	6	8	1	9	0	0	1903	
	Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	329	490	18	39	42	5	1	0	0	371	552	23	4	6	1	9	0	0	1890		
			12:00 a 13:00	334	498	20	38	45	5	2	0	0	378	561	25	6	7	1	8	0	0	1928		
			18:00 a 19:00	329	491	22	40	44	5	1	0	0	371	553	21	7	8	1	7	0	0	1900		
	Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	163	243	10	18	20	2	1	0	0	184	274	11	3	3	0	4	0	0	936		
			12:00 a 13:00	166	248	8	7	9	1	1	0	0	187	279	11	2	3	0	3	0	0	925		
			18:00 a 19:00	95	125	6	6	8	2	0	0	0	149	221	9	3	3	0	1	0	0	628		

Fuente: Elaboración propia

Esta tabla se usó para los aforos de vehículos en todas las intersecciones.

Factores de equivalencia para diversos tipos de vehículos

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

Tabla 14: Equivalencias de vehículos

Equivalencia de vehículos	
Vehículos livianos	1
Vehículos medianos públicos (micros)	1.75
Vehículos pesados	2.25

Fuente: Guido Radelat, Ingeniería de tránsito

3.6 VELOCIDAD

Para este caso usamos en el método libro de ingeniería de tránsito fundamentos y aplicaciones Cal y Mayor James Cárdenas, hace referencia del método del cronometro, es el método más antiguo y el más económico para determinar las velocidades.

Se trazó una distancia de 25 m que se ha marcado con conos y con la ayuda de un cronometro con una precisión de 0,01 segundos, obtuvimos el tiempo para cada acceso de las intersecciones ya mencionadas, por acceso se realizó a tomar 10 mediciones de tiempo.

Tabla 15: Aforo de velocidades

Intersección 1

		Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3			Acceso 4		
		Distancia (m)		25									
		7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	18:00 a 19:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	18:00 a 19:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	18:00 a 19:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	18:00 a 19:00
Semana 1	Martes	3.91	4.15	3.75	3.98	4.24	4.03	4.11	4.46	4.88	6.13	4.46	4.88
		3.99	4.48	4.40	4.13	3.92	3.73	4.23	5.05	4.64	4.82	5.05	4.64
		4.20	4.86	4.20	4.00	3.45	3.64	4.15	5.25	4.88	5.14	5.25	4.88
		3.79	4.68	4.18	3.52	3.76	3.76	4.39	4.61	5.92	4.34	4.61	5.92
		4.05	4.70	4.47	3.67	3.84	3.97	3.92	6.65	5.95	6.70	6.65	5.95
	Viernes	3.82	4.29	3.82	3.91	4.02	3.82	4.25	5.44	4.75	4.70	5.44	4.75
		4.02	4.55	4.21	4.01	3.62	3.91	4.61	4.52	4.53	4.52	4.52	4.53
		4.13	4.09	3.90	3.88	3.94	3.80	4.23	6.41	4.95	4.80	6.41	4.95
		3.87	4.18	4.01	3.71	3.88	3.73	4.18	5.11	4.71	4.63	5.11	4.71
		4.40	3.81	4.52	3.86	3.60	3.82	4.69	4.46	5.53	4.67	4.46	5.53
	Sábado	4.20	4.05	4.00	3.62	4.02	3.49	4.28	4.67	6.22	5.61	4.67	6.22
		3.99	3.96	4.30	3.49	3.49	3.68	4.92	5.44	4.81	6.53	5.44	4.81
		3.87	4.51	4.01	3.82	3.53	3.75	5.18	6.69	6.83	5.18	6.69	6.83
		4.01	4.02	3.76	4.02	3.48	3.82	5.22	6.23	4.76	6.22	6.23	4.76
		4.07	3.99	3.82	4.20	3.44	3.73	4.46	6.41	4.69	4.46	6.41	4.69
Semana 2	Martes	4.21	4.33	4.25	3.54	3.92	3.65	4.55	4.90	4.52	4.55	4.90	4.52
		4.13	4.25	4.17	3.87	3.42	4.07	4.34	4.81	6.25	4.34	4.81	6.25
		3.92	4.72	3.97	4.12	4.02	3.69	4.94	4.35	4.91	4.94	4.35	4.91
		4.45	3.98	4.49	3.60	3.78	4.26	6.69	6.98	5.65	6.69	6.98	5.65
		3.69	4.23	3.73	4.23	4.28	3.98	4.71	5.29	5.10	4.71	5.29	5.10
	Viernes	4.01	4.05	4.05	3.98	3.98	3.79	4.74	4.42	6.23	4.74	4.42	6.23
		4.52	3.89	4.56	3.74	3.84	3.87	5.47	5.17	5.62	5.47	5.17	5.62
		3.82	4.35	3.86	3.97	3.77	3.97	5.34	6.25	5.36	5.34	6.25	5.36
		4.23	4.02	4.27	4.02	3.91	3.91	6.27	4.32	4.88	6.27	4.32	4.88

Semana 3	Sábado	4.02	3.98	4.06	4.14	3.68	3.61	6.73	6.27	4.48	6.73	6.27	4.48
		4.15	4.54	4.20	3.45	3.76	4.04	4.83	4.53	4.87	4.83	4.53	4.87
		4.23	4.08	4.27	3.72	4.36	3.83	4.64	4.64	6.75	4.64	4.64	6.75
		3.79	3.92	3.83	3.77	3.89	6.73	5.71	4.64	4.39	5.71	4.64	4.39
		3.92	4.04	3.96	4.03	9.43	3.82	6.00	4.69	4.71	6.00	4.69	4.71
	3.98	4.22	4.02	3.82	3.81	3.61	4.88	4.98	4.71	4.88	4.98	4.71	
	Martes	4.12	3.98	4.16	3.69	3.53	3.83	4.64	4.57	4.89	4.64	4.57	4.89
		3.94	4.44	3.98	3.78	3.88	3.93	4.47	4.75	5.44	4.47	4.75	5.44
		3.88	4.02	3.92	3.80	4.06	4.09	6.01	5.42	4.42	6.01	5.42	4.42
		4.29	3.93	4.33	4.01	4.16	4.18	4.40	4.53	6.69	4.40	4.53	6.69
	4.13	3.99	4.17	4.14	4.21	4.04	4.90	5.80	4.47	4.90	5.80	4.47	
	Viernes	4.27	4.23	4.31	4.26	3.82	3.72	6.12	5.79	4.53	6.12	5.79	4.53
		3.97	4.15	4.01	3.78	3.66	4.07	5.93	4.75	5.04	5.93	4.75	5.04
		3.78	4.01	3.82	3.90	4.23	3.84	4.41	4.70	6.02	4.41	4.70	6.02
		3.92	3.78	3.96	3.65	4.02	3.62	4.47	6.19	4.77	4.47	6.19	4.77
4.01	4.08	4.05	3.42	3.82	3.85	4.82	4.77	4.32	4.82	4.77	4.32		
Sábado	3.67	4.15	3.71	4.13	3.56	4.07	4.39	5.85	5.54	4.39	5.85	5.54	
	4.09	4.23	4.13	4.45	3.69	3.65	5.80	4.62	4.81	5.80	4.62	4.81	
	4.13	3.87	4.17	3.57	3.72	3.92	4.67	4.62	4.32	4.67	4.62	4.32	
	3.73	4.43	3.77	3.84	4.00	3.80	6.56	6.64	4.83	6.56	6.64	4.83	
	4.15	3.87	4.19	3.80	3.80	3.89	5.98	4.74	6.55	5.98	4.74	6.55	
Semana 4	Martes	3.68	4.21	3.72	4.00	3.78	3.94	4.56	4.84	4.81	4.56	4.84	4.81
		4.25	4.06	4.29	3.61	4.26	4.17	4.46	4.65	4.38	4.46	4.65	4.38
		4.30	3.98	4.34	4.23	4.11	3.91	4.63	4.84	5.85	4.63	4.84	5.85
		4.09	4.54	4.14	4.19	3.62	3.96	4.82	5.08	4.35	4.82	5.08	4.35
		3.81	4.25	3.85	3.93	3.98	3.94	4.78	4.82	4.61	6.22	4.82	4.61
	Viernes	4.00	3.99	4.04	3.72	4.15	4.16	4.69	6.47	4.45	4.69	6.47	4.45
		4.11	4.03	4.15	3.99	4.32	3.68	4.84	4.74	6.33	4.84	4.74	6.33
		4.34	4.41	4.38	3.45	3.91	3.56	4.65	4.64	5.23	4.65	4.64	5.23
		3.62	4.23	3.66	3.52	3.60	4.10	4.35	4.85	4.70	4.35	4.85	4.70
		3.48	3.82	3.52	4.05	4.15	3.98	5.42	4.43	4.42	5.42	4.43	4.42
	Sábado	3.82	3.74	3.86	3.72	4.23	4.16	5.01	4.97	6.63	5.01	4.97	6.63
		3.99	4.23	4.03	4.19	4.12	4.04	4.78	4.63	4.44	6.31	4.63	4.44
		4.14	4.30	4.18	4.20	3.88	3.94	4.43	4.80	6.22	4.43	4.80	6.22
		4.07	3.96	4.11	3.93	3.95	4.02	4.98	4.96	6.79	4.98	4.96	6.79
		3.92	4.20	3.96	4.03	4.01	3.93	4.41	6.56	4.52	4.41	6.56	4.52

Fuente: Elaboración propia

3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez que se ha recopilado los datos, se analizará y se interpretará los resultados, clasificarla y detectar errores. Seguidamente se procederá a categorizar la información

obtenida, revisar cada una de las planillas del aforo de volúmenes obtenidas en las 13 intersecciones más importantes de la avenida Integración y la avenida Guadalquivir, se procede al análisis de los datos y a la representación de los resultados de forma tabular y gráfica para alcanzar una mayor comprensión y fácil interpretación de lo investigado. Finalmente, mediante la norma Boliviana de la ABC y en función de la hipótesis planteada, se realizará el cálculo con el fin de aceptar o rechazar la hipótesis, que servirá para dar solución al problema de estudio. Para demostrar la hipótesis se trabajará con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significación del 5%.

3.8 CÁLCULOS Y RESULTADOS

Una vez obtenida toda la información de campo, se procedió a realizar los cálculos para luego hacer un análisis de los valores obtenidos.

3.8.1 Procesamiento de datos

Habiendo tabulado las tablas de volúmenes de aforo se obtuvo los volúmenes totales para todas las horas pico y de todos los días.

Para el procesamiento de datos del estudio se comenzó con los volúmenes totales de las horas pico que están en las tablas de anexos.

3.8.2 Depuración de datos

La depuración de datos se lo hizo a través de la media aritmética el cual nos permite tener unos valores, en el cual entran dentro de un rango y así permite tener mejores datos.

Esto se realizará en Volúmenes, velocidades.

Media aritmética

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

Donde:

\bar{x} = Media aritmética

X = Valor de observación

N = Número de datos

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

x_i = Valor de observación

\bar{x} = Media aritmética

N = Número de datos

Se tomó en cuenta como límite superior y límite inferior la siguiente expresión

Límite superior = $S + \bar{x}$

Límite inferior = $S - \bar{x}$

3.8.3 Cálculo de volúmenes, determinación de tipo de vehículos

Para este cálculo se realizó la depuración de datos en cada acceso promedio de cada tipo de vehículo, giros y porcentajes calculando para cada acceso la media de media y se tiene como resultado el cual representa un porcentaje de cada tipo de vehículo, porcentaje de giro y porcentaje de público.

Para lo cual como ejemplo se tomó la intersección 1 para todo este cálculo.

3.8.3.1 Intersección 1

Tabla 16: Volúmenes totales en intersección 1

Intersección 1 Acceso 1 Año 2019 Av. Integración y av. Panamericana

			Hora	Públicos									Privados									TOTAL
				Liviano			Mediano			Pesado			Liviano			Mediano			Pesado			
				GI	R	G D	GI	R	G D	GI	R	G D	GI	R	G D	GI	R	G D	GI	R	G D	
Semana 1	Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	332	495	20	41	45	4	2	0	0	375	558	23	7	8	1	8	0	0	1919
		12:00 a 13:00	339	504	21	46	50	5	3	0	0	382	569	23	8	9	1	12	0	0	1972	
		18:00 a 19:00	310	498	20	43	47	3	2	0	0	377	562	23	8	8	1	9	0	0	1911	
	Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	330	491	20	40	43	5	2	0	0	372	553	23	7	6	1	9	0	0	1902
		12:00 a 13:00	345	499	21	43	47	4	3	0	0	378	563	23	8	8	1	12	0	0	1955	
		18:00 a 19:00	322	495	20	44	48	5	3	0	0	375	558	23	8	7	1	10	0	0	1919	
	Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	178	265	11	28	30	3	1	0	0	201	299	12	5	5	1	5	0	0	1044
		12:00 a 13:00	175	260	11	14	13	1	1	0	0	197	293	12	5	5	1	4	0	0	992	
		18:00 a 19:00	144	215	9	7	10	1	1	0	0	163	243	10	4	4	0	3	0	0	814	
Semana 2	Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	334	498	20	38	41	3	2	0	0	377	561	23	7	7	1	7	0	0	1919
		12:00 a 13:00	336	500	20	42	46	5	2	0	0	379	564	23	7	8	1	9	0	0	1942	
		18:00 a 19:00	343	511	21	40	43	5	3	0	0	387	576	24	8	8	1	12	0	0	1982	
	Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	332	495	20	38	41	6	2	0	0	375	558	23	7	7	1	9	0	0	1914
		12:00 a 13:00	339	508	21	42	45	5	3	0	0	382	570	24	5	8	1	12	0	0	1965	
		18:00 a 19:00	338	503	21	44	48	4	2	0	0	381	567	23	8	9	1	7	0	0	1956	
	Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	172	256	10	25	27	3	2	0	0	193	288	12	4	5	1	7	0	0	1005
		12:00 a 13:00	156	233	10	22	24	3	2	0	0	176	263	11	4	4	0	7	0	0	915	
		18:00 a 19:00	141	211	9	18	20	2	1	0	0	159	237	10	3	4	0	5	0	0	820	
Semana 3	Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	333	496	20	38	42	6	2	0	0	375	559	23	7	7	1	8	0	0	1917
		12:00 a 13:00	336	501	20	40	43	5	3	0	0	379	565	23	6	8	1	10	0	0	1940	
		18:00 a 19:00	330	491	20	42	45	3	3	0	0	372	554	23	9	8	1	13	0	0	1914	
	Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	339	505	21	38	41	5	2	0	0	382	569	23	7	8	1	7	0	0	1948
		12:00 a 13:00	326	513	21	40	44	4	2	0	0	386	583	24	8	7	1	8	0	0	1967	
		18:00 a 19:00	307	458	19	40	43	5	2	0	0	346	516	21	7	8	1	9	0	0	1782	
	Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	169	252	10	20	18	2	1	0	0	191	284	12	4	4	0	6	0	0	973
		12:00 a 13:00	145	220	7	15	11	1	1	0	0	188	280	11	5	5	1	5	0	0	895	
		18:00 a 19:00	126	159	5	7	10	1	0	0	0	156	233	10	3	3	0	4	0	0	717	
Semana 4	Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	319	475	19	38	41	5	2	0	0	360	536	22	7	7	1	7	0	0	1839
		12:00 a 13:00	335	499	20	40	44	3	1	0	0	378	562	21	7	8	1	9	0	0	1928	
		18:00 a 19:00	331	493	17	40	38	5	2	0	0	373	556	24	6	8	1	9	0	0	1903	
	Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	329	490	18	39	42	5	1	0	0	371	552	23	4	6	1	9	0	0	1890
		12:00 a 13:00	334	498	20	38	45	5	2	0	0	378	561	25	6	7	1	8	0	0	1928	
		18:00 a 19:00	329	491	22	40	44	5	1	0	0	371	553	21	7	8	1	7	0	0	1900	
	Sábado	14/9/20	7:00 a 8:00	163	243	10	18	20	2	1	0	0	184	274	11	3	3	0	4	0	0	936
12:00 a 13:00		166	248	8	7	9	1	1	0	0	187	279	11	2	3	0	3	0	0	925		

	18:00 a 19:00	95	125	6	6	8	2	0	0	0	149	221	9	3	3	0	1	0	0	628
	Media	271	405	16	32	34	3	1	0	0	309	461	18	5	6	0	7	0	0	1577
	Des. est.	86	132	5	12	13	1	0	0	0	94	141	5	1	1	0	2	0	0	499
	Media+des.	357	537	21	44	47	4	1	0	0	403	602	23	6	7	0	9	0	0	2076
	Media-des.	185	273	11	20	21	2	1	0	0	215	320	13	4	5	0	5	0	0	1078
	Media cor.	331	496	20	40	44	4	2	0	0	375	559	22	7	7	1	9	0	0	1917

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Media de medias

		Públicos									Privados									
		Liviano			Mediano			Pesado			Liviano			Mediano			Pesado			
		GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	
Media de Medias	331	496	20	40	44	4	2	0	0	375	559	22	7	7	1	9	0	0	1917	
	847			88			2			956			15			9				
	Volumen en el acceso 1												1917			Veh/hora				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Porcentajes en intersección 1

Intersección 1				
Acceso	1	2	3	4
Giro Izquierda	764	0	0	0
% giro izquierdo	39.85	0	0	0
Recto	1106	0	1004	0
% recto	57.69	0	91.44	0
Giro Derecha	47	83	94	969
% giro derecho	2.45	100	8.56	100
Vehículos Livianos	1803	81	1039	908
% Veh. Livianos	94.05	97.59	94.63	93.70
Medianos	103	2	52	50
% Med	5.37	2.41	4.74	5.16
Vehículos Pesados	11	0	7	11
% Veh. Pesados	0.57	0.00	0.64	1.14
Vehículos Públicos	937	40	501	431
% Veh. Públicos	48.88	48.19	45.63	44.48
Vehículos Privados	980	43	597	538
% Vehículos Privados	51.12	51.81	54.37	55.52
Total	1917	83	1098	969
%	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Volumen en intersecciones

Intersección	Acceso	Públicos									Privados								
		Liviano			Mediano			Pesado			Liviano			Mediano			Pesado		
		GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD
1	1	331	496	20	40	44	4	2	0	0	375	559	22	7	7	1	9	0	0
	2	0	0	38	0	0	2	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	432	42	0	22	2	0	3	0	0	517	48	0	26	2	0	4	0
	4	0	0	383	0	0	45	0	0	3	0	0	525	0	0	5	0	0	8
2	1	15	306	52	2	32	7	0	2	0	19	296	61	0	6	1	0	7	2
	2	27	8	15	3	0	0	0	0	0	15	4	8	0	0	0	0	0	0
	3	1	328	24	0	33	2	0	2	0	1	407	30	0	5	0	0	8	1
3	1	0	279	3	0	27	0	0	3	0	0	339	4	0	1	0	0	9	0
	2	4	0	10	0	0	2	0	0	0	3	0	8	1	0	0	0	0	0
	3	18	371	0	6	34	0	0	2	0	23	449	0	0	1	0	0	8	0
4	1	0	282	3	0	12	0	0	4	0	0	342	3	0	1	0	0	9	0
	2	14	0	34	1	0	3	0	0	0	12	0	29	0	0	2	0	0	0
	3	12	375	0	4	27	0	0	2	0	14	459	0	2	12	0	0	8	0
5	1	0	310	3	0	29	0	0	3	0	0	383	4	0	5	0	0	8	0
	2	2	0	7	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0
	3	12	390	0	5	29	0	0	2	0	15	466	0	2	13	0	0	8	0
6	1	0	316	9	0	20	0	0	3	0	0	377	12	0	13	0	0	8	0
	2	10	0	47	0	0	2	0	0	0	12	0	58	0	0	1	0	0	0
	3	1	334	0	0	22	0	0	3	0	2	410	0	0	13	0	0	7	0
7	1	0	296	13	0	16	0	0	3	0	0	357	15	0	11	0	0	8	0
	2	12	0	8	1	0	0	0	0	0	14	0	8	0	0	0	0	0	0
	3	2	314	0	0	19	0	0	3	0	3	379	0	0	12	0	0	7	0
8	1	2	297	5	0	15	0	0	3	0	2	360	5	0	11	0	0	8	0
	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	308	2	0	16	0	0	3	0	1	374	3	0	13	0	0	7	0
	4	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0
9	1	23	286	6	1	10	0	0	3	0	28	311	6	1	10	0	0	8	0
	2	4	8	1	1	4	0	0	0	0	5	8	2	1	2	0	0	0	0
	3	1	263	14	0	16	0	0	2	0	1	290	15	0	10	0	0	6	0
	4	7	10	16	1	6	3	0	0	0	8	10	18	0	1	2	0	0	0
10	1	156	114	13	4	0	0	1	1	0	164	122	14	7	4	0	4	2	0
	2	25	116	54	1	32	5	0	1	0	28	130	63	1	10	6	0	2	1
	3	77	104	129	24	6	26	1	1	11	93	115	156	10	4	17	4	3	14
	4	68	69	149	70	12	9	13	2	1	83	85	165	7	8	6	15	5	3
11	1	74	377	20	11	59	3	1	0	0	90	461	24	7	39	1	2	0	0
	2	30	74	115	14	6	22	0	0	0	36	82	141	1	3	6	0	0	0
	3	81	181	7	23	53	3	0	1	0	99	221	14	3	5	0	0	1	0
	4	4	68	20	0	3	1	0	0	0	5	84	24	0	2	1	0	0	1
12	1	23	98	3	4	7	0	0	0	0	19	81	3	0	1	0	0	0	0

		2	3	3	2	0	0	0	0	0	0	5	4	3	0	0	0	0	0
		3	0	56	0	0	7	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
		4	2	1	44	0	0	5	0	0	0	3	1	52	0	0	0	0	0
13	1	17	71	9	2	4	0	0	0	0	14	59	7	0	0	0	0	0	0
	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0
	3	3	36	0	0	4	0	0	0	0	3	46	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	2	10	0	0	2	0	0	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0
14	1	40	28	2	4	0	0	0	0	0	34	23	2	2	0	0	0	0	0
	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	5	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	2	30	0	0	1	0	0	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	0
	4	3	2	3	0	0	0	0	0	0	5	1	3	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

3.8.4 Cálculo de velocidades

3.8.4.1 Cálculo de velocidades de punto

Teniendo los tiempos de aforo en cada intersección y la distancia de 25 metros procedemos a usar la fórmula de velocidad:

$$v = \frac{d}{s}$$

Tabla 20: Datos para determinar las velocidades intersección 1

Tiempo en segundos	Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3			Acceso 4			
	Distancia (m)		25										
	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	17:00 a 18:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	17:00 a 18:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	17:00 a 18:00	7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	17:00 a 18:00	
Semana 1	Martes	3.91	4.15	3.75	3.98	4.24	4.03	4.11	4.46	4.88	6.13	4.46	4.88
		3.99	4.48	4.40	4.13	3.92	3.73	4.23	5.05	4.64	4.82	5.05	4.64
		4.20	4.86	4.20	4.00	3.45	3.64	4.15	5.25	4.88	5.14	5.25	4.88
		3.79	4.68	4.18	3.52	3.76	3.76	4.39	4.61	5.92	4.34	4.61	5.92
		4.05	4.70	4.47	3.67	3.84	3.97	3.92	6.65	5.95	6.70	6.65	5.95
	Viernes	3.82	4.29	3.82	3.91	4.02	3.82	4.25	5.44	4.75	4.70	5.44	4.75
		4.02	4.55	4.21	4.01	3.62	3.91	4.61	4.52	4.53	4.52	4.52	4.53
		4.13	4.09	3.90	3.88	3.94	3.80	4.23	6.41	4.95	4.80	6.41	4.95
		3.87	4.18	4.01	3.71	3.88	3.73	4.18	5.11	4.71	4.63	5.11	4.71
		4.40	3.81	4.52	3.86	3.60	3.82	4.69	4.46	5.53	4.67	4.46	5.53
	Sábado	4.20	4.05	4.00	3.62	4.02	3.49	4.28	4.67	6.22	5.61	4.67	6.22
		3.99	3.96	4.30	3.49	3.49	3.68	4.92	5.44	4.81	6.53	5.44	4.81
3.87		4.51	4.01	3.82	3.53	3.75	5.18	6.69	6.83	5.18	6.69	6.83	
4.01		4.02	3.76	4.02	3.48	3.82	5.22	6.23	4.76	6.22	6.23	4.76	
Semana 2	Martes	4.21	4.33	4.25	3.54	3.92	3.65	4.55	4.90	4.52	4.55	4.90	4.52
		4.13	4.25	4.17	3.87	3.42	4.07	4.34	4.81	6.25	4.34	4.81	6.25
		3.92	4.72	3.97	4.12	4.02	3.69	4.94	4.35	4.91	4.94	4.35	4.91
		4.45	3.98	4.49	3.60	3.78	4.26	6.69	6.98	5.65	6.69	6.98	5.65
		3.69	4.23	3.73	4.23	4.28	3.98	4.71	5.29	5.10	4.71	5.29	5.10

Semana 3	Viernes	4.01	4.05	4.05	3.98	3.98	3.79	4.74	4.42	6.23	4.74	4.42	6.23
		4.52	3.89	4.56	3.74	3.84	3.87	5.47	5.17	5.62	5.47	5.17	5.62
		3.82	4.35	3.86	3.97	3.77	3.97	5.34	6.25	5.36	5.34	6.25	5.36
		4.23	4.02	4.27	4.02	3.91	3.91	6.27	4.32	4.88	6.27	4.32	4.88
		4.02	3.98	4.06	4.14	3.68	3.61	6.73	6.27	4.48	6.73	6.27	4.48
	Sábado	4.15	4.54	4.20	3.45	3.76	4.04	4.83	4.53	4.87	4.83	4.53	4.87
		4.23	4.08	4.27	3.72	4.36	3.83	4.64	4.64	6.75	4.64	4.64	6.75
		3.79	3.92	3.83	3.77	3.89	6.73	5.71	4.64	4.39	5.71	4.64	4.39
		3.92	4.04	3.96	4.03	9.43	3.82	6.00	4.69	4.71	6.00	4.69	4.71
		3.98	4.22	4.02	3.82	3.81	3.61	4.88	4.98	4.71	4.88	4.98	4.71
Semana 4	Martes	4.12	3.98	4.16	3.69	3.53	3.83	4.64	4.57	4.89	4.64	4.57	4.89
		3.94	4.44	3.98	3.78	3.88	3.93	4.47	4.75	5.44	4.47	4.75	5.44
		3.88	4.02	3.92	3.80	4.06	4.09	6.01	5.42	4.42	6.01	5.42	4.42
		4.29	3.93	4.33	4.01	4.16	4.18	4.40	4.53	6.69	4.40	4.53	6.69
		4.13	3.99	4.17	4.14	4.21	4.04	4.90	5.80	4.47	4.90	5.80	4.47
	Viernes	4.27	4.23	4.31	4.26	3.82	3.72	6.12	5.79	4.53	6.12	5.79	4.53
		3.97	4.15	4.01	3.78	3.66	4.07	5.93	4.75	5.04	5.93	4.75	5.04
		3.78	4.01	3.82	3.90	4.23	3.84	4.41	4.70	6.02	4.41	4.70	6.02
		3.92	3.78	3.96	3.65	4.02	3.62	4.47	6.19	4.77	4.47	6.19	4.77
		4.01	4.08	4.05	3.42	3.82	3.85	4.82	4.77	4.32	4.82	4.77	4.32
Sábado	3.67	4.15	3.71	4.13	3.56	4.07	4.39	5.85	5.54	4.39	5.85	5.54	
	4.09	4.23	4.13	4.45	3.69	3.65	5.80	4.62	4.81	5.80	4.62	4.81	
	4.13	3.87	4.17	3.57	3.72	3.92	4.67	4.62	4.32	4.67	4.62	4.32	
	3.73	4.43	3.77	3.84	4.00	3.80	6.56	6.64	4.83	6.56	6.64	4.83	
	4.15	3.87	4.19	3.80	3.80	3.89	5.98	4.74	6.55	5.98	4.74	6.55	
Semana 4	Martes	3.68	4.21	3.72	4.00	3.78	3.94	4.56	4.84	4.81	4.56	4.84	4.81
		4.25	4.06	4.29	3.61	4.26	4.17	4.46	4.65	4.38	4.46	4.65	4.38
		4.30	3.98	4.34	4.23	4.11	3.91	4.63	4.84	5.85	4.63	4.84	5.85
		4.09	4.54	4.14	4.19	3.62	3.96	4.82	5.08	4.35	4.82	5.08	4.35
		3.81	4.25	3.85	3.93	3.98	3.94	4.78	4.82	4.61	6.22	4.82	4.61
	Viernes	4.00	3.99	4.04	3.72	4.15	4.16	4.69	6.47	4.45	4.69	6.47	4.45
		4.11	4.03	4.15	3.99	4.32	3.68	4.84	4.74	6.33	4.84	4.74	6.33
		4.34	4.41	4.38	3.45	3.91	3.56	4.65	4.64	5.23	4.65	4.64	5.23
		3.62	4.23	3.66	3.52	3.60	4.10	4.35	4.85	4.70	4.35	4.85	4.70
		3.48	3.82	3.52	4.05	4.15	3.98	5.42	4.43	4.42	5.42	4.43	4.42
Sábado	3.82	3.74	3.86	3.72	4.23	4.16	5.01	4.97	6.63	5.01	4.97	6.63	
	3.99	4.23	4.03	4.19	4.12	4.04	4.78	4.63	4.44	6.31	4.63	4.44	
	4.14	4.30	4.18	4.20	3.88	3.94	4.43	4.80	6.22	4.43	4.80	6.22	
	4.07	3.96	4.11	3.93	3.95	4.02	4.98	4.96	6.79	4.98	4.96	6.79	
	3.92	4.20	3.96	4.03	4.01	3.93	4.41	6.56	4.52	4.41	6.56	4.52	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Velocidades en intersección 1

Media	4.02	4.17	4.07	3.88	3.97	3.92	4.92	5.18	5.18	5.16	5.18	5.18
Desviación	0.21	0.25	0.23	0.24	0.75	0.40	0.68	0.74	0.76	0.74	0.74	0.76
Rango sup	4.23	4.42	4.30	4.12	4.72	4.33	5.60	5.91	5.94	5.90	5.91	5.94
Rango inf	3.81	3.92	3.84	3.64	3.22	3.52	4.24	4.44	4.42	4.42	4.44	4.42
Media corr.	4.02	4.11	4.08	3.88	3.88	3.88	4.60	4.89	4.90	4.86	4.89	4.90
Media-media	3.99			3.95			4.22			4.88		

Fuente: Elaboración propia

Las tablas de depuración se encuentran en las planillas de anexos

3.8.4.2 Presentación de los datos de velocidad de punto

Una vez depurados los datos que no están comprendidos en los rangos calculados, se obtienen las velocidades de punto finales.

Los datos recogidos en un estudio de velocidades de punto son generalmente de una muestra de vehículos usando una sección de carretera en la cual se conduce dicho estudio, pero estos datos se utilizan para determinar las características de la velocidad de la población entera de los vehículos que viajan en el sitio de estudio.

El libro guía de ingeniería de tránsito de la UMSS (Universidad Mayor de San Simón), describe algunas de las técnicas convencionales de la presentación. Los datos se pueden presentar en la forma de un histograma, un diagrama de barras. En esta investigación se presentará en diagramas de barra.

Tabla 22: Velocidad en intersección 1

Velocidad												
Intersección	Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3			Acceso 4		
	d	t	Vel									
	m	s	km/h									
1	25.00	4.07	22.73	25.00	3.88	25.79	25.00	4.80	16.54	25.00	4.88	16.54
2	25.00	5.66	15.91	25.00	4.44	20.27	25.00	2.25	40.08			
3	25.00	1.80	49.97	25.00	4.37	20.61	25.00	1.46	61.81			
4	25.00	1.46	61.61	25.00	4.56	19.72	25.00	1.34	67.24			
5	25.00	1.46	61.77	25.00	2.90	31.02	25.00	1.46	61.77			
6	25.00	1.42	63.38	25.00	2.58	34.87	25.00	1.42	63.16			
7	25.00	5.40	16.67	25.00	3.73	24.14	25.00	5.73	15.7			
8	25.00	1.46	61.72	25.00	4.74	18.98	25.00	1.37	65.89	25.00	5.33	16.87
9	25.00	1.75	51.39	25.00	3.52	25.56	25.00	1.43	62.76	25.00	4.48	20.1
10	25.00	3.15	28.57	25.00	3.52	25.57	25.00	3.42	26.32	25.00	3.45	26.08
11	25.00	3.77	23.88	25.00	3.44	26.17	25.00	3.35	26.88	25.00	3.52	25.54
12	25.00	2.24	40.25	25.00	2.50	36.01	25.00	2.51	35.82	25.00	3.59	25.08
13	25.00	2.02	44.51	25.00	2.46	36.63	25.00	2.73	32.91	25.00	3.55	25.38
14	25.00	2.67	33.71	25.00	2.71	33.25	25.00	2.79	32.25	25.00	3.84	23.42

Fuente: Elaboración propia

3.8.4.3 Velocidad de cruceo y de recorrido

Para la determinación de esta velocidad se lo realizo en la Avenida Integración en ambos carriles (subida y bajada), donde casi no existen demoras, por eso es que se toma estos tiempos para determinar la velocidad de recorrido.

Se procedió a hacer la toma de tiempos tanto de ida como de vuelta y con la fórmula de $V=d/t$ determinamos la velocidad y posteriormente se procede a hacer la depuración de datos con el método ya mencionado, y así obtener la media verdadera de la velocidad de cruceo y de recorrido.

3.8.4.3.1 Velocidad cruceo

Tabla 23: Velocidad cruceo av. Integración

Av. Integración carril de subida				
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido Total(minutos)	Velocidad Cruceo (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	03:45.3	44.58
		12:00 a 13:00	03:58.9	42.04
		18:00 a 19:00	03:51.5	43.38
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	04:02.6	41.41
		12:00 a 13:00	03:57.0	42.37
		18:00 a 19:00	03:51.0	43.47
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	04:01.0	41.68
		12:00 a 13:00	03:43.0	45.04
		18:00 a 19:00	03:49.0	43.86
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	03:59.6	41.92
		12:00 a 13:00	03:55.7	42.62
		18:00 a 19:00	03:47.1	44.22
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	03:58.9	42.04
		12:00 a 13:00	03:55.2	42.70
		18:00 a 19:00	03:47.1	44.22
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	03:55.1	42.73
		12:00 a 13:00	03:40.2	45.61
		18:00 a 19:00	03:47.3	44.19
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	03:59.1	42.01
		12:00 a 13:00	03:25.3	48.93
		18:00 a 19:00	03:45.9	44.46
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.0	42.20
		12:00 a 13:00	03:39.8	45.70
		18:00 a 19:00	03:45.5	44.54
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	03:56.9	42.40
		12:00 a 13:00	03:53.1	43.09
		18:00 a 19:00	03:45.3	44.58
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.5	42.12
		12:00 a 13:00	03:54.3	42.86
		18:00 a 19:00	03:43.7	44.91
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	03:57.8	42.24

		12:00 a 13:00	03:52.2	43.25
		18:00 a 19:00	03:44.2	44.80
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.4	42.14
		12:00 a 13:00	03:51.9	43.32
		18:00 a 19:00	03:42.0	45.24
		Media		43.52
		Desviación		1.52
		Rango sup.		45.04
		Rango inf.		42.01
		Media corr.		43.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Velocidad cruceo av. Integración
Av. Integración carril de bajada

Fecha		Hora	Tiempo Recorrido	Velocidad Cruceo (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	03:00.1	55.78
		12:00 a 13:00	03:21.0	49.96
		18:00 a 19:00	03:20.1	50.20
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	03:21.6	49.82
		12:00 a 13:00	03:01.6	55.32
		18:00 a 19:00	03:34.0	46.93
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	03:06.9	53.73
		12:00 a 13:00	03:23.1	49.46
		18:00 a 19:00	03:08.9	53.16
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	02:57.7	56.53
		12:00 a 13:00	03:16.0	51.24
		18:00 a 19:00	03:06.4	53.89
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	03:17.4	50.87
		12:00 a 13:00	03:07.1	53.69
		18:00 a 19:00	03:13.9	51.79
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	03:18.8	50.53
		12:00 a 13:00	03:21.6	49.82
		18:00 a 19:00	03:19.2	50.43
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	03:14.5	51.64
		12:00 a 13:00	03:08.2	53.37
		18:00 a 19:00	03:08.6	53.25
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	03:21.0	49.97
		12:00 a 13:00	03:16.3	51.16
		18:00 a 19:00	03:11.4	52.47
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	03:04.3	54.50
		12:00 a 13:00	03:15.1	51.49
		18:00 a 19:00	03:12.0	52.31
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	03:13.3	51.95
		12:00 a 13:00	03:21.8	49.78
		18:00 a 19:00	03:11.9	52.35
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	03:29.6	47.93
		12:00 a 13:00	03:15.7	51.33
		18:00 a 19:00	03:07.0	53.71
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	03:05.8	54.07
		12:00 a 13:00	03:09.1	53.11

	18:00 a 19:00	03:19.9	50.26
		Media	51.88
		Desviación	2.11
		Rango sup.	53.99
		Rango inf.	49.77
		Media corr.	51.69

Fuente: elaboración propia

Tabla 25: Velocidad crucero av. Guadalquivir

Av. Guadalquivir carril de subida				
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido Total (minutos)	Velocidad Crucero (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	01:17.12	31.51
		12:00 a 13:00	01:25.32	28.48
		18:00 a 19:00	01:15.86	32.03
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.09	35.69
		12:00 a 13:00	01:20.96	30.01
		18:00 a 19:00	01:05.34	37.19
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.23	30.67
		12:00 a 13:00	01:23.24	29.19
		18:00 a 19:00	01:02.75	38.73
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	01:18.62	30.91
		12:00 a 13:00	01:27.23	27.86
		18:00 a 19:00	01:15.97	31.99
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.32	30.64
		12:00 a 13:00	01:16.82	31.63
		18:00 a 19:00	01:04.37	37.75
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.41	35.52
		12:00 a 13:00	01:13.20	33.20
		18:00 a 19:00	01:07.61	35.94
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	01:21.32	29.88
		12:00 a 13:00	01:11.75	33.87
		18:00 a 19:00	01:04.33	37.77
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	01:22.92	29.31
		12:00 a 13:00	01:16.45	31.79
		18:00 a 19:00	01:10.89	34.28
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	01:05.35	37.18
		12:00 a 13:00	01:13.84	32.91
		18:00 a 19:00	01:20.32	30.25
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	01:14.90	32.44
		12:00 a 13:00	01:25.32	28.48
		18:00 a 19:00	01:02.12	39.12
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	01:16.25	31.87
		12:00 a 13:00	01:26.78	28.00
		18:00 a 19:00	01:15.27	32.29
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	01:01.23	39.69
		12:00 a 13:00	01:08.32	35.57
		18:00 a 19:00	01:12.32	33.60
			Media	32.98
			Desviación	3.33
			Rango sup.	36.31

Rango inf.	29.65
Media corr.	32.86

Fuente: elaboración propia

Tabla 26: Velocidad crucero av. Guadalquivir

Av. Guadalquivir carril de bajada				
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido Total (minutos)	Velocidad Crucero (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	01:13.32	33.14
		12:00 a 13:00	01:25.32	28.48
		18:00 a 19:00	01:18.32	31.03
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.04	30.74
		12:00 a 13:00	01:01.32	39.63
		18:00 a 19:00	01:05.34	37.19
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.23	30.67
		12:00 a 13:00	01:23.24	29.19
		18:00 a 19:00	01:02.75	38.73
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	01:18.62	30.91
		12:00 a 13:00	01:27.23	27.86
		18:00 a 19:00	01:15.97	31.99
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.32	30.64
		12:00 a 13:00	01:16.82	31.63
		18:00 a 19:00	01:04.37	37.75
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.41	35.52
		12:00 a 13:00	01:13.20	33.20
		18:00 a 19:00	01:07.61	35.94
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	01:21.32	29.88
		12:00 a 13:00	01:11.75	33.87
		18:00 a 19:00	01:04.33	37.77
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	01:22.92	29.31
		12:00 a 13:00	01:16.45	31.79
		18:00 a 19:00	01:10.89	34.28
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	01:05.35	37.18
		12:00 a 13:00	01:13.84	32.91
		18:00 a 19:00	01:24.32	28.82
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	01:18.55	30.94
		12:00 a 13:00	01:25.32	28.48
		18:00 a 19:00	01:02.12	39.12
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	01:16.25	31.87
		12:00 a 13:00	01:26.78	28.00
		18:00 a 19:00	01:15.27	32.29
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	01:01.23	39.69
		12:00 a 13:00	01:12.45	33.54
		18:00 a 19:00	01:22.78	29.35
Media				32.87
Desviación				3.54
Rango sup.				36.41
Rango inf.				29.33
Media corr.				33.09

Fuente: elaboración propia

3.8.4.3.2 Velocidad de recorrido

Tabla 27: Velocidad de recorrido av. Integración

		Av. Integración carril de subida				
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido	Tiempo Frenado	Tiempo Recorrido Total(minutos)	Velocidad de recorrido (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	03:45.3	00:10.3	03:55.6	42.63
		12:00 a 13:00	03:58.9	00:04.6	04:03.5	41.25
		18:00 a 19:00	03:51.5	00:00.0	03:51.5	43.38
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	04:02.6	00:10.2	04:12.8	39.74
		12:00 a 13:00	03:57.0	00:03.9	04:01.0	41.68
		18:00 a 19:00	03:51.0	00:00.0	03:51.0	43.47
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	04:01.0	00:10.1	04:11.1	40.00
		12:00 a 13:00	03:43.0	00:13.4	03:56.4	42.48
		18:00 a 19:00	03:49.0	00:00.0	03:49.0	43.86
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	03:59.6	00:11.3	04:10.9	40.03
		12:00 a 13:00	03:55.7	00:00.0	03:55.7	42.62
		18:00 a 19:00	03:47.1	00:00.0	03:47.1	44.22
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	03:58.9	00:09.9	04:08.9	40.36
		12:00 a 13:00	03:55.2	00:03.3	03:58.4	42.12
		18:00 a 19:00	03:47.1	00:00.0	03:47.1	44.22
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	03:55.1	00:12.3	04:07.4	40.60
		12:00 a 13:00	03:40.2	00:01.6	03:41.9	45.27
		18:00 a 19:00	03:47.3	00:00.0	03:47.3	44.19
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	03:59.1	00:08.1	04:07.2	40.63
		12:00 a 13:00	03:25.3	00:00.0	03:25.3	48.93
		18:00 a 19:00	03:45.9	00:00.0	03:45.9	44.46
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.0	00:08.9	04:06.9	40.67
		12:00 a 13:00	03:39.8	00:00.0	03:39.8	45.70
		18:00 a 19:00	03:45.5	00:00.0	03:45.5	44.54
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	03:56.9	00:09.8	04:06.6	40.72
		12:00 a 13:00	03:53.1	00:00.0	03:53.1	43.09
		18:00 a 19:00	03:45.3	00:00.0	03:45.3	44.58
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.5	00:07.5	04:05.9	40.84
		12:00 a 13:00	03:54.3	00:00.0	03:54.3	42.86
		18:00 a 19:00	03:43.7	00:00.0	03:43.7	44.91
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	03:57.8	00:06.8	04:04.6	41.06
		12:00 a 13:00	03:52.2	00:00.0	03:52.2	43.25
		18:00 a 19:00	03:44.2	00:00.0	03:44.2	44.80
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	03:58.4	00:05.7	04:04.1	41.16
		12:00 a 13:00	03:51.9	00:00.0	03:51.9	43.32
		18:00 a 19:00	03:42.0	00:00.0	03:42.0	45.24
					Media	42.86
					Desviación	2.02
					Rango sup.	44.88
					Rango inf.	40.84
					Media corr.	43.05

Fuente: elaboración propia

Tabla 28: Velocidad de recorrido av. Integración

Av. Integración carril de bajada						
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido	Tiempo Frenado	Tiempo Recorrido Total(minutos)	Velocidad de recorrido (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	03:00.1	00:15.2	03:15.3	51.44
		12:00 a 13:00	03:21.0	00:10.2	03:31.3	47.55
		18:00 a 19:00	03:20.1	00:00.0	03:20.1	50.20
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	03:21.6	00:12.2	03:33.8	46.97
		12:00 a 13:00	03:01.6	00:09.3	03:10.9	52.62
		18:00 a 19:00	03:34.0	00:05.3	03:39.3	45.79
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	03:06.9	00:12.3	03:19.2	50.41
		12:00 a 13:00	03:23.1	00:10.2	03:33.3	47.09
		18:00 a 19:00	03:08.9	00:02.3	03:11.3	52.52
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	02:57.7	00:10.3	03:08.0	53.43
		12:00 a 13:00	03:16.0	00:10.8	03:26.8	48.57
		18:00 a 19:00	03:06.4	00:03.2	03:09.6	52.98
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	03:17.4	00:11.3	03:28.7	48.11
		12:00 a 13:00	03:07.1	00:10.5	03:17.6	50.83
		18:00 a 19:00	03:13.9	00:02.8	03:16.7	51.07
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	03:18.8	00:10.8	03:29.6	47.93
		12:00 a 13:00	03:21.6	00:10.7	03:32.3	47.32
		18:00 a 19:00	03:19.2	00:03.0	03:22.1	49.69
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	03:14.5	00:11.1	03:25.6	48.86
		12:00 a 13:00	03:08.2	00:10.6	03:18.8	50.53
		18:00 a 19:00	03:08.6	00:02.9	03:11.5	52.45
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	03:21.0	00:09.2	03:30.2	47.79
		12:00 a 13:00	03:16.3	00:10.6	03:26.9	48.54
		18:00 a 19:00	03:11.4	00:02.3	03:13.7	51.85
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	03:04.3	00:10.1	03:14.4	51.67
		12:00 a 13:00	03:15.1	00:10.6	03:25.7	48.83
		18:00 a 19:00	03:12.0	00:02.6	03:14.6	51.61
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	03:13.3	00:09.7	03:23.0	49.48
		12:00 a 13:00	03:21.8	00:10.6	03:32.4	47.30
		18:00 a 19:00	03:11.9	00:02.4	03:14.3	51.69
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	03:29.6	00:13.2	03:42.8	45.08
		12:00 a 13:00	03:15.7	00:12.3	03:28.0	48.29
		18:00 a 19:00	03:07.0	00:03.2	03:10.2	52.80
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	03:05.8	00:11.5	03:17.2	50.93
		12:00 a 13:00	03:09.1	00:09.2	03:18.3	50.64
		18:00 a 19:00	03:19.9	00:02.8	03:22.7	49.56
Media						49.79
Desviación						2.15
Rango sup						51.94
Rango inf						47.64
Media corr.						49.93

Fuente: elaboración propia

Tabla 29: Velocidad de recorrido av. Guadalquivir

Av. Guadalquivir Carril de subida						
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido	Tiempo Frenado	Tiempo Recorrido Total(minutos)	Velocidad de recorrido (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	01:17.12	00:03.24	01:20.36	30.24
		12:00 a 13:00	01:25.32	00:00.00	01:25.32	28.48
		18:00 a 19:00	01:15.86	00:00.00	01:15.86	32.03
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.09	00:02.87	01:10.96	34.24
		12:00 a 13:00	01:20.96	00:00.00	01:20.96	30.01
		18:00 a 19:00	01:05.34	00:06.32	01:11.66	33.91
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.23	00:03.25	01:22.48	29.46
		12:00 a 13:00	01:23.24	00:08.23	01:31.47	26.57
		18:00 a 19:00	01:02.75	00:05.36	01:08.11	35.68
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	01:18.62	00:00.00	01:18.62	30.91
		12:00 a 13:00	01:27.23	00:10.23	01:37.46	24.93
		18:00 a 19:00	01:15.97	00:05.32	01:21.29	29.89
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.32	00:04.97	01:24.29	28.83
		12:00 a 13:00	01:16.82	00:10.23	01:27.05	27.91
		18:00 a 19:00	01:04.37	00:05.94	01:10.31	34.56
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.41	00:03.26	01:11.67	33.91
		12:00 a 13:00	01:13.20	00:04.17	01:17.37	31.41
		18:00 a 19:00	01:07.61	00:02.60	01:10.21	34.61
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	01:21.32	00:05.23	01:26.55	28.08
		12:00 a 13:00	01:11.75	00:03.45	01:15.20	32.31
		18:00 a 19:00	01:04.33	00:04.78	01:09.11	35.16
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	01:22.92	00:05.35	01:28.27	27.53
		12:00 a 13:00	01:16.45	00:04.68	01:21.13	29.95
		18:00 a 19:00	01:10.89	00:01.32	01:12.21	33.65
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	01:05.35	00:00.00	01:05.35	37.18
		12:00 a 13:00	01:13.84	00:07.25	01:21.09	29.97
		18:00 a 19:00	01:20.32	00:06.45	01:26.77	28.01
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	01:14.90	00:01.96	01:16.86	31.62
		12:00 a 13:00	01:25.32	00:07.24	01:32.56	26.25
		18:00 a 19:00	01:02.12	00:04.58	01:06.70	36.43
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	01:16.25	00:00.00	01:16.25	31.87
		12:00 a 13:00	01:26.78	00:04.85	01:31.63	26.52
		18:00 a 19:00	01:15.27	00:06.71	01:21.98	29.64
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	01:01.23	00:07.23	01:08.46	35.50
		12:00 a 13:00	01:08.32	00:12.23	01:20.55	30.17
		18:00 a 19:00	01:12.32	00:06.36	01:18.68	30.88
Media						31.06
Desviación						3.12
Rango sup						34.18
Rango inf						27.94
Media corr.						30.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Velocidad de recorrido av. Guadalquivir

Av. Guadalquivir Carril de bajada						
Fecha		Hora	Tiempo Recorrido	Tiempo Frenado	Tiempo Recorrido Total(minutos)	Velocidad de recorrido (km/hr)
Martes	20/8/2019	7:00 a 8:00	01:13.32	00:07.32	01:20.64	30.13
		12:00 a 13:00	01:25.32	00:12.32	01:37.64	24.89
		18:00 a 19:00	01:18.32	00:04.05	01:22.37	29.50
Viernes	23/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.04	00:02.87	01:21.91	29.67
		12:00 a 13:00	01:01.32	00:25.32	01:26.64	28.05
		18:00 a 19:00	01:05.34	00:06.32	01:11.66	33.91
Sábado	24/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.23	00:03.25	01:22.48	29.46
		12:00 a 13:00	01:23.24	00:08.23	01:31.47	26.57
		18:00 a 19:00	01:02.75	00:05.36	01:08.11	35.68
Martes	27/8/2019	7:00 a 8:00	01:18.62	00:06.41	01:25.03	28.58
		12:00 a 13:00	01:27.23	00:10.23	01:37.46	24.93
		18:00 a 19:00	01:15.97	00:05.32	01:21.29	29.89
Viernes	30/8/2019	7:00 a 8:00	01:19.32	00:07.23	01:26.55	28.08
		12:00 a 13:00	01:16.82	00:10.23	01:27.05	27.91
		18:00 a 19:00	01:04.37	00:06.23	01:10.60	34.42
Sábado	31/8/2019	7:00 a 8:00	01:08.41	00:03.26	01:11.67	33.91
		12:00 a 13:00	01:13.20	00:05.45	01:18.65	30.90
		18:00 a 19:00	01:07.61	00:07.94	01:15.55	32.16
Martes	3/9/2019	7:00 a 8:00	01:21.32	00:05.23	01:26.55	28.08
		12:00 a 13:00	01:11.75	00:05.21	01:16.96	31.57
		18:00 a 19:00	01:04.33	00:13.38	01:17.71	31.27
Viernes	6/9/2019	7:00 a 8:00	01:22.92	00:05.35	01:28.27	27.53
		12:00 a 13:00	01:16.45	00:04.68	01:21.13	29.95
		18:00 a 19:00	01:10.89	00:01.23	01:12.12	33.69
Sábado	7/9/2019	7:00 a 8:00	01:05.35	00:00.00	01:05.35	37.18
		12:00 a 13:00	01:13.84	00:07.25	01:21.09	29.97
		18:00 a 19:00	01:24.32	00:06.45	01:30.77	26.77
Martes	10/9/2019	7:00 a 8:00	01:18.55	00:01.96	01:20.51	30.18
		12:00 a 13:00	01:25.32	00:07.24	01:32.56	26.25
		18:00 a 19:00	01:02.12	00:04.58	01:06.70	36.43
Viernes	13/9/2019	7:00 a 8:00	01:16.25	00:00.00	01:16.25	31.87
		12:00 a 13:00	01:26.78	00:15.22	01:42.00	23.82
		18:00 a 19:00	01:15.27	00:06.71	01:21.98	29.64
Sábado	14/9/2019	7:00 a 8:00	01:01.23	00:07.23	01:08.46	35.50
		12:00 a 13:00	01:12.45	00:05.32	01:17.77	31.25
		18:00 a 19:00	01:22.78	00:06.36	01:29.14	27.26
Media						30.19
Desviación						3.29
Rango sup						33.48
Rango inf						26.90
Media corr.						29.92

Fuente: Elaboración propia

3.8.5 Capacidad vehicular y nivel de servicio en los accesos

Capacidad en vías interrumpidas por método HCM

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

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

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

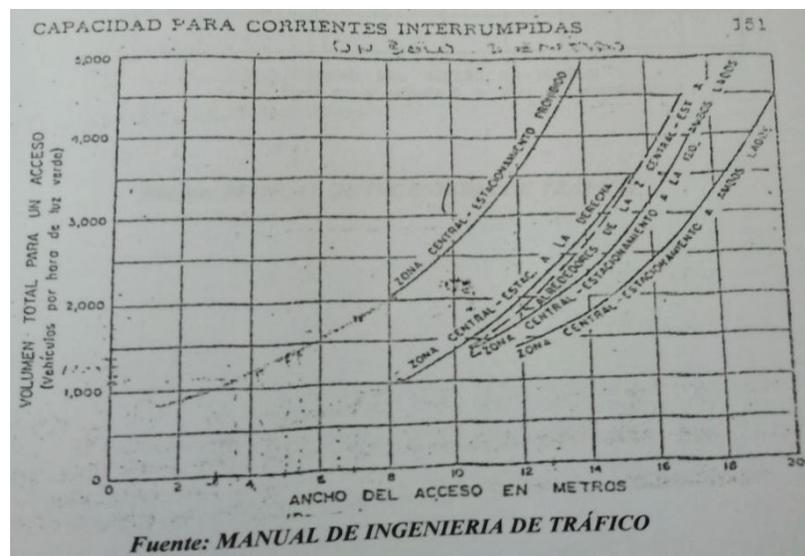
Sustraer un 0.5% por cada 1% en que el tránsito que gira a la derecha pasa del 10% del tránsito total.

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

Por paradas de ómnibus antes de la intersección restar el 10% por parada de ómnibus después de la intersección, restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias

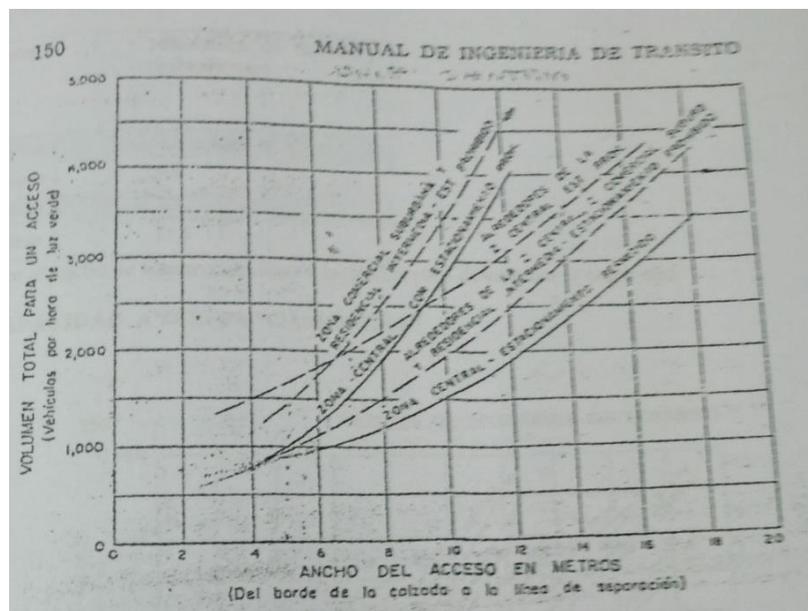
Por estacionamientos permitidos restar 1,80 mts del ancho del acceso y luego hacer las correcciones ya indicadas.

Figura 24: Capacidad para acceso de un solo sentido



Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

Figura 25: Capacidad para acceso de dos sentidos



Fuente: (Cal y Mayor, 2007)

3.8.5.1 Capacidad y nivel de servicio en intersecciones no semaforizadas

Tabla 31: Datos para determinar la capacidad y nivel de servicio

Datos	Acceso		
	1	2	3
% Giro izquierda (GI)	4.39	56.79	0.23
% Recto (R)	80.31	14.81	93.02
% Giro derecha (GD)	15.30	28.40	6.75
% Vehículos livianos	92.81	96.34	93.88
% Vehículos medianos	5.95	3.20	4.82
% Vehículos pesados	1.36	0.46	1.31
% Vehículos públicos	52.00	66.29	46.43
% Vehículos privados	49.00	33.71	53.57
Volumen en el acceso (Veh/h)	843.00	81.00	795.00
Ancho de calzada (m)	7.50	5.20	7.50
Paradas antes intersección	0	0	0
Paradas después intersección	0	0	0
Estacionamiento permitido	NO	SI	NO
Zona	Central	Central	Central
Número de sentidos	1	1	1
Número de carriles en el acceso	2	2	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Cálculo de la capacidad en la intersección

Capacidad de intersección	Acceso	Capacidad ideal	Capacidad práctica	Capacidad real	Factor de paradas antes. Int.	Factor de paradas desp. Int.	Factor giro izquierdo	Factor giro derecha	Factor de veh. Pesados
272.00	1	1780	1602	1560	1.000	1.000	1.000	0.973	1.000
	2	625	563	272	1.000	1.000	0.532	0.908	1.000
	3	1780	1602	1602	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Niveles de servicio

Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximos para entradas de intersecciones aisladas independientes		
Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0.0
B	Flujo estable	$\leq 0,10$
C	Flujo estable	$\leq 0,30$
D	Próximo a flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo inestable	$\leq 1,0$
F	Flujo forzado	'-b'

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Nivel de servicio

Acceso	Volumen	Capacidad	Nivel de servicio en acceso	NS	Nivel de servicio en la intersección
A1	843	1560	0.540	D	D
A2	81	272	0.298	C	
A3	795	1602	0.496	D	

Fuente: Elaboración propia

3.8.5.2 Capacidad con intersecciones con semáforos

Tabla 35: Cálculo de capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforo

Ajuste de volumen	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Volumen v (veh/h)	661	84	1051	920
Volumen izquierdo vizq (veh/h)	661	0	0	0
Volumen directo vdir (veh/h)	0	0	959	0
Volumen derecho vder (veh/h)	0	84	92	920
Factor de hora pico phf	0.92	0.92	0.92	0.92
Tasa de flujo ajustado en el grupo de carriles $v_p = v / phf$	718	91	1142	1000
Tasa de flujo ajustado izquierda $v_p = vizq / phf$ (whlh)	718	0	0	0

Tasa de flujo ajustado directo $v_p=v_{dir}/phf$ (veh/h)	0	0	1042	0
Tasa de flujo ajustado derecha $v_p=v_{der}/phf$ (veh/h)	0	91	100	1000
Proporción de giros lt o rt (plt o prt)				
Proporción de giros izquierda (plt)	1	0	0	0
Proporción de giros derecha (prt)	0	1	0.088	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Flujo de saturación

Tasa de Flujo de Saturación	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Flujo de Saturación Ideal, S_o (pc/h/ carril)	1700	1700	1700	1700
Número de carriles, N	1	2	2	2
Ancho de carril, W	3.5	2.85	3.5	3.5
Factor de ajuste de ancho de carril, fw	0.989	0.917	0.989	0.989
Volumen de vehículos pesados, HV	10	0	7	10
Porcentaje de vehículos pesados, %HV = $100*HV/N$	2	0	1	1
Equivalente en vehículos livianos, $E_t = 2 pc / HV$	2	3	4	2
Factor de ajuste para vehículos pesados, fhv	0.98	1	0.971	0.99
Pendiente en el grupo de carriles, % G	0	0	0	0
Factor de ajuste por pendiente, Fg	1	1	1	1
Número de maniobras de estacionamiento por hora, Nm 180	10	5	50	5
Factor de ajuste por estacionamiento, fp= 0.050	0.85	0.9375	0.825	0.9375
Número de buses que se detienen por hora, NB ≤ 250	0	0	0	0
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb $\geq 0,050$	1	1	1	1
Tipo de área	CBD	CBD	CBD	CBD
Factor de ajuste por tipo de área, fa	0.9	0.9	0.9	0.9
Factor de ajuste por utilización de carril, Flu	1	1	1	1
Factor de ajuste por giro a la izquierda, Flt	0.952	1	1	1
Factor ajuste por giro a la derecha, fRT > 0.050	1	0.85	0.987	0.85
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la izquierda, flpb	1	1	1	1
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la derecha, frpb	1	1	1	1
Flujo de Saturación Ajustado, s (whlh)	1201	2235	2392	2387

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Capacidad

Análisis de capacidad	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Fase	1	1	1	1
Tipo de fase	P	P	P	P
tasa de flujo ajustado v (veh/h)	718	91	1142	1000
Tasa de flujo de saturación s (veh/h)	1201	2235	2392	2387
tiempo perdido, tL (s), $tL = 11 + Y - e$	2.5	2.5	2.5	2.5
longitud de ciclo C(s)	56	56	56	56
tiempo de verde efectivo, g(s), $g=G+Y-tL$	33.5	19.5	19.5	33.5
proporción de verde, g/C	0.598	0.348	0.348	0.598
capacidad del grupo de carriles $c=s(g/C)$, (veh/h)	718	778	833	1428
Relación v/c, X	1	0.117	1.371	0.7
Relación de flujo, v/s	0.598	0.041	0.477	0.419

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Cálculo de demora de colas

Parámetros de entrada	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Periodo de análisis	15 minutos			
Duración del periodo de análisis, T(h)	0.25	0.25	0.25	0.25
Longitud del ciclo, V(s)	56	56	56	56
Cola inicial, Qb(veh)	5	1	5	6
Proporción de verde, g/C	0.598	0.348	0.348	0.598
Relación v/c, $X=v/c$	1	0.117	1.371	0.7
Capacidad del grupo de carriles, c (VEH/H)	718	778	833	1428
Factor de ajuste por progresión/coordinación	1	1	1	1
Duración de la demanda insatisfecha en T, t(h) $t = \min \left\{ T, \frac{Q_b}{c[1-\min(1,X)]} \right\}$	0.25	0.25	0.25	0.25
Caso de análisis	V	V	V	V
Demora por cola inicial, d3 (s) $d_3 = \frac{1800 * Q_b}{c}$	12.535	2.314	10.804	7.563
Demora uniforme, d1 (s) $d_1 = 0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{r}\right)$	11.25	18.25	18.25	11.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Nivel de servicio

Capacidad del grupo de carriles, demora por control, y determinación del nivel de servicio (NS)	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Tasa de flujo ajustado, v(veh/h)	718	91	1142	1000
Capacidad del grupo de carriles $c=s(g/C)$, (veh/h)	718	778	833	1043
Relación v/c, $X=v/c$	1	0.117	1.371	0.959
Calibración de la demora incremental, k	0.5	0.5	0.5	0.5
Factor de ajuste por entradas de intersección corriente	1	1	1	1

Duración del periodo de análisis, T(h)	0.25	0.25	0.25	0.25
Demora incremental, d2 (s/veh) $d_2 = 900 T [(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8 k l X}{c T}}]^e$	33.588	0.306	174.564	19.545
Demora por cola inicial, d3 (s) (de hoja de cálculo de demora de cola)	12.53	2.31	10.8	7.56
Demora uniforme, d1 (s) (de hoja de cálculo de demora de cola)	11.25	18.25	18.25	11.25
Factor de ajuste por progresión/coordinación	1	1	1	1
Demora, d=d1 (PF)+d2+d3 (s/veh)	57.373	20.87	203.618	38.358
Nivel de Servicio NS por grupo de carriles	E	C	F	E
Tasa de flujo del acceso, vA (veh/h)	718.0	91.0	1142.0	1000.0
Demora de la intersección $d_I = \sum (d_A)(v_A) / \sum v A$ (s/veh)	106.398			
NS de la intersección	F			

Fuente: Elaboración propia

3.8.5.3 Capacidad y nivel de servicio en las intersecciones de estudio

Tabla 40: Capacidad

Tabla de capacidad				
Acceso	1	2	3	4
Intersección 1	718	91	1142	1000
Intersección 2	1560	272	1602	
Intersección 3	1602	315	1602	
Intersección 4	1602	318	1602	
Intersección 5	1602	325	1602	
Intersección 6	1602	333	1602	
Intersección 7	1602	226	1602	
Intersección 8	1602	270	1602	65
Intersección 9	1602	450	1602	85
Intersección 10	826	951	1041	903
Intersección 11	1124	552	709	237
Intersección 12	1448	364	1602	50
Intersección 13	1469	392	1602	95
Intersección 14	799	292	1602	82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Nivel de servicio

Tabla de nivel de servicio					NS en Intersección
Acceso	1	2	3	4	
Intersección 1	E	C	F	E	F
Intersección 2	D	C	D		D
Intersección 3	C	B	C		C
Intersección 4	D	D	B		D
Intersección 5	D	B	D		C
Intersección 6	D	D	D		D
Intersección 7	D	C	D		D
Intersección 8	D	B	D	C	C
Intersección 9	D	B	D	B	D
Intersección 10	B	C	D	D	C
Intersección 11	C	B	C	C	C
Intersección 12	C	B	B	C	C
Intersección 13	C	B	B	B	B
Intersección 14	C	B	B	B	B

Fuente: Elaboración propia

3.8.6 Señalización

Para obtener los diferentes tipos de señalización se hizo una inspección visual en todas las intersecciones, en anexos se encontrará las tablas por cada intersección y sus accesos a continuación presentamos un resumen de todas las intersecciones en la siguiente tabla:

Tabla 42: Señalización en intersecciones

Resumen de señalización horizontal														
Tipo	Intersección													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flechas direccionales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Línea amarilla continua	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Línea de eje segmentada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Línea de paso de peatonal	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Paso peatonal tipo cebra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resalto	x	x							x					
Tachas	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	
Resumen de señalización vertical														
Cilindro de tránsito	x						x				x			
Letrero de circulación obligatoria	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
Letrero de giro a la derecha obligatorio	x		x	x		x		x			x			x
Letrero de indicador de Rotonda		x			x		x	x	x	x	x			
Letrero de ingreso y salida de vehículos	x										x			

Letrero de no estacionar	x	x	x	x								x	x		
Letrero de nombres de calle y sus sentidos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Letrero de pare	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Letrero de paso peatonal	x	x								x	x	x			
Letrero de parqueo		x													
Letrero de reductores de velocidad(resaltos)	x	x						x							
Letrero de velocidad Máxima 20km/h	x	x											x		

Fuente: Elaboración propia

3.8.7 Semaforización

Se hizo un análisis en cada intersección para ver si cumple las condiciones para instalar semáforos según el manual de capacidad de la AASTHO debe cumplir por lo menos 2 de las 6 condiciones

Ira Condición

Tabla 43: Volumen mínimo de vehículos

N° Carriles en cada acceso		Volumen Horario	
Calle	Calle	Calle	Calle
Principal	Secundaria	Principal	Secundaria
1	1	500	150
2 o mas	1	600	150
2 o mas	2 o mas	600	200
1	2 o mas	500	200

Fuente: (Cal y Mayor, 2007, pág. 393)

Tabla 44: Análisis 1ra condición

1ra Condición					
Intersección	N.º Carriles en cada acceso		Principal	Secundario	Observación
1	2	2	Acc. 1 1917 veh/h	Acc. 2 83 veh/h	Si cumple en 3 de los 4 accesos con el volumen mínimo
	2	2	Acc. 3 1098 veh/h	Acc. 4 969 veh/h	
2	2	2	Acc. 1 807 veh/h	Acc. 2 83 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
	2		Acc. 3 1098 veh/h		
3	2	2	Acc. 1 656 veh/h	Acc. 2 28 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
	2		Acc. 3 1098 veh/h		
4	2	2	Acc. 1 656 veh/h	Acc. 2 95 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
	2		Acc. 3 915 veh/h		
5	2	2	Acc. 1 745 veh/h	Acc. 2 17 veh/h	

	2		Acc. 3 942veh/h		No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
6	2	2	Acc. 1 745 veh/h	Acc. 2 130 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
	2		Acc. 3 756 veh/h		
7	2	2	Acc. 1 719 veh/h	Acc. 2 43 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2
	2		Acc. 3 739 veh/h		
8	2	1	Acc. 1 708 veh/h	Acc. 2 6 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2y4
	2	1	Acc. 3 727 veh/h	Acc. 4 12 veh/h	
9	2	2	Acc. 1 693 veh/h	Acc. 2 36 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2 y4
	2	2	Acc. 3 618 veh/h	Acc. 4 82 veh/h	
10	2	2	Acc. 1 606 veh/h	Acc. 2 475 veh/h	Si cumple con los volúmenes mínimos en todos los accesos
	2	2	Acc. 3 795 veh/h	Acc. 4 770 veh/h	
11	2	2	Acc. 1 1169 veh/h	Acc. 2 530 veh/h	Si cumple con los volúmenes mínimos en todos los accesos
	2	2	Acc. 3 692 veh/h	Acc. 4 213 veh/h	
12	2	2	Acc. 1 239 veh/h	Acc. 2 20 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2 y4
	2	2	Acc. 3 113 veh/h	Acc. 4 108 veh/h	
13	2	1	Acc. 1 183 veh/h	Acc. 2 13 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2 y4
	2	1	Acc. 3 92 veh/h	Acc. 4 30 veh/h	
14	2	1	Acc. 1 135 veh/h	Acc. 2 15 veh/h	No cumple con el volumen mínimo en el acceso 2 y4
	2	2	Acc. 3 74 veh/h	Acc. 4 17 veh/h	

Fuente: Elaboración propia

2da Condición de demoras en el tráfico

Si el tráfico de la arteria secundaria no alcanza los valores de la tabla de volúmenes mínimos para los volúmenes de la calle principal son elevados, es lógico esperar que el tráfico de la vía secundaria sufra retardos excesivos.

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

Tabla 45: 2da Condición de demoras en el tráfico

No Carriles en cada acceso		Volumen Horario	
Calle	Calle	Calle	Calle
Principal	Secundaria	Principal	Secundaria
1	1	750	75
2 o mas	1	900	75
2 o mas	2 o mas	900	100
1	2 o mas	750	100

Fuente: (Cal y Mayor, 2007, pág. 393)

Tabla 46 Análisis 2da condición

2da Condición					
Intersección	N.º Carriles en cada acceso		Principal	Secundario	Observación
1	2	2	Acc. 1 1917 veh/h	Acc. 2 83 veh/h	Si cumple en los 4 accesos con el volumen mínimo
	2	2	Acc. 3 1098 veh/h	Acc. 4 969 veh/h	
2	2	2	Acc. 1 807 veh/h	Acc. 2 83 veh/h	No cumple porque no existe demora.
	2		Acc. 3 1098 veh/h		
3	2	2	Acc. 1 656 veh/h	Acc. 2 28 veh/h	No existe demora, ya que los vehículos ingresan al acceso 2
	2		Acc. 3 1098 veh/h		
4	2	2	Acc. 1 656 veh/h	Acc. 2 95 veh/h	No existe mucha demora al momento ingresar del acceso 2 al 1
	2		Acc. 3 915 veh/h		
5	2	2	Acc. 1 745 veh/h	Acc. 2 17 veh/h	No existe demora, no son muchos vehículos en acceso 2
	2		Acc. 3 942veh/h		
6	2	2	Acc. 1 745 veh/h	Acc. 2 130 veh/h	Los vehículos no demoran al ingreso de la avenida
	2		Acc. 3 756 veh/h		
7	2	2	Acc. 1 719 veh/h	Acc. 2 43 veh/h	No existe demora en el acceso 2
	2		Acc. 3 739 veh/h		
8	2	1	Acc. 1 708 veh/h	Acc. 2 6 veh/h	No existe demora en el acceso 2 y 4
	2	1	Acc. 3 727 veh/h	Acc. 4 12 veh/h	
9	2	2	Acc. 1 693 veh/h	Acc. 2 36 veh/h	No existe demora en el acceso 2 y 4
	2	2	Acc. 3 618 veh/h	Acc. 4 82 veh/h	
10	2	2	Acc. 1 606 veh/h	Acc. 2 475 veh/h	Si cumple con los volúmenes mínimos en todos los accesos
	2	2	Acc. 3 795 veh/h	Acc. 4 770 veh/h	
11	2	2	Acc. 1 1169 veh/h	Acc. 2 530 veh/h	Si cumple con los volúmenes mínimos en todos los accesos
	2	2	Acc. 3 692 veh/h	Acc. 4 213 veh/h	
12	2	2	Acc. 1 239 veh/h	Acc. 2 20 veh/h	No existe demora en los accesos 2 y 4
	2	2	Acc. 3 113 veh/h	Acc. 4 108 veh/h	
13	2	1	Acc. 1 183 veh/h	Acc. 2 13 veh/h	No existe demora en el acceso 2 y 4
	2	1	Acc. 3 92 veh/h	Acc. 4 30 veh/h	
14	2	1	Acc. 1 135 veh/h	Acc. 2 15 veh/h	No existe demora en el acceso 2 y 4
	2	2	Acc. 3 74 veh/h	Acc. 4 17 veh/h	

Fuente: Elaboración propia

3ra Condición Volumen mínimo de peatones

Se recomienda la instalación de semáforos de tiempo predeterminado cuando los volúmenes de peatones sea los siguientes valores de la tabla

Tabla 47: 3ra Condición mínima de peatones

Tipo de Intersecciones	veh/hora		Total, peatones/hr	Periodo de Mantenimiento
	Calzada no dividida	Calzada con Cantero Central		
Fuera del área escolar	600	1000	150	8
En área Escolar	800		2500	2

(Cal y Mayor, 2007, pág. 394)

Tabla 48: Análisis de 3ra condición

3ra Condición				
Intersección	Principal	Secundario	Total, peatones/hr	Observación
1	Acc. 1y3 3015 veh/h	Acc. 3y4 1052 veh/h	978	Ya existe semáforo
2	Acc. 1y3 1905 veh/h	Acc. 2 83 veh/h	325	No cumple y se tomó como área Escolar por un lugar de recreación
3	Acc. 1y3 1577 veh/h	Acc. 2 28 veh/h	65	no
4	Acc. 1y3 1571 veh/h	Acc. 2 95 veh/h	53	no
5	Acc. 1y3 1687 veh/h	Acc. 2 17 veh/h	50	no
6	Acc. 1y3 1550 veh/h	Acc. 2 130 veh/h	55	no
7	Acc. 1y3 1458 veh/h	Acc. 2 43 veh/h	35	no
8	Acc. 1y3 1435 veh/h	Acc. 3y4 18 veh/h	15	no
9	Acc. 1y3 1311 veh/h	Acc. 3y4 118 veh/h	142	no
10	Acc. 1y3 1401 veh/h	Acc. 3y4 1245 veh/h	291	Ya existe semáforo
11	Acc. 1y3 1861 veh/h	Acc. 3y4 743 veh/h	452	Ya existe semáforo
12	Acc. 1y3 352 veh/h	Acc. 3y4 128 veh/h	62	no
13	Acc. 1y3 275 veh/h	Acc. 3y4 43 veh/h	45	no
14	Acc. 1y3 209 veh/h	Acc. 3y4 32 veh/h	41	no

Fuente: Elaboración propia

4ta Condición del sistema coordinado de semáforos

- En un sistema lineal de calle de sentido único deben semaforizarse intersecciones adicionales cuando entre dos intersecciones semaforizadas consecutivas haya una distancia excesiva que no ofrezca la eficiencia requerida en el control vehicular y peatonal.
- Si en una calle de doble sentido los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporcionan el grado deseado deben adicionarse semáforos intermedios a fin de lograr un funcionamiento eficiente del sistema.

Tabla 49: 4ta condición

Intersección	Tipo de avenida	Observación
1	Av. doble sentido	Ya existe semáforo
2	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
3	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
4	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
5	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
6	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
7	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
8	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
9	Sistema lineal	no cuenta con semáforos consecutivos
10	Sistema lineal	Ya existe semáforo
11	Av. doble sentido	Ya existe semáforo
12	Av. doble sentido	No es necesario instalar semáforo
13	Av. doble sentido	No es necesario instalar semáforo
14	Av. doble sentido	No es necesario instalar semáforo

Fuente: Elaboración propia

5ta Condición de prevención de accidentes

Para cumplir con esta condición es necesario que se verifique los siguientes eventos:

- a) Que se presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de regular importancia que puedan ser evitados
- b) Que no existan ninguna medida preventiva adecuada
- c) Que los valores de demanda de las 3 primeras condiciones sean superiores a un 80% a los expresados en las tablas correspondientes.

Tabla 50: Análisis de 5ta condición

Intersección	Condiciones		
1	No hubo accidentes en las intersecciones	Ya existe semáforo	
2	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
3	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
4	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
5	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
6	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
7	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
8	Hubo accidente en las intersecciones, se puso señalización correspondiente	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
9	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
10	No hubo accidentes en las intersecciones	Ya existe semáforo	
11	No hubo accidentes en las intersecciones	Ya existe semáforo	
12	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
13	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%
14	No hubo accidentes en las intersecciones	Existe señalización horizontal y vertical	No pasa el 80%

Fuente: Elaboración propia

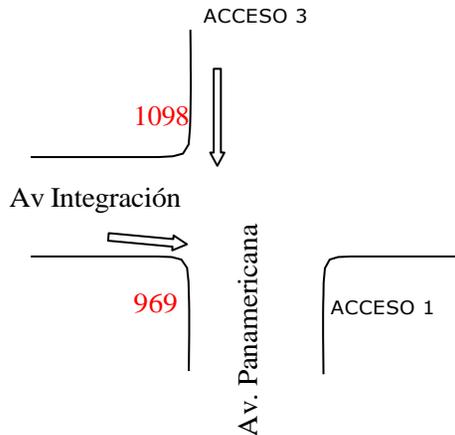
6ta Condición Combinación de condiciones

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

Es conveniente que una instalación semaforizada cumpla por lo menos dos de las condiciones para asegurar que el proyecto de semaforización tendrá resultados.

En esta condición solo cumple las intersecciones 1, 10 y 11 las cuales cuentan con semáforo y se realizara el cálculo que corresponde.

Cálculo en el acceso 1



Tomando los volúmenes por mayor magnitud en la elección de tiempos.

Se tiene como distancia promedio para las cuadras, un valor de 109 m.

$d =$	109	m	$V_A =$	969	veh/h
$v =$	16.54	km/h	$V_B =$	1098	veh/h
$t_{a\text{ ida}} =$	1	s			
$t_{a\text{ vuelta}} =$	2	s			

De acuerdo a criterios del proyectista.

El rango de un ciclo de un semáforo puede encontrarse en el siguiente intervalo:
(35 s a 120 s)



$t_c =$	24	s	Para este caso se asume un valor límite de
$t_c =$	40	s	40 s

$$t_c = t_A + t_B + t_{a\text{ ida}} + t_{a\text{ vuelta}}$$

$$40 = t_A + t_B + 3$$

$$t_A + t_B = 37$$

$$t_A = \frac{37}{t_B} \quad \text{Ecuación}_1$$

$$\frac{V_A t_{a\text{ ida}}}{t_A} = \frac{V_B t_{a\text{ vuelta}}}{t_B}$$

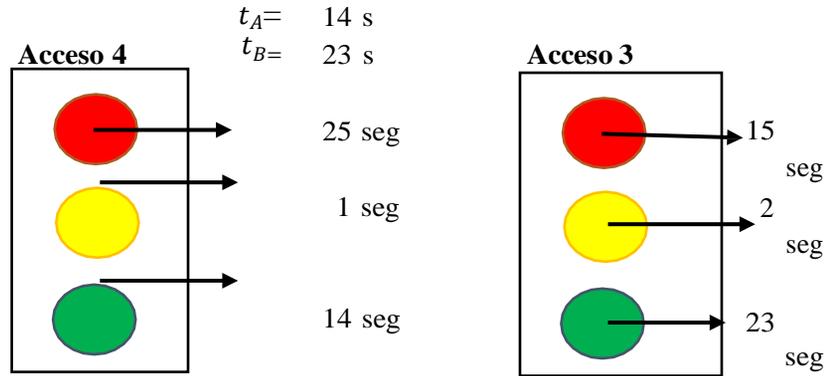
$$\frac{1098}{t_A} = \frac{1938}{t_B}$$

Resolución por sistema de ecuaciones lineales

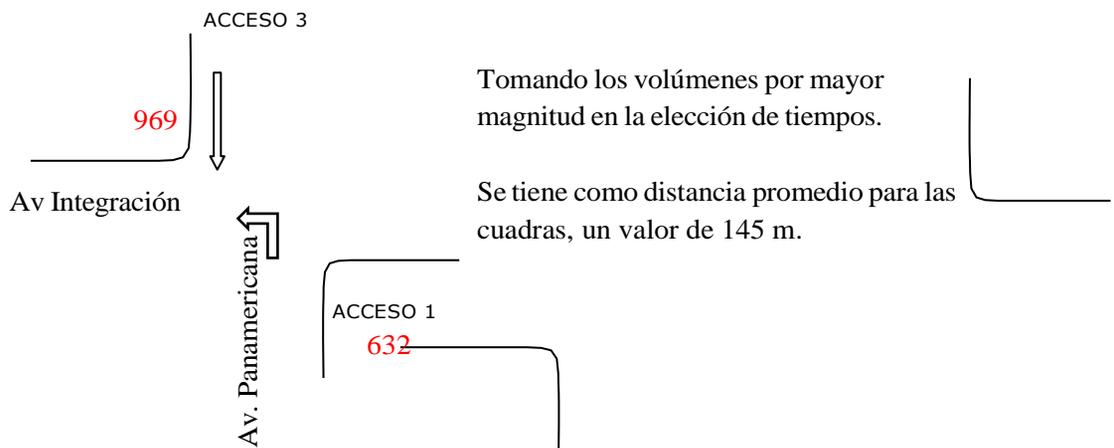
$$t_B = \frac{1938}{1098} \times t_A \quad \text{Ecuación}_2$$

$$t_B = 1.77 \times t_A$$

Reemplazando Ecuacion 1 en Ecuacion 2



Cálculo del giro Izquierdo en intersección 1



$d =$	74.8	m	$V_A =$	632	veh/h
$v =$	22.73	km/h	$V_B =$	969	veh/h
$t_{a\text{ ida}} =$	1	s			
$t_{a\text{ vuelta}} =$	2	s			

De acuerdo a criterios del proyectista.
 El rango de un ciclo de un semáforo puede encontrarse en el siguiente intervalo:
 (35 s a 120 s)

➡ $t_c = 12$ s
 $t_c = 40$ s

Para este caso se asume un valor límite de 40 s

$$t_c = t_A + t_B + t_{a\text{ ida}} + t_{a\text{ vuelta}}$$

$$40 = t_A + t_B + 3$$

$$t_A + t_B = 37$$

$$t_A = 37 - t_B \quad \text{Ecuación}_1$$

$$\frac{V_A t_{a\text{ ida}}}{t_A} = \frac{V_B t_{a\text{ vuelta}}}{t_B}$$

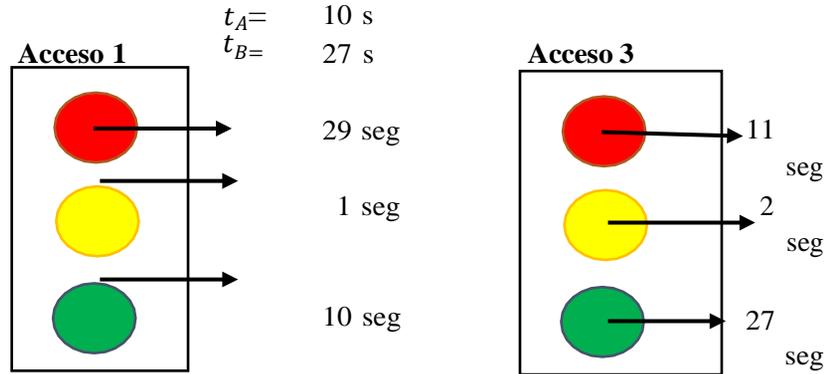
$$\frac{632}{t_A} = \frac{1938}{t_B}$$

Resolución por sistema de ecuaciones lineales

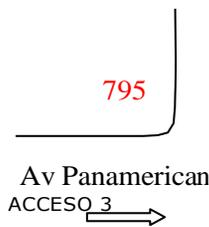
$$t_B = \frac{1938}{632} \times t_A \quad \text{Ecuación 2}$$

$$t_B = 3.07 \times t_A$$

Reemplazando Ecuación 1 en Ecuación 2



Cálculo en la intersección 10



Tomando los volúmenes por mayor magnitud en la elección de tiempos.

Se tiene como distancia promedio para las cuadras, un valor de 130 m.

$d =$	130	m	$V_A =$	795	veh/h
$v =$	18.56	km/h	$V_B =$	770	veh/h
$t_{a \text{ ida}} =$	1	s			
$t_{a \text{ vuelta}} =$	2	s			

De acuerdo a criterios del proyectista.

El rango de un ciclo de un semáforo puede encontrarse en el siguiente intervalo:
(35 s a 120 s)

$t_c =$	26	s	Para este caso se asume un valor límite de
$t_c =$	40	s	40 s

$$t_c = t_A + t_B + t_{a \text{ ida}} + t_{a \text{ vuelta}}$$

$$40 = t_A + t_B + 3$$

$$t_A + t_B = 37$$

$$t_A = 37 - t_B$$

Ecuación₁

$$\frac{V_A t_{a\text{ ida}}}{t_A} = \frac{V_B t_{a\text{ vuelta}}}{t_B}$$

$$\frac{795}{t_A} = \frac{1540}{t_B}$$

Resolución por sistema de ecuaciones lineales

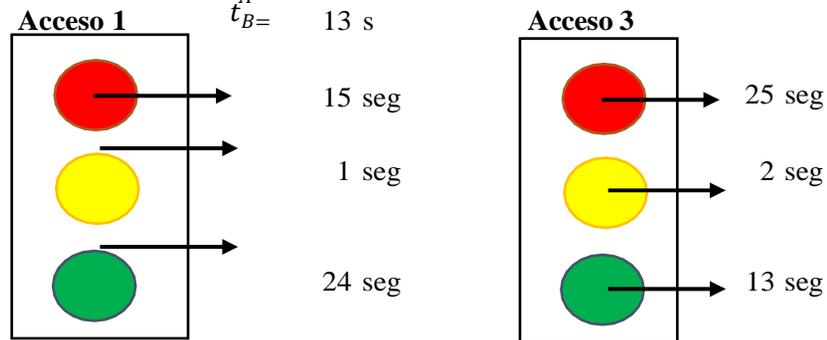
$$t_B = \frac{1540}{795} \times t_A \quad \text{Ecuación 2}$$

$$t_B = 1.94 \times t_A$$

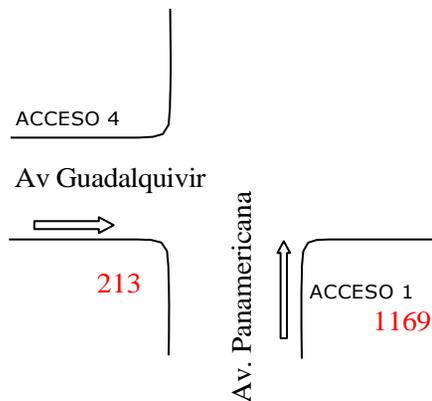
Reemplazando Ecuacion 1 en Ecuacion 2

$$t_A = 24 \text{ s}$$

$$t_B = 13 \text{ s}$$



Cálculo en intersección 11



Tomando los volúmenes por mayor magnitud en la elección de tiempos.

Se tiene como distancia promedio para las cuadras, un valor de 137 m.

d =	137	m	V _A =	1169	veh/h
v =	23.88	km/h	V _B =	213	veh/h
t _{a ida} =	1	s			
t _{a vuelta} =	2	s			

De acuerdo a criterios del proyectista.

El rango de un ciclo de un semáforo puede encontrarse en el siguiente intervalo:
(35 s a 120 s)

→ t _c =	21	s	Para este caso se asume un valor límite de
t _c =	40	s	40 s

$$t_c = t_A + t_B + t_{a\text{ ida}} + t_{a\text{ vuelta}}$$

$$40 = t_A + t_B + 3$$

$$t_A + t_B = 37$$

$$t_A = 37 - t_B \quad \text{Ecuación}_1$$

$$\frac{V_A t_{a\text{ ida}}}{t_A} = \frac{V_B t_{a\text{ vuelta}}}{t_B}$$

$$\frac{1169}{t_A} = \frac{426}{t_B}$$

Resolución por sistema de ecuaciones lineales

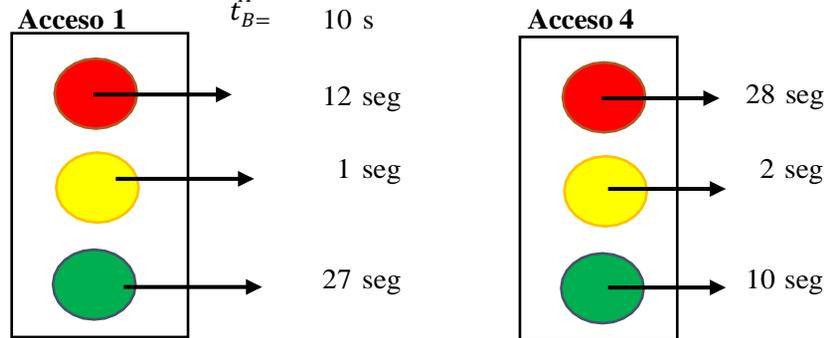
$$t_B = \frac{426}{1169} \times t_A \quad \text{Ecuación}_2$$

$$t_B = 0.36 \times t_A$$

Reemplazando Ecuacion 1 en Ecuacion 2

$$t_A = 27 \text{ s}$$

$$t_B = 10 \text{ s}$$



3.8.8 Estacionamiento

Para determinar los puntos de estacionamientos se hizo una inspección visual y con la ayuda de una cinta métrica se procede a tomar las medidas en los lugares que compete el estacionamiento.

Se hizo un registro por el número de las placas, ya que se usa para estudiar detalladamente el estacionamiento en vía pública. Para así determinar el Índice de rotación de vehículos estacionados se lo realizo en función de horas pico establecidas en el aforo de vehículos, se realizó la medición en ambos carriles ya que al ser avenidas en ambos lados se estacionan los vehículos, aunque en algunos lugares no está permitido.

3.8.8.1 Avenida Integración altura de oficinas de Tránsito y el colegio Aniceto Arce

Tabla 51: Estacionamiento en av. Integración de 7:00 a 8:00

Av. Panamericana y salida vehículos de Alcaldía carril de subida									
c	Placa	7:00 - 7:10	7:10 - 7:20	7:20 - 7:30	7:30 - 7:40	7:40 - 7:50	7:50 - 8:00	Tiempo de Est (min)	Tiempo de Est (h)
1	3098AHM	x	x	x	x	x	x	60	1
2	4040XSE		x	x				20	0.33
3	3823TCN		x	x				20	0.33
4	2445NYB		x	x				20	0.33
5	3585ZEE		x	x				20	0.33
6	1438EEF		x	x	x			30	0.5
7	2345TPA		x	x	x			30	0.5
8	1021PPT		x	x	x			30	0.5
9	1437 FUK		x	x	x			30	0.5
10	2138 FEL		x	x	x			30	0.5
11	1097FSL		x	x	x			30	0.5
12	2934LLP		x	x	x			30	0.5
13	2012 LYR		x	x	x			30	0.5
14	1007XXA		x	x	x			30	0.5
15	3667LPD		x					10	0.17
16	1844 AGP		x					10	0.17
17	2578DHS		x					10	0.17
18	3825PPA		x					10	0.17
19	3057BLS		x					10	0.17
20	1160THE		x					10	0.17
21	3620GLY		x					10	0.17
22	3325GOX		x					10	0.17
23	3854LDL		x					10	0.17
24	2745PAE			x				10	0.17
25	3862ZFT			x	x	x		30	0.5
26	1014RTH			x	x	x		30	0.5
27	4418MNF			x	x	x	x	40	0.67
28	1097FSL			x				10	0.17
29	170ERS			x				10	0.17
30	4529CTS			x				10	0.17
31	3775L			x				10	0.17
32	5034 FIT			x	x	x	x	40	0.67
33	2262AKT			x	x	x	x	40	0.67
34	4074GYD			x	x	x	x	40	0.67
35	4755IYD			x				10	0.17
36	762 GBD			x				10	0.17
37	2505 DID			x				10	0.17
38	3112POR			x	x	x	x	40	0.67
39	4653 NXX			x				10	0.17
40	5445 PNS			x				10	0.17
41	4189 AGI			x				10	0.17
42	2025JYF			x				10	0.17
43	2296 XZT			x				10	0.17
44	1809FBB			x				10	0.17
45	482KRT			x				10	0.17

46	4235NXB				x	x		20	0.33
47	5174NEI				x	x		20	0.33
48	1612RFB				x	x	x	20	0.33
49	1924OXL					x	x	20	0.33
Tiempo promedio								20.2	0.34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Estacionamiento en av. Integración de 12:00 a 13:00

Av. Panamericana y salida vehículos de Alcaldía carril de subida									
c	Placa	12:00 - 12:10	12:10 - 12:20	12:20 - 12:30	12:30 - 12:40	12:40 - 12:50	12:50 - 13:00	Tiempo de Est (min)	Tiempo de Est (h)
1	1612RFB	x	x	x	x	x	x	60	1
2	4040XSE	x	x					20	0.33
3	3823TCN	x	x					20	0.33
4	2138 FEL	x	x	x	x			40	0.67
5	1437 FUK	x	x	x	x			40	0.67
6	2012 LYR	x	x	x	x			40	0.67
7	2345TPA	x	x	x	x			40	0.67
8	1097FSL	x	x	x	x			40	0.67
9	2934LLP		x	x	x			30	0.5
10	1007XXA		x	x	x			30	0.5
11	1021PPT		x	x	x			30	0.5
12	1438EEF		x	x	x	x		30	0.5
13	1152DSA		x	x				20	0.33
14	2209BFV		x	x				20	0.33
15	2445NYB			x	x			20	0.33
16	3585ZEE			x	x			20	0.33
17	2693PGT			x				10	0.17
18	1014RTH			x	x	x		30	0.5
19	4418MNF			x	x	x	x	40	0.67
20	4248ASD			x				10	0.17
21	5024SKD			x				10	0.17
22	1839AFA			x				10	0.17
23	1097FSL			x				10	0.17
24	2253TMX			x				10	0.17
25	3854LDL			x	x			10	0.17
26	3862ZFT			x	x	x		30	0.5
27	3112POR			x	x	x	x	40	0.67
28	170ERS			x				10	0.17
29	4529CTS			x				10	0.17
30	2025JYF			x				10	0.17
31	2296 XZT			x				10	0.17
32	1809FBB			x				10	0.17
33	1438XXA				x			10	0.17
34	482KRT			x				10	0.17
35	4532QWE				x			10	0.17
36	4755IYD				x			10	0.17
37	2025JYF				x			10	0.17
38	762 GBD				x			10	0.17
39	1523MCB				x			10	0.17
40	2505 DID				x			10	0.17
41	3325FGD					x	x	20	0.33

42	2413SAD					x	x	20	0.33
Tiempo promedio								20.95	0.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Estacionamiento en av. Integración de 18:00 a 19:00

Av. Panamericana y salida vehículos de Alcaldía carril de subida									
c	Placa	18:00 - 18:10	18:10 - 18:20	18:20 - 18:30	18:30 - 18:40	18:40 - 18:50	18:50 - 19:00	Tiempo de Est (min)	Tiempo de Est (h)
1	1097FSL	x	x	x				30	0.5
2	1519ILC	x						10	0.17
3	3823TCN	x	x					20	0.33
4	2138 FEL	x	x	x				30	0.5
5	2349LAS	x	x					20	0.33
6	2445NYB	x						10	0.17
7	1152DSA	x	x					20	0.33
8	1437 FUK	x	x	x				30	0.5
9	1021PPT	x	x	x				30	0.5
10	2934LLP	x	x	x				20	0.33
11	2012 LYR	x	x	x				30	0.5
12	1438EEF	x	x	x				30	0.5
13	1007XXA	x	x	x				30	0.5
14	2345TPA	x	x	x				30	0.5
15	2209BFV	x	x	x				30	0.5
16	2074SSU		x	x				20	0.33
17	2913DRG		x	x				20	0.33
18	2693PGT		x	x				20	0.33
19	3606TAC		x					10	0.17
20	1133XUD		x					10	0.17
21	5024SKD		x	x				20	0.33
22	2859ICT		x					10	0.17
23	2761FIY		x	x				20	0.33
24	4017KAS		x	x				20	0.33
25	1015GDD			x	x			20	0.33
26	3862ZFT		x	x	x	x		40	0.67
27	3112POR		x	x	x			40	0.67
28	5237DBH		x	x				20	0.33
29	3794SXI		x	x				20	0.33
30	2025JYF			x				10	0.17
31	2631BSC			x				10	0.17
32	2138FEL			x				10	0.17
33	1438XXA				x			10	0.17
34	2073NRD				x	x		20	0.33
35	4532QWE				x	x	x	30	0.5
36	4755IYD						x	10	0.17
37	2413SAD						x	10	0.17
Tiempo promedio								20.81	0.35

Fuente: Elaboración propia

Índice de Rotación

Para este índice se tomará en cuenta las mediciones de las placas, y al determinar la demanda de estacionamiento se determina con la formula siguiente:

$$I_r = \frac{\text{Numero de vehiculos que estacionan}}{\text{Número de casillas de estacionamiento}}$$
$$I_r = \frac{(45+52) \text{ veh./h}}{59 \text{ casillas}} = 0.54 \text{ veh/h/casilla}$$

Índice de Ocupación

El índice de ocupación se lo obtendrá al dividir la hora de estacionamiento entre el promedio de tiempo que los vehículos que permanecen en el estacionamiento durante la hora de estudio

$$I_o = \frac{1 \text{ h}}{0.35 \text{ h}} = 2.85$$
$$I_o = 3$$

Para este sector de la vía se utiliza un índice de ocupación 3 para determinar la demanda de estacionamiento.

Demanda

$$\text{Demanda} = N^{\circ} \text{ de vehículos estacionados} \times I_o$$

$$\text{Demanda} = (45 + 52) \times 3 = 291 \text{ veh}$$

Con este valor es el máximo de vehículos q se puede estacionar por un periodo de 20 minutos o menos.

Se realizo el cálculo para las 2 avenidas, en los 2 carriles lo cual detallamos a continuación en la siguiente tabla.

Tabla 54: Detalle de estacionamientos

Calle	Ubicación	Tipo de Estacionamiento	Subida		Nro. Casillas disponibles	BAJADA		Nro. Casillas disponibles	Nro. Casillas ocupadas	Nro. Casillas ocupadas	Índice de Rotación (Ir)	Índice de Ocupación (Io)	Demanda
			Long. cuadra (m)	Long. casilla (m)		Long. cuadra (m)	Long. casilla (m)						
Avenida Integración	Av. Panamericana	Permitido	530.0	6	87	560.0	6	92	45	52	0.54	3.00	291
	C/ 8 de Marzo	No permitido	85.0	6	13	106.0	6	16	4	2	0.21	1.00	6
	C/ 27 de Mato	Permitido	106.0	6	16	284.0	6	46	2	0	0.03	1.00	2
	C/ Virgen del Rosario	Permitido	284.0	6	46	76.0	6	11	2	1	0.05	1.00	3
	C/ Prof. Adolfo Piñeiro	No permitido	76.0	6	11	360.0	6	59	1	0	0.01	1.00	1
	Av. Mauro Molina	No permitido	360.0	6	59	288.0	6	47	3	0	0.03	1.00	3
	C/ Jerusalén	No permitido	288.0	6	47	431.0	6	70	1	0	0.01	1.00	1
	C/ Emaús	No permitido	431.0	6	70	70.2	6	10	2	0	0.03	1.00	2
	C/ Centro América	No permitido	70.2	6	10	70.2	6	10	5	4	0.45	1.00	9
	Av. Panamericana	No permitido	70.2	6	10	70.2	6	10	5	4	0.45	1.00	9
Avenida Guadalupe	Av. Panamericana	No permitido	183.0	6	28	190.0	6	30	45	52	1.67	1.00	97
	C/ 8 de Marzo	No permitido	166.0	6	25	147.0	6	23	4	2	0.13	2.00	12
	C/ 27 de Mato	No permitido	98.6	6	14	98.6	6	15	2	3	0.17	3.00	15
	C/ Virgen del Rosario	Permitido	143.0	6	21	143.0	6	22	5	1	1.00	1.00	6

Fuente: Elaboración propia

Estacionamiento en el parqueo Mega Center

Ubicado en la intersección 2 y el cual tiene 2 ingresos, pero solo funciona 1, el cual es ingreso y salida, es un estacionamiento para vehículos livianos y medianos y también es de uso como garaje para vehículos de recojo de basura.

Figura 26: Área de estacionamiento Cine Center



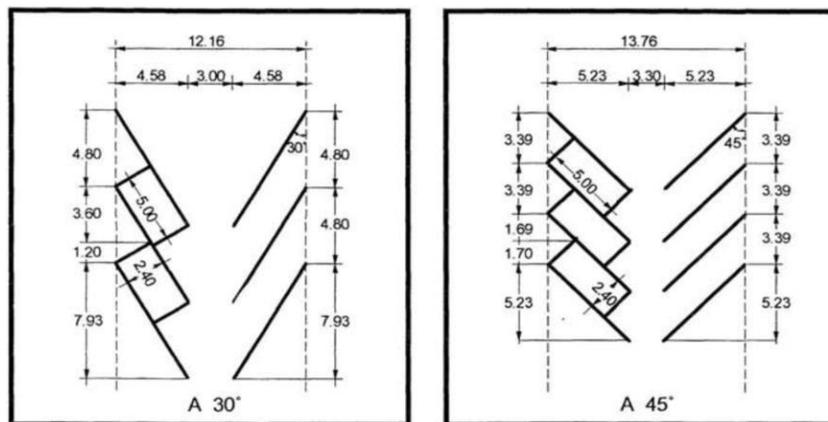
Fuente: Captura de Google Earth

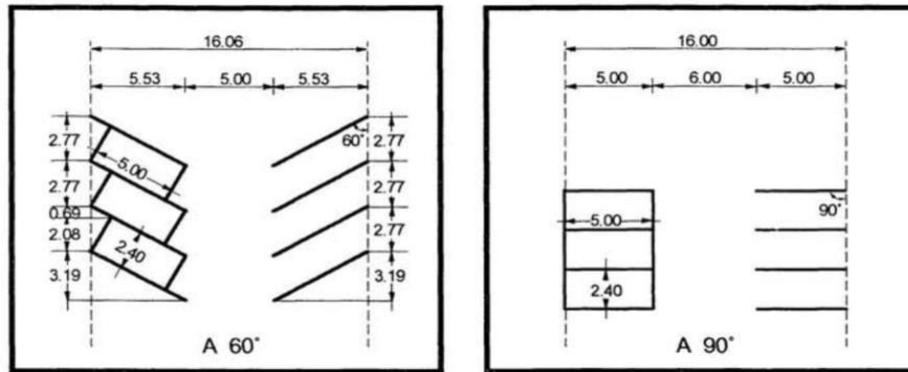
Tabla 55: Dimensiones mínimas para los pasillos

Angulo del cajón	Anchura del pasillo en metros	
	Automóviles	
	Grandes y medianos	Chicos
30°	3	2.7
45°	3.3	3
60°	5	4
90°	6	5

Fuente: (Cal y Mayor, 2007) pág. 450 tabla 14.2

Figura 27: Dimensiones mínimas para estacionamientos de automóviles



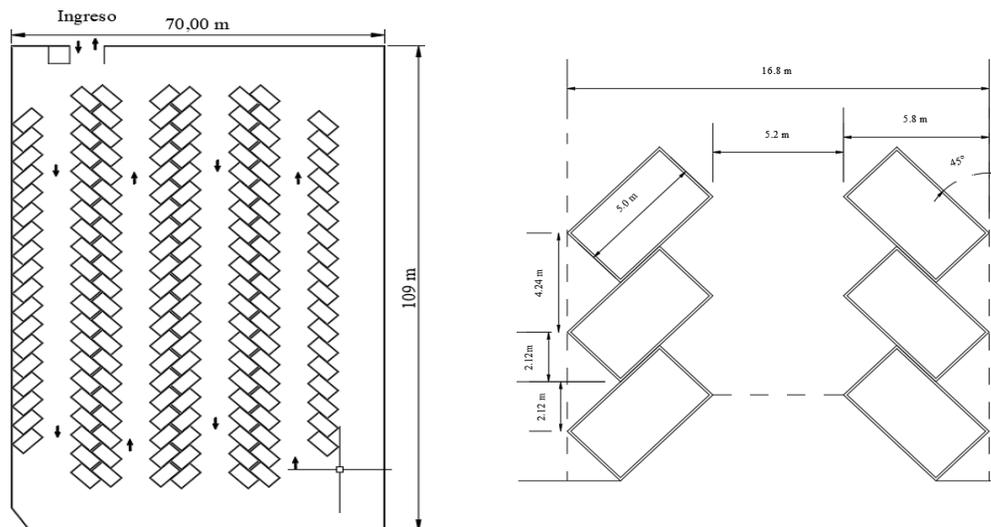


Fuente: (Cal y Mayor, 2007) pág. 450 fig.14.6

Este parqueo está diseñado tipo pasillo con un ángulo de inclinación para cada cajón de 45°, el cual cuenta con una capacidad para 162 vehículos repartidos en 5 columnas, en los costados de 1 sola fila y en el medio son 3 dobles y con 4 pasillos para la circulación en un solo sentido.

Es el que más se acomoda dentro de las medidas del parqueo, y el que mas capacidad brinda según referencia de la figura

Figura 28: Vista en planta y detalle de los cajones de estacionamiento



Fuente: Elaboración propia

3.8.9 Congestionamiento

Para la determinación de las demoras usamos la norma HCM 2000, en el cual ya se determinó a través de las capacidades con semáforos.

Tabla 56: Demoras en intersecciones

Parámetros De Entrada	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
periodo de análisis	15 minutos			
Duración del periodo de análisis, T(h)	0.25	0.25	0.25	0.25
Longitud del ciclo, V(s)	56	56	56	56
Cola inicial, Qb(veh)	7	1	6	8
Proporción de verde, g/C	0.595	0.363	0.363	0.595
Relación v/c, X=v/c	1.043	0.112	1.201	0.705
Capacidad del grupo de carriles, c (VEH/H)	1653	810	951	1419
Factor de ajuste por progresión/coordinación	1	1	1	1
Duración de la demanda insatisfecha en T, t(h) $t = \min \left\{ T, \frac{Q_b}{c[1 - \min(1, X)]} \right\}$	0.25	0.25	0.25	0.25
Caso de análisis	V	V	V	V
Demora por cola inicial, d3 (s) $d_3 = \frac{1800 * Q_b}{c}$	7.623	2.222	11.356	10.148
Demora uniforme, d1 (s) $d_1 = 0,5 * C * (1 - \frac{g}{C})$	11.35	17.85	17.85	11.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Demoras en intersecciones con semáforo

	Intersección 1			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	11.35	17.85	17.85	11.35
Demora por cola inicial, d3 (s)	7.623	2.222	11.356	10.148
	Intersección 12			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	7.85	8.85	7.85	8.85
Demora por cola inicial, d3 (s)	5.418	6.696	11.242	8.046
	Intersección 13			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	10.35	11.35	10.35	11.35
Demora por cola inicial, d3 (s)	18.355	8.668	24.247	15.734

Fuente: Elaboración propia

3.8.10 Transporte público

En este punto se clasifico de los aforos obtenidos en las intersecciones, y como transporte publico tenemos a los taxis, taxi-trufis, trufis y micros.

Se tiene el transporte público detallado en anexos, pero se extrajo de las tablas de aforos de volúmenes

Tabla 58: Transporte público
Transporte Publico av. Integración

Intersección	Acceso	Liviano			Mediano			Pesado		
		GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD
1	1	331	496	20	40	44	4	2	0	0
	2	0	0	38	0	0	2	0	0	0
	3	0	432	42	0	22	2	0	3	0
	4	0	0	383	0	0	45	0	0	3
2	1	15	310	51	2	31	6	0	1	0
	2	0	0	38	0	0	2	0	0	0
	3	0	432	42	0	22	2	0	3	0
3	1	0	279	3	0	27	0	0	3	0
	2	4	0	10	0	0	2	0	0	0
	3	18	371	0	6	34	0	0	2	0
4	1	0	282	3	0	12	0	0	4	0
	2	14	0	34	1	0	3	0	0	0
	3	12	375	0	4	27	0	0	2	0
5	1	0	310	3	0	29	0	0	3	0
	2	2	0	7	0	0	0	0	0	0
	3	12	390	0	5	29	0	0	2	0
6	1	0	316	9	0	20	0	0	3	0
	2	10	0	47	0	0	2	0	0	0
	3	1	334	0	0	22	0	0	3	0
7	1	0	296	13	0	16	0	0	3	0
	2	12	0	8	1	0	0	0	0	0
	3	2	314	0	0	19	0	0	3	0
8	1	2	297	5	0	15	0	0	3	0
	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	308	2	0	16	0	0	3	0
	4	2	0	3	0	0	0	0	0	0
9	1	23	286	6	1	10	0	0	3	0
	2	4	8	1	1	4	0	0	0	0
	3	1	263	14	0	16	0	0	2	0
	4	7	10	16	1	6	3	0	0	0
10	1	156	114	13	4	0	0	1	1	0

	2	25	116	54	1	32	5	0	1	0
	3	77	104	129	24	6	26	1	1	11
	4	68	69	149	70	12	9	13	2	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59: Transporte público

Transporte publico av. Guadalquivir										
Intersección	Acceso	Liviano			Mediano			Pesado		
		GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD
11	1	74	377	20	11	59	3	1	0	0
	2	30	74	115	14	6	22	0	0	0
	3	81	181	7	23	53	3	0	1	0
	4	4	68	20	0	3	1	0	0	0
12	1	23	98	3	4	7	0	0	0	0
	2	3	3	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	56	0	0	7	0	0	0	0
	4	2	1	44	0	0	5	0	0	0
13	1	17	71	9	2	4	0	0	0	0
	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0
	3	3	36	0	0	4	0	0	0	0
	4	0	2	10	0	0	2	0	0	0
14	1	40	28	2	4	0	0	0	0	0
	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0
	3	2	30	0	0	1	0	0	0	0
	4	3	2	3	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Transporte público en Avenida Integración

Intersección	Publico		
	Liviano	Mediano	Pesado
1	756	87	5
2	888	65	4
3	685	69	5
4	720	47	6
5	724	63	5
6	717	44	6
7	645	36	6
8	621	31	6
9	639	42	5
10	601	40	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Transporte público en Avenida Guadalquivir

Intersección	Publico		
	Liviano	Mediano	Pesado
11	110	12	0
12	159	20	0
13	145	23	1
14	115	10	1

Fuente: Elaboración propia

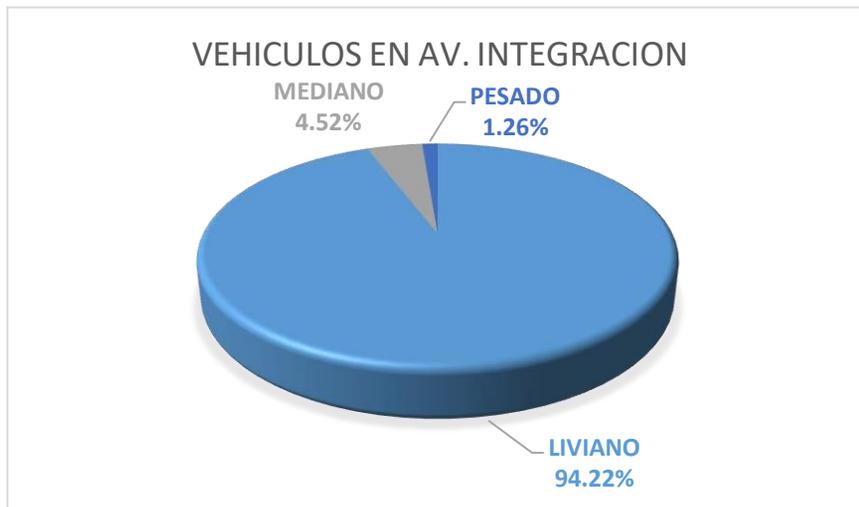
3.9 ANÁLISIS DE RESULTADO

3.9.1 Volúmenes de aforo

Podemos decir que:

Habiendo hecho una depuración y cálculos obtenidos para determinar el volumen y también haciendo un cálculo para determinar el porcentaje que pasa en cada avenida se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 29: Porcentaje de vehículos que pasan por la av. Integración

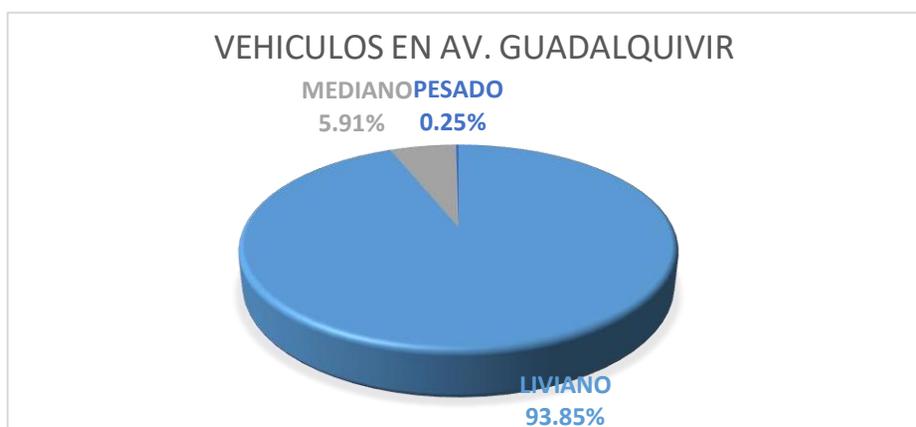


Fuente: Elaboración propia

Decimos que un 94% son vehículos livianos puesto que usan estas avenidas para descongestionar zonas como el Campesino, Avenida Circunvalación y conectan directamente con las diferentes arterias de la ciudad.

El 4.52% son vehículos medianos, puesto que por ahí pasan los micros, ya que son de transporte de colegios, el 1.26 % son pesados, puesto que hay vehículos de la Alcaldía como ser carros Basureros, tráiler que llevan maquinaria pesada.

Figura 30: Porcentaje de vehículos que pasa por la av. Guadalquivir



Fuente: Elaboración propia

3.9.2 Velocidades

3.9.2.1 Velocidad de punto

Las velocidades en intersecciones de la avenida La Integración tanto en el carril de subida como el de bajada son altos entre 40 a 65 km/h y en una rotonda existen rompe muelles que disminuyen la velocidad lo que hace que el tiempo de frenado sea mayor, como las vías de ingreso a la avenida al igual que en la avenida Guadalquivir las velocidades son normal o bajas por lo cual ellos deben parar porque ingresan a la avenida La Integración.

Tabla 62: Velocidad de punto av. Integración

Velocidad de punto km/h				
intersección	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
1	22.73	25.79	16.54	16.54
2	15.91	20.27	40.08	
3	49.97	20.61	61.81	
4	61.61	19.72	67.24	
5	61.77	31.02	61.77	
6	63.38	34.87	63.16	
7	16.67	24.14	15.70	
8	61.72	18.98	65.89	16.87
9	51.39	25.56	62.76	20.1
10	28.57	25.57	26.32	26.08

Fuente: Elaboración propia

Las velocidades en el trayecto de la Av. Integración son mayormente altas, al ser avenida y no tener reductores de velocidad, salvo en las intersecciones 2 y 7, las velocidades de

ingreso a la avenida son relativos, puesto que al ingresar la preferencia lo lleva el vehículo que se encuentra transitando por dicha avenida.

La velocidad máxima en avenida dispuesta antes de hacer la evaluación es de 60 km/h, en las intersecciones 4, 5 y 6 sobrepasan el límite.

Tabla 63: Velocidad de punto en av. Guadalquivir

Velocidad de punto km/h				
Intersección	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
11	23.88	26.17	26.88	25.54
12	40.25	36.01	35.82	25.08
13	44.51	36.63	32.91	25.38
14	33.71	33.25	32.25	23.42

Fuente: Elaboración propia

En esta avenida sus velocidades están dentro de lo establecido, no superan los 50km/h a pesar de que la vía es considerada avenida, el ingreso a esta avenida los vehículos circulan a una velocidad que está dentro del reglamento.

Sobre la intersección 12 y 13 existe un letrero de máxima de velocidad de 20 km/h al existir el coliseo, pero no se cumple con esta señal.

3.9.2.2 Velocidad de recorrido

Tabla 64: Velocidad de recorrido

Velocidad de recorrido (Km/h)		
Av. Integración		
Distancia (km)	subida	Bajada
2.79	43.37	51.69
Av. Guadalquivir		
Distancia (km)	subida	Bajada
0.675	32.86	33.09

Fuente: Elaboración propia

En la avenida integración se tiene una velocidad distinta tanto como el carril de subida como el de bajada, esto se debe también a la pendiente en las intersecciones 8, 9 y 10; en cambio en la avenida Guadalquivir sus velocidades de recorrido son similares.

3.9.3 Capacidad

Podemos decir que en los parámetros de diseño teórico cumple con los resultados de aforo obtenidos en cada intersección.

Para las intersecciones donde se tiene semáforo la capacidad real es menor al de otras intersecciones esto se debe a que se hizo el cálculo con ciclos del semáforo y valores de flujo, cálculo de demoras.

Tabla 65: Capacidad en av. Integración

Acceso	1	2	3	4
Intersección 1	1782	91	1142	1000
Intersección 2	3123	236	3199	
Intersección 3	3150	329	3145	
Intersección 4	3150	316	3145	
Intersección 5	3150	649	3145	
Intersección 6	3150	663	3145	
Intersección 7	3150	460	3145	
Intersección 8	3150	285	1573	865
Intersección 9	3150	444	1573	1148
Intersección 10	826	951	1041	903

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Capacidad en av. Guadalquivir

Acceso	1	2	3	4
Intersección 11	1124	552	709	237
Intersección 12	1015	381	562	332
Intersección 13	1125	491	562	440
Intersección 14	561	351	563	371

Fuente: Elaboración propia

3.9.4 Nivel de servicio

Avenida Integración se obtuvo buenos niveles de servicio puesto que es una vía que tiene un buen dimensionamiento de calzada el cual permite el flujo vehicular de manera ordenada, excepto en la intersección 1 y 10, el cual se debe a una intersección en la cual ingresan y salen vehículos de distintas zonas y si bien recorren la avenida Integración, o es que van por la avenida panamericana o viceversa en estas intersecciones tienen algunos

accesos en D, E y F que para ello es conveniente hacer un reajuste o rediseño para intentar mejorar el nivel de servicio aquellas intersecciones que cuentan con semáforo.

En la avenida Guadalquivir el nivel de servicio es aceptable porque es una avenida donde su capacidad real es menor a la capacidad teórica.

Tabla 67: Nivel de servicio

Tabla de nivel de servicio					NS en Intersección
Av. Integración					
Acceso	1	2	3	4	
Intersección 1	E	C	F	D	E
Intersección 2	C	C	C		C
Intersección 3	C	B	C		C
Intersección 4	C	B	C		C
Intersección 5	C	B	C		C
Intersección 6	C	C	C		C
Intersección 7	C	C	C		C
Intersección 8	C	B	C	B	C
Intersección 9	C	C	D	B	C
Intersección 10	B	C	D	D	C
Av. Guadalquivir					
Intersección 11	C	B	C	C	C
Intersección 12	C	B	C	D	C
Intersección 13	C	B	C	B	C
Intersección 14	C	A	C	A	B

Fuente: Elaboración propia

3.9.4.1 Calculo del nuevo nivel de servicio en intersecciones con semáforo

Se realizo un ajuste en los ciclos de semáforo y en base a los mismos volúmenes obtenidos y demás datos se recalcula la capacidad y nivel de servicio.

3.9.5 Semaforización

Coordinación de semáforos

Para la coordinación de semáforos se debe analizar primero que sean próximos y solo como se tienen 3 semáforos de los cuales de la intersección 1 y 11 son próximos lo cual se procede a determinar su coordinación.

- Coordinación continua o simultanea

En intersección 1

Datos

$$C = 65 \text{ s}$$

$$V = 16.54 \text{ km/h}$$

$$d = \frac{C \times V}{3.6}$$
$$d = \frac{65 \times 16.54}{3.6} = 298.63 \text{ m}$$

En intersección 11

Datos

$$C = 50 \text{ s}$$

$$V = 23.88 \text{ km/h}$$

$$d = \frac{C \times V}{3.6}$$
$$d = \frac{50 \times 23.88}{3.6} = 331.67 \text{ m}$$

Como la distancia entre semáforos es de 452 m, haciendo el cálculo en las 2 intersecciones ni una se asemeja, por tanto, se desecha esta opción.

- Coordinación continua o simultanea

En intersección 1

Datos

$$C = 65 \text{ s}$$

$$V = 16.54 \text{ km/h}$$

$$d = \frac{C \times V}{3.6}$$

$$d = \frac{65 \times 16.54}{7.2} = 149.31 \text{ m}$$

En intersección 11

Datos

C= 50 s

V = 23.88 km/h

$$d = \frac{C \times V}{7.2}$$

$$d = \frac{50 \times 23.88}{7.2} = 149.31 \text{ m}$$

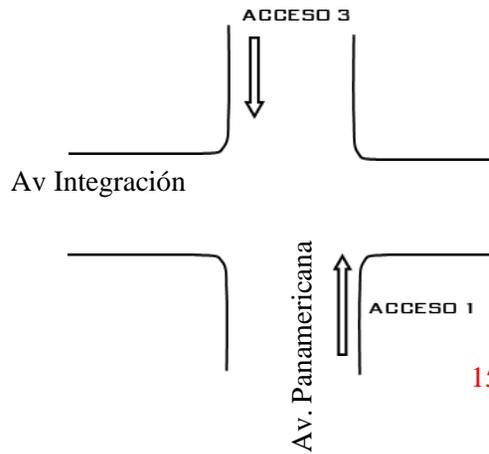
Como la distancia entre semáforos es de 452 m, haciendo el cálculo en las 2 intersecciones ni una se asemeja, por tanto, se desecha esta opción.

En los cálculos realizados con los volúmenes, distancia y velocidad, el tiempo del ciclo no llega al mínimo es por eso que se hizo un nuevo cálculo del ciclo del semáforo en base a aumentar el tiempo que se tienen actualmente

Tabla 68: Ciclo actual del semáforo

Intersección	Calle	Tiempo actual (seg)		
		Rojo	Amarillo	Verde
1	Av. Panamericana subida- Av. integración	20	1	35
	Av. Panamericana bajada	33	3	20
10	Av. Integración (rotonda Mástil)	20	3	18
	Av. Panamericana	18	3	20
11	Av. Guadalquivir	20	2	21
	Av. Panamericana	20	1	22

Fuente: elaboración propia



Tomando los volúmenes por mayor magnitud en la elección de tiempos.

Se tiene como distancia promedio para las cuadras, un valor de 145 m.

$d =$	145	m	$V_A =$	1586	veh/h
$v =$	23.4	km/h	$V_B =$	1142	veh/h
$t_{a\text{ ida}} =$	1	s			
$t_{a\text{ vuelta}} =$	2	s			

De acuerdo a criterios del proyectista.

El rango de un ciclo de un semáforo puede encontrarse en el siguiente intervalo:

{ 35 s a 120 s }



$$t_c = 3.6 \frac{145}{23.4}$$

$$t_c = 23 \text{ s}$$

$$t_c = 65 \text{ s}$$

Para este caso se asume un valor límite de 65 s

$$t_c = t_A + t_B + t_{a\text{ ida}} + t_{a\text{ vuelta}}$$

$$65 = t_A + t_B + 3$$

$$t_A + t_B = 62$$

$$t_A = 62 - t_B \quad \text{Ecuación}_1$$

$$\frac{V_A t_{a\text{ ida}}}{t_A} = \frac{V_B t_{a\text{ vuelta}}}{t_B}$$

$$\frac{1586}{t_A} = \frac{2284}{t_B}$$

Resolución por sistema de ecuaciones lineales

$$t_B = \frac{2284}{1586} \times t_A \quad \text{Ecuación}_2$$

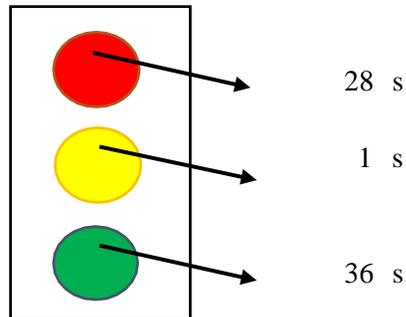
$$t_B = 1.44 \times t_A$$

Reemplazando Ecuación 1 en Ecuación 2

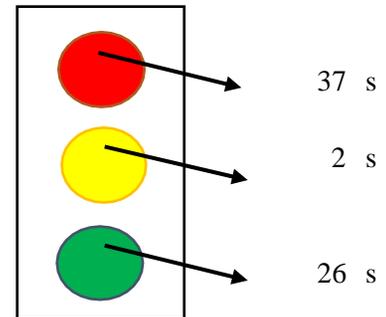
$$t_A = 36$$

$$t_B = 26 \text{ s}$$

Acceso 1



Acceso 3



Se hizo un nuevo reajuste en los semáforos de las intersecciones teniendo el siguiente resultado:

Tabla 69: Nuevo ciclo de semáforos

Intersección	Calle	Tiempo nuevo (seg)		
		Rojo	Amarillo	Verde
1	Av. Panamericana subida- Av. integración	28	1	36
	Av. Panamericana bajada	37	2	26
10	Av. Integración (rotonda Mástil)	25	2	20
	Av. Panamericana	22	1	24
11	Av. Guadalquivir	28	2	20
	Av. Panamericana	22	1	27

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido los nuevos ciclos se procede a hacer el cálculo para el nuevo nivel de servicio en las intersecciones con semáforo.

Tabla 70: Cálculo de capacidad y nivel de servicio en intersecciones con semáforo

Ajuste de volumen	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Volumen V (veh/h)	1586	84	1051	920
Volumen Izquierda Vizq (veh/h)	632	0	0	0
Volumen Directo Vdir (veh/h)	914	0	959	0
Volumen Derecha vder (veh/h)	40	84	92	920
Facto de Hora Pico PHF	0.92	0.92	0.92	0.92
Tasa de Flujo Ajustado en el Grupo de Carriles $V_p=V/PHF$	1724.0	91.0	1142.0	1000.0
Tasa de Flujo Ajustado Izquierda $V_p=V_{izq}/PHF$ (veh/h)	687.0	0.0	0.0	0.0
Tasa de Flujo Ajustado Directo $V_p=V_{dir}/PHF$ (veh/h)	993.0	0.0	1042.0	0.0
Tasa de Flujo Ajustado Derecha $V_p=V_{der}/PHF$ (veh/h)	43.0	91.0	100.0	1000.0
Proporción de Giros LT o RT (PLT o PRT)				
Proporción de Giros Izquierda (PLT)	0.398	0	0	0
Proporción de Giros Derecha (PRT)	1586	84	1051	920

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Flujo de saturación

Tasa de flujo de saturación	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Flujo de Saturación Ideal, S_o (pc/h/ carril)	1700	1700	1700	1700
Número de carriles, N	2	2	2	2
Ancho de carril, W	3.5	2.85	3.5	3.5
Factor de ajuste de ancho de carril, fw	0.989	0.917	0.989	0.989
Volumen de vehículos pesados, HV	10	0	7	10
Porcentaje de vehículos pesados, $\%HV = 100*HV/N$	1	0	1	1
Equivalente en vehículos livianos, $E_t = 2 pc / HV$	2	2	2	2
Factor de ajuste para vehículos pesados, fhv	0.990	1.000	0.990	0.990
Pendiente en el grupo de carriles, % G	0	0	0	0
Factor de ajuste por pendiente, Fg	1	1	1	1
Número de maniobras de estacionamiento por hora, Nm 180	0	5	25	5
Factor de ajuste por estacionamiento, fp= 0.050	0.95	0.9375	0.8875	0.9375
Número de buses que se detienen por hora, NB ≤ 250	0	0	0	0
Factor de ajuste por bloqueo de buses fbb $\geq 0,050$	1	1	1	1
Tipo de área	CBD	CBD	CBD	CBD
Factor de ajuste por tipo de área, fa	0.9	0.9	0.9	0.9

Factor de ajuste por utilización de carril, Flu	1	1	1	1
Factor de ajuste por giro a la izquierda, Flt	0.980	1.000	1.000	1.000
Factor ajuste por giro a la derecha, fRT > 0.050	0.996	0.850	0.987	0.850
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la izquierda, flpb	1	1	1	1
Factor de ajuste por peat/bic para giros a la derecha, frpb	1	1	1	1
Flujo de Saturación Ajustado, s (whlh)	2780	2235	2624	2387

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Capacidad

Análisis de capacidad	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Tipo de fase	1	1	1	1
tasa de flujo ajustado v (veh/h)	P	P	P	P
Tasa de flujo de saturación s (veh/h)	1724.0	91.0	1142.0	1000.0
tiempo perdido, tL (s), $tL = 11 + Y - e$	2780	2235	2624	2387
longitud de ciclo C(s)	2.7	2.7	2.7	2.7
tiempo de verde efectivo, g(s), $g=G+Y-tL$	65	65	65	65
proporción de verde, g/C	37.3	25.3	25.3	37.3
capacidad del grupo de carriles $c=s(g/C)$, (veh/h)	0.574	0.389	0.389	0.574
Relación v/c, X	1595	870	1021	1370
Relación de flujo, v/s	1.081	0.105	1.119	0.730

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73: Cálculo de demora de colas

Parámetros de entrada	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Periodo de análisis	15 minutos			
Duración del periodo de análisis, T(h)	0.25	0.25	0.25	0.25
Longitud del ciclo, V(s)	65	65	65	65
Cola inicial, Qb(veh)	7	1	6	8
Proporción de verde, g/C	0.574	0.389	0.389	0.574
Relación v/c, X=v/c	1.081	0.105	1.119	0.730
Capacidad del grupo de carriles, c (VEH/H)	1595	870	1021	1370
Factor de ajuste por progresión/coordiación	1	1	1	1
Duración de la demanda insatisfecha en T, t(h) $t = \min \left\{ T, \frac{Q_b}{c[1-\min(1,X)]} \right\}$	0.25	0.25	0.25	0.25
Caso de análisis	V	V	V	V
Demora por cola inicial, d3 (s) $d_3 = \frac{1800 * Q_b}{c}$	7.900	2.069	10.578	10.511
Demora uniforme, d1 (s) $d_1 = 0,5 * C * \left(1 - \frac{g}{C}\right)$	13.85	19.85	19.85	13.85

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74: Nivel de servicio

Capacidad del grupo de carriles, demora por control, y determinación del nivel de servicio (NS)	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Tasa de flujo ajustado, v (veh/h)	1724.0	91.0	1142.0	1000.0
Capacidad del grupo de carriles $c=s(g/C)$, (veh/h)	1595	870	1021	1043
Relación v/c , $X=v/c$	0.983	0.105	1.017	0.872
Calibración de la demora incremental, k	0.500	0.500	0.500	0.500
Factor de ajuste por entradas de intersección corriente	1	1	1	1
Duración del periodo de análisis, T (h)	0.25	0.25	0.25	0.25
Demora incremental, d_2 (s/veh) $d_2 = 900 T [(x - 1) + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{8 k l X}{c T}}]^e$	18.767	0.242	32.440	9.989
Demora por cola inicial, d_3 (s) (de hoja de cálculo de demora de cola)	7.90	2.07	10.58	10.51
Demora uniforme, d_1 (s) (de hoja de cálculo de demora de cola)	13.85	19.85	19.85	13.85
Factor de ajuste por progresión/coordiación	1	1	1	1
Demora, $d=d_1$ (PF)+ d_2+d_3 (s/veh)	40.517	22.161	62.868	34.350
Nivel de Servicio NS por grupo de carriles	D	C	E	D
Tasa de flujo del acceso, v_A (veh/h)	1724.0	91.0	1142.0	1000.0
Demora de la intersección $d_i = \sum (d_A)(v_A) / \sum v_A$ (s/veh)	44.987			
NS de la intersección	D			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75: Tabla de nivel de servicio

Nivel de servicio optimizado					
Acceso	1	2	3	4	NS en Intersección
Intersección 1	D	C	E	D	D
Intersección 10	B	B	B	C	B
Intersección 11	C	B	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

Con estos nuevos tiempos de ciclo y haciendo el recalcu de la capacidad y nivel de servicio se obtiene un Nivel de Servicio más bajo el cual permitirá el flujo sea constante.

3.9.6 Estacionamiento

Tabla 76: Índice de rotación y ocupación

Calle	Ubicación	Tipo de Estacionamiento	Nro. Casillas disponibles	Nro. Casillas ocupadas	Nro. Casillas ocupadas	Índice de Rotación (Ir)	Índice de Ocupación (Io)	Demand a
Avenida Integración	Av. Panamericana	Permitido	92	45	52	0.54	3.00	291
	C/ 8 de marzo	No permitido	16	4	2	0.21	1.00	6
	C/ 27 de mayo	Permitido	46	2	0	0.03	1.00	2
	C/ Virgen del Rosario	Permitido	11	2	1	0.05	1.00	3
	C/ Prof. Adolfo Piñeiro	No permitido	59	1	0	0.01	1.00	1
	Av. Mauro Molina	No permitido	47	3	0	0.03	1.00	3
	C/ Jerusalén	No permitido	70	1	0	0.01	1.00	1
	C/ Emaús	No permitido	10	2	0	0.03	1.00	2
	C/ Centro América	No permitido	10	5	4	0.45	1.00	9
	Av. Panamericana	No permitido	30	45	52	1.67	1.00	97
	Avenida Guadalquivir	Av. Panamericana	No permitido	30	45	52	1.67	1.00
C/ 8 de marzo		No permitido	23	4	2	0.13	2.00	12
C/ 27 de mayo		No permitido	15	2	3	0.17	3.00	15
C/ Virgen del Rosario		Permitido	22	5	1	1.00	1.00	6

Fuente: Elaboración propia

En ambas avenidas el índice de ocupación no llega a 1 para lo cual no es necesario la implementación de estacionamientos y nos indica que satisface la necesidad, aunque en la avenida Integración está prohibido estacionar salvo en la zona del colegio Aniceto Arce y las oficinas de Tránsito.

En el ingreso a la avenida Guadalquivir se encuentra la Posta Municipal, y bueno los vehículos se estacionan en ambos sentidos de esta avenida y no genera conflicto, ya que existe espacio suficiente para el parqueo momentáneo o estacionamiento de personas que trabajan en la Posta.

3.9.7 Congestionamiento

En el primer cálculo de demoras, hay congestionamiento debido a los ciclos del semáforo y al ser hora pico va existir, sin embargo, esto se ha reducido aumentando el ciclo del semáforo.

Tabla 77: Demoras

	Intersección 1			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	11.35	17.85	17.85	11.35
Demora por cola inicial, d3 (s)	7.623	2.222	11.356	10.148
	Intersección 12			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	7.85	8.85	7.85	8.85
Demora por cola inicial, d3 (s)	5.418	6.696	11.242	8.046
	Intersección 13			
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 4
Demora uniforme, d1 (s)	10.35	11.35	10.35	11.35
Demora por cola inicial, d3 (s)	18.355	8.668	24.247	15.734

Fuente: Elaboración propia

3.9.8 Transporte publico

Haciendo una relación de porcentajes en las intersecciones

Mas del 90% o más son vehículos livianos entre particulares y públicos son los que hacen el uso de estas dos avenidas para trasladarse a distintas partes de la ciudad.

Los vehículos medianos representan el 5 % y el 1 a 2% representan los vehículos pesados

Por lo tanto, podemos decir que estas 2 avenidas son de uso para vehículos livianos, medianos y las motocicletas para desplazarse a lo largo de dichas avenidas, en cuanto a los vehículos pesados tienen otra ruta (avenida Circunvalación), algunos la usan porque es más rápido que la otra avenida, pero no está permitido la circulación.

También se tiene como grafica de volúmenes si es de carácter público o privado:

Figura 31: Vehículos de servicio público en porcentaje



Fuente: Elaboración propia

Figura 32: Vehículos de servicio público en porcentaje



Fuente: Elaboración propia

3.9.9 Estadística inferencial

Para realizar la estadística inferencial se lo hará con la situación actual del nivel de servicio y también con la nueva, para después hacer la prueba de hipótesis.

Tabla 78: Nivel de servicio actual

N°	Intersección	Nivel de servicio	Calificación
1	Av. Integración y Av. Panamericana	F	1
2	Av. integración y c/8 de marzo	D	3
3	Av. Integración y c/ 27 de mayo	C	4
4	Av. Integración y c/ Virgen del Rosario	D	3
5	Av. Integración y c/ Prof. Adolfo Piñeiro	C	4
6	Av. Integración y av. Mauro Molina	D	3
7	Av. Integración y c/ Jerusalén	D	3
8	Av. Integración y c/ Emaús	C	4
9	Av. Integración y c/ Centro América	D	3
10	Av. Integración y av. Panamericana (mástil)	C	4
11	Av. Guadalquivir y av. Panamericana	C	4
12	Av. Guadalquivir y c/ 8 de marzo	C	4
13	Av. Guadalquivir y c/ 27 de mayo	C	4
14	Av. Guadalquivir y c/ Virgen del Rosario	B	5
		Media	3.5
		Rango	4
		Mínimo	1
		Máximo	5

Fuente: Elaboración propia

Determinamos en número de intervalo y la amplitud

$$N^{\circ} \text{ de intervalo} = 1 + 3,3 * \log(n) =$$

$$N^{\circ} \text{ de intervalo} = 1 + 3,3 * \log(14) = 4.78$$

$$N^{\circ} \text{ de intervalo} = 5$$

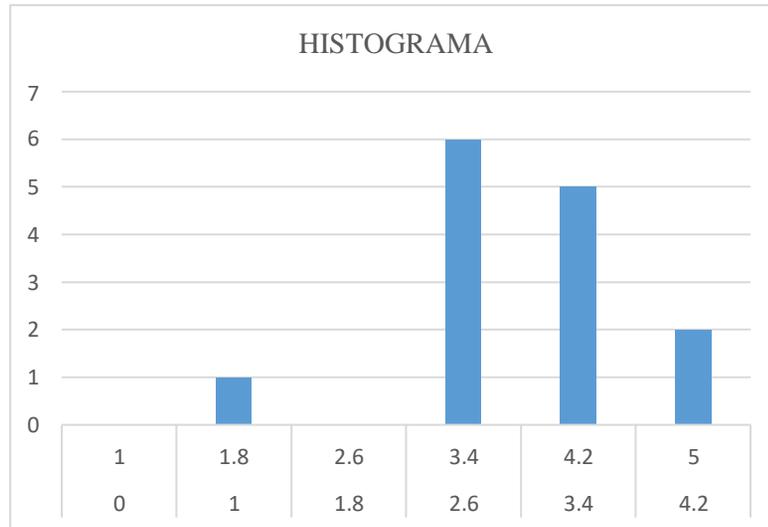
$$\text{Amplitud} = (\text{rango} / N^{\circ} \text{ de intervalo}) = 0.8$$

Tabla 79: Frecuencia

N°	Intervalo		Grupos	Frecuencia
	Lim. inf.	Lim. sup.		
1	1	1.8	1.7	1
2	1.8	2.6	2.5	0
3	2.6	3.4	3.3	6
4	3.4	4.2	4.1	5
5	4.2	5	5	2
			Total	14

Fuente: Elaboración propia

Figura 33: Histograma de situación actual



Fuente: Elaboración propia

Tabla 80: Error de los datos

Nº	X ₁	(X ₁ - \bar{X}) ²
1	1	6.250
2	3	0.250
3	4	0.250
4	3	0.250
5	4	0.250
6	3	0.250
7	3	0.250
8	4	0.250
9	3	0.250
10	4	0.250
11	4	0.250
12	4	0.250
13	4	0.250
14	5	2.250
SUMATORIA		11.500

Fuente: Elaboración propia

Desviación estándar: $S = \sqrt{\sum \frac{(X_1 - \bar{X})^2}{N-1}} = 0.9405$

Error media de la media: $\epsilon_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = 0.251$

$\epsilon_p = Z \times \epsilon_x = 0.492$

Error probable:

Nivel de confianza NC = 95% \longrightarrow Z=1.96

Valor adaptado= $Va = \bar{X} \pm \varepsilon_p =$

$$Va = \bar{X} + \varepsilon_p = 5.46$$

$$Va = \bar{X} - \varepsilon_p = 3.01$$

[2,97; 5,46[Intervalo de Confianza

3.10 PROPUESTA DE SOLUCION

Como propuesta de solución podemos decir:

3.10.1 Velocidad máxima

Velocidad máxima de circulación:

En avenida Integración la máxima velocidad debe de ser de 60 km/h, y esta debe ser incluida como señalización vertical, en zonas rápidas desde la intersección 3 hasta la intersección 6 teniendo en cuenta los distintos accesos.

En zona escolar y zona de afluencia de gente la velocidad debe ser la mínima.

En avenida Guadalquivir la velocidad máxima es de 30km/h

3.10.2 SemafORIZACIÓN

Cambiar los tiempos de semáforo en los accesos 1, 10 y 11 para que permita mejorar el flujo vehicular y así evitar colas o congestión

Tabla 81: Ciclos de semáforo actual

Intersección	Calle	Tiempo nuevo (seg)		
		Rojo	Amarillo	Verde
1	Av. Panamericana subida- Av. integración	28	1	36
	Av. Panamericana bajada	37	2	26
12	Av. Integración (rotonda Mástil)	20	3	24
	Av. Panamericana	20	3	24
13	Av. Guadalquivir	22	2	26

	Av. Panamericana	22	1	27
--	------------------	----	---	----

Fuente: Elaboración propia

3.10.3 Señalización

Tabla 82: Propuesta de señalización

N.º	Intersección	Propuesta
1	Av. Integración y Av. Panamericana	<ul style="list-style-type: none"> - Repintar las líneas de paso de peatón. - Repintar las flechas direccionales - A la altura de oficinas del Transito colocar letrero de velocidad máxima de 10 km /h - Repintar los cordones - En el sector de ingreso y salida de vehículos del Gobierno Municipal sobre la Av. Integración colocar tachas o resaltos que ayuden a reducir la velocidad a la hora de ingreso o salida de vehículos - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
2	Av. integración y calle 8 de marzo	<ul style="list-style-type: none"> -En el carril de bajada implementar los resaltos o reductores antes de llegar a la rotonda para así lograr reducir la cola de vehículos en el ingreso al acceso 3, ya que el transito conjuntamente con el personal de la alcaldía desvían el tráfico a la altura de ingreso a la avenida Guadalquivir. - Repintado Línea de eje segmentada de separación de carriles - Repintado de las líneas de paso peatón. - Pintado de flechas direccionales en los 3 accesos. - Pintado de distanciadores cada 4 metros en ambos carriles de la avenida Integración
3	Av. Integración y calle 27 de mayo	<ul style="list-style-type: none"> - Repintar paso de peatón en acceso 2 - Repintado de las líneas amarillas de separación de carriles - Colocado de letrero de velocidad máxima en ambos carriles - Colocado de letrero de velocidad Máxima en el carril de subida.
4	Av. Integración y calle Virgen del Rosario	<ul style="list-style-type: none"> - En esta intersección se debe de colocar sobre el carril de descanso o falsa acera balizas de protección para que los vehículos que salen de la calle Virgen del Rosario acortar la avenida la Integración y no hacen uso de las rotondas pudiendo provocar accidentes. - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
5	Av. Integración y calle Prof. Adolfo Piñero	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar resaltos o rompemuelles en ambos accesos, antes de llegar a la rotonda para así lograr reducir la cola de vehículos en ingreso al acceso 1 y 3. - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril - Colocar y pintar sobre el carril distanciadores cada 5 metros.

6	Av. Integración y av. Mauro Molina	<ul style="list-style-type: none"> - En esta intersección se debe de colocar sobre el carril de descanso o falsa acera balizas de protección para que los vehículos que salen de la av. Mauro Molina para acortar la avenida la Integración y no hacen uso de las rotondas pudiendo provocar accidentes. - Colocado de letrero de velocidad Máxima en el carril de bajada - Pintado de flechas direccionales en las 3 calles. - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril - Pintado en la calzada la línea de pare.
7	Av. Integración y calle Jerusalén	<ul style="list-style-type: none"> - Renovación de balizas para evitar q se crucen por el centro los vehículos - Repintado de los distanciadores y los reductores de velocidad. - Letrero indicando reductor de velocidad en las 2 vías de la avenida Integración - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
8	Av. Integración y calle Emaús	<ul style="list-style-type: none"> - Repintado de la zona de paso de peatón. - Colocado de reductor de velocidad. - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
9	Av. Integración y calle Centro América	<ul style="list-style-type: none"> Repintar las líneas de paso de peatón, colocar letrero de este paso. Colocar letrero de ceda el paso en las calles al ingreso de la av. La Integración - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
10	Av. Integración y Av. Panamericana altura mástil	<ul style="list-style-type: none"> - Repintado de la zona de paso de peatón. - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
11	Av. Guadalquivir y Av. Panamericana	<ul style="list-style-type: none"> - Repintar las líneas de paso de peatón. - Repintar de flechas direccionales en los accesos - Repintado Línea de amarilla continua de separación de carril
12	Av. Guadalquivir y calle 8 de marzo	<ul style="list-style-type: none"> - Sobre la calle 8 de marzo volver la calle en una sola dirección debido al flujo en horas pico, debido a que cortan el tráfico en la avenida Panamericana altura de ingreso av. Guadalquivir hasta el ingreso a la av. La Integración. - Pintado de flechas direccionales en las 3 calles. - Pintado de cordón con color amarillo.
13	Av. Guadalquivir y calle 27 de mayo	<ul style="list-style-type: none"> - Pintado de flechas direccionales en las 3 calles. - Pintado de cordón con color amarillo. - Repintado Línea de eje segmentada de separación de carriles

14	Av. Guadalquivir y calle Virgen del Rosario	- Pintado de cordón con color amarillo. - Pintado de flechas direccionales en las 3 calles. - Repintado Línea de eje segmentada de separación de carriles
----	---	---

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

CAPITULO 4

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

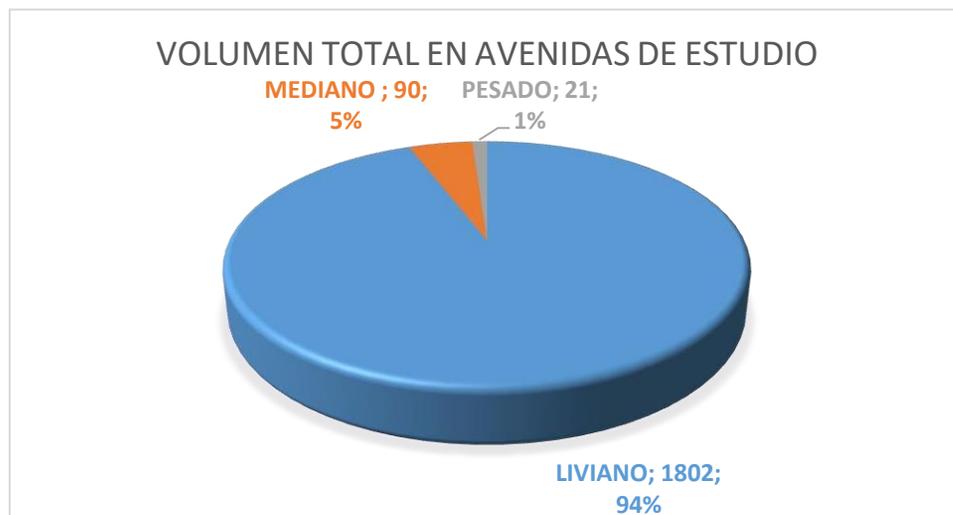
4.1 CONCLUSIONES

- Se evaluó el flujo vehicular en las intersecciones de las avenidas en estudio mediante un aforo, medición de velocidades, se hizo una corrección en algunas intersecciones según las normas de tráfico con el fin de optimizar el servicio y evitar congestión vehicular.

- Se realizó y analizo el aforo vehicular en las intersecciones de estudio para lo cual se determinó la cantidad de vehículos y así poder mejorar la capacidad dando como resultado que las rotondas son de mayor capacidad y por el cual en el rediseño se coloca reductores de velocidad y las calles que están cercanas se debe desviar el tráfico y hacer uso de estas rotondas para así un mejor flujo vehicular.

Dando como resultado los porcentajes del tipo de vehículos, y haciendo una clasificación del tipo de servicio público o privado de los vehículos que pasan por las avenidas de estudio

Figura 34: Volumen total en la zona de estudio



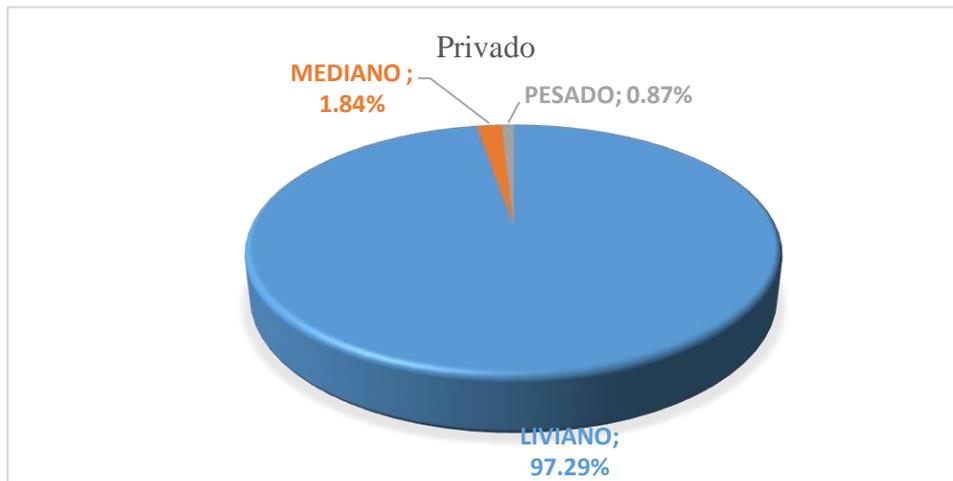
Fuente: elaboración propia

Figura 35: Porcentaje total de vehículos públicos



Fuente: elaboración propia

Figura 36: Porcentaje total de vehículos privados



Fuente: elaboración propia

- La velocidad de proyecto en cada Avenida es distinta, habiendo obtenido la velocidad de punto, velocidad de recorrido, y velocidad crucero se tomó las velocidades máximas de cada tipo y se hizo un promedio para ver si se adecua al límite de velocidad.

Tabla 83: Velocidad máxima en avenidas de estudio

Velocidad máxima (Km/h)	
Av. Integración	60
Av. Guadalquivir	30

Fuente: elaboración propia

En avenida Integración sería de 60 km/h la velocidad máxima y habiendo zonas como la oficina de tránsito, colegio Aniceto Arce, ahí la velocidad de circulación debe ser la mínima permitida que es de 10km/h.

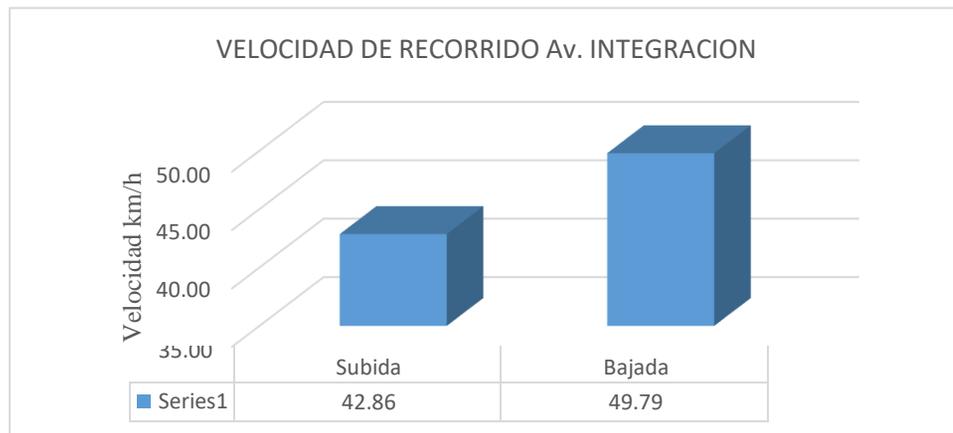
En la avenida Guadalquivir la velocidad máxima de circulación es de 30 km/h el cual se establece en cada tipo de velocidad.

Figura 37: Velocidades de punto



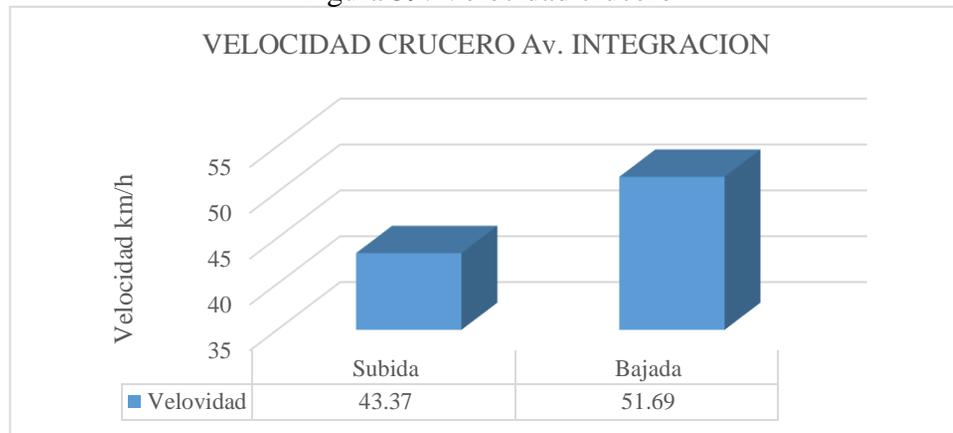
Fuente: Elaboración propia

Figura 38: Velocidad de recorrido



Fuente: Elaboración propia

Figura 39: Velocidad crucero



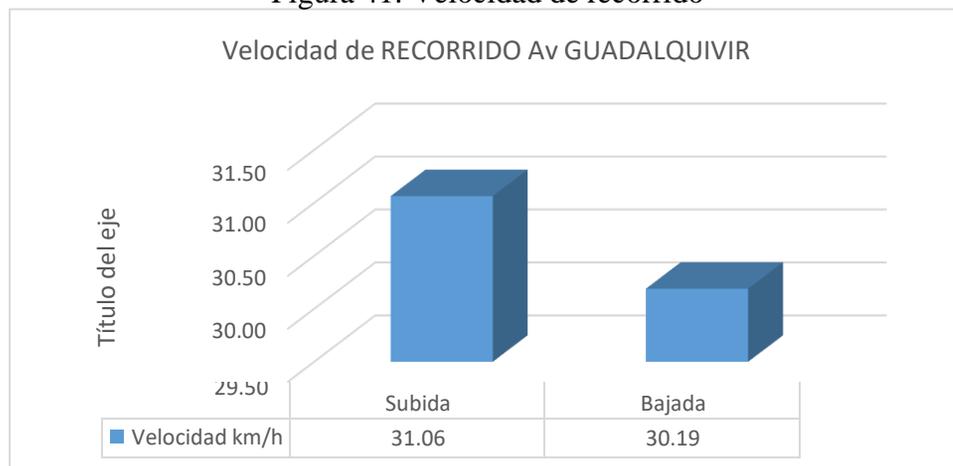
Fuente: Elaboración propia

Figura 40: Velocidades de punto



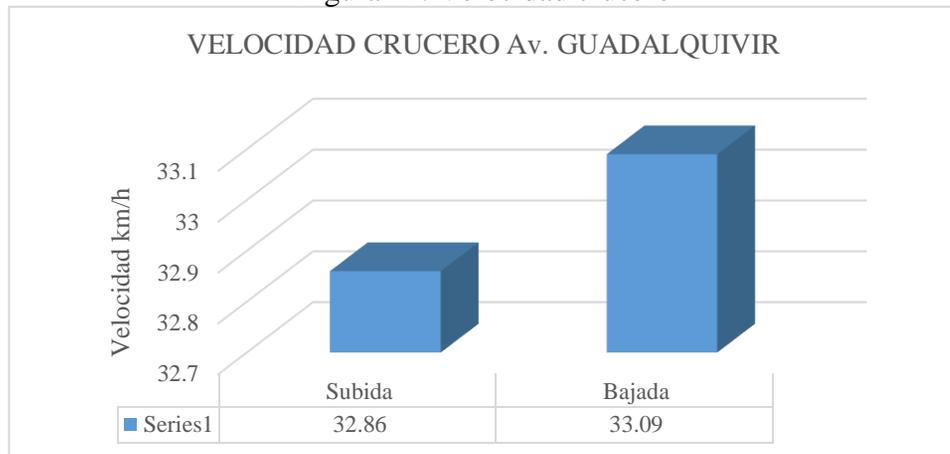
Fuente: Elaboración propia

Figura 41: Velocidad de recorrido



Fuente: Elaboración propia

Figura 42: Velocidad crucero

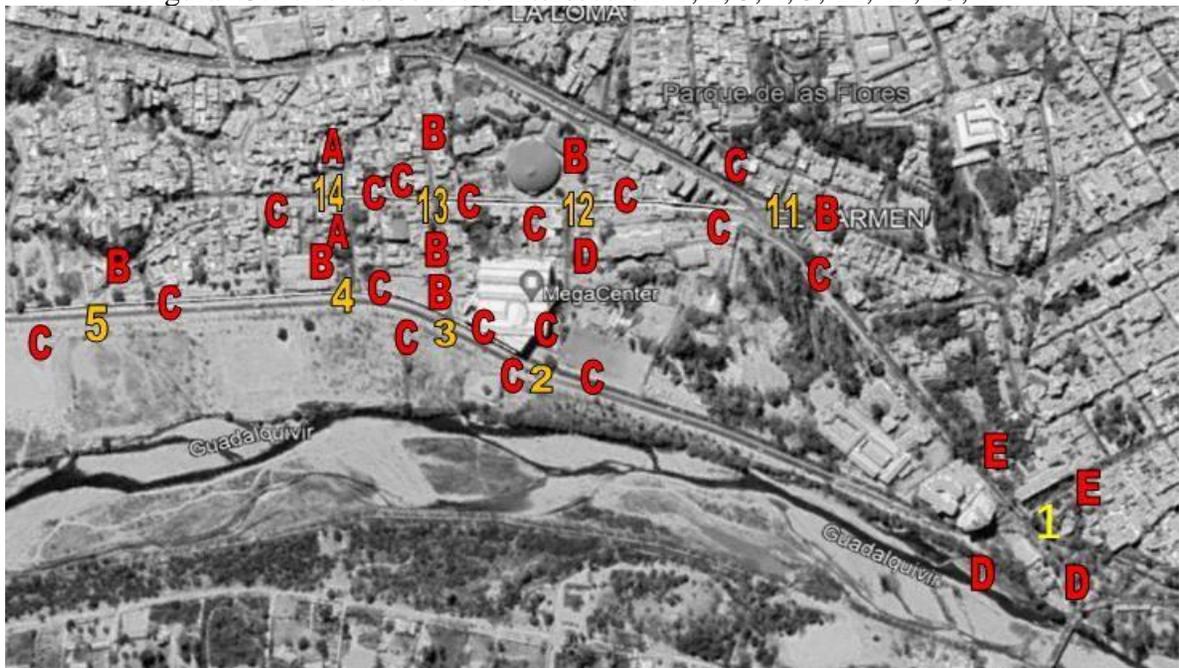


Fuente: Elaboración propia

- Se logro determinar la Capacidad y el Nivel de Servicio en la zona de estudio mediante el HCM, a través de sus parámetros, volumen en accesos, ancho de carril, y diferentes factores el cual se determinó la Capacidad teórica, y así obtener la Capacidad Real el cual nos determina que es un Flujo estable y por tanto se el Nivel de Servicio en la Av. Integración es C

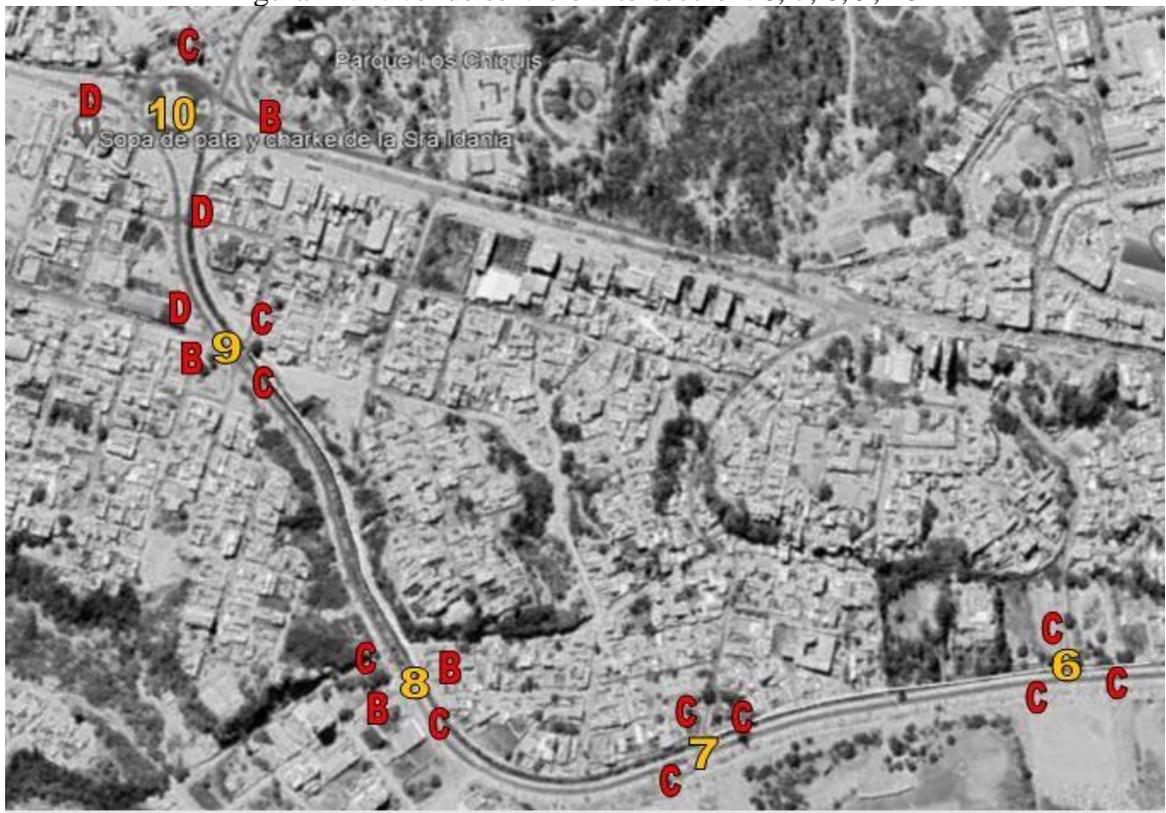
Y el Nivel de Servicio en la Av. Guadalquivir es C.

Figura 43: Nivel de eervicio intersección: 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14



Fuente: Elaboración propia

Figura 44: Nivel de servicio intersección: 6, 7, 8, 9, 10



Fuente: Elaboración propia

- Con respecto a la semaforización solo se hizo el análisis en las intersecciones 1, 10 y 11 puesto que son intersecciones que cuentan con semáforos y el cual se determinó ampliar el ciclo del semáforo en cada intersección ya que con estos valores ayudaron a mejorar el Nivel de Servicio, y en las demás intersecciones no se hizo el estudio ya que el libro de Ingeniería de Transito – Fundamentos y Aplicaciones de Rafael Cal y Mayor Reyes en el capítulo 13 nos indica que debe cumplir 2 de las 6 Condiciones ya mencionadas y analizadas, y su organización será individuales, puesto que no cumplen con la distancia que se determinó con la distancia medida.

- Prueba de hipótesis

Para esta prueba se trabaja con la muestra porque se hizo el trabajo con 14 intersecciones

Prueba de hipótesis de condición actual del flujo

Datos:

$n = 14$ intersecciones

$\bar{X} = 3.5$

$S = 0.94$

$\mu = 3$

Generando la hipótesis

La evaluación de tráfico normada en las intersecciones de las avenidas Integración y Guadalquivir determina la condición actual de flujo vehicular.

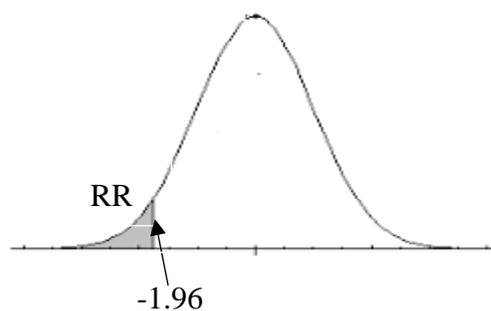
$H_1: \bar{X} > \mu; \quad 3.5 > 3$ Hipótesis alternativa

$H_0: \bar{X} \leq \mu; \quad 3.5 \leq 3$ Hipótesis nula

Se determina el nivel de significación

NC = 95% $\alpha = 0.05$

Figura 45: Prueba de hipótesis



Fuente: Elaboración propia

$$t_c = \frac{\bar{X} - \mu}{S / \sqrt{n}} = \frac{3.5 - 3}{0.94 / \sqrt{14}} = 1.98$$

La hipótesis alternativa es aceptada porque se determinó la condición actual del flujo vehicular.

4.2 RECOMENDACIONES

- Es importante aplicar los principales elementos de control del tráfico vehicular como: las normas de señalización pasivas (señales de tránsito), señalización activa (semáforos o policías) y el respeto de los usuarios por las normas y señales, producto de la educación y civismo como de la penalización de infractores, aplicando una combinación de ambas.
- Se recomienda tener velocidades medias de viaje constante de tal manera que sea segura, y mantener una circulación continua, buscando reducir las emisiones contaminantes de los vehículos, ordenar la circulación y optimizar la capacidad de las vías de esta manera asignar el derecho al uso de una intersección.
- Se recomienda un mantenimiento más continuo para con la señalización horizontal, los pintados de las mismas deberán hacerse por lo menos unas tres veces al año.
- Adecuar el tiempo de fase de los semáforos en función al volumen vehicular de cada calle como se indica en la tabla:

Tabla 84: Ciclo de semáforo

Intersección	Calle	Tiempo nuevo (seg)		
		Rojo	Amarillo	Verde
1	Av. Panamericana subida- Av. integración	28	1	36
	Av. Panamericana bajada	37	2	26
12	Av. Integración (rotonda Mástil)	20	3	24
	Av. Panamericana	20	3	24
13	Av. Guadalquivir	22	2	26
	Av. Panamericana	22	1	27

Fuente: Elaboración propia