

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 Antecedentes**

La congestión vehicular es un problema que afecta a muchas ciudades del mundo, generando pérdidas económicas, sociales y medioambientales.

Los taxis trufis en el mundo se remontan a principios del siglo XX, cuando los primeros vehículos de este tipo comenzaron a operar en ciudades de Latinoamérica, como Lima, Perú, y Bogotá, Colombia. En ese momento, los taxis trufis eran vehículos particulares que prestaban el servicio de transporte público de manera informal.

Los taxis trufis se popularizaron rápidamente en Latinoamérica, ya que ofrecían un servicio más económico y eficiente que los buses tradicionales. Además, los taxis trufis podían circular por calles estrechas y congestionadas, lo que los hacía ideales para el transporte urbano.

En la década de 2000, los taxi-trufis comenzaron a operar en las ciudades de Bolivia, como Cochabamba, Santa Cruz y Sucre.

En el año 2008 los taxis trufis comenzaron a operar en la ciudad de Tarija, la primera asociación en prestar sus servicios a la población fue El Chapacos, los taxis trufis comenzaron a operar de manera más formal. Los vehículos empezaron a tener una apariencia más uniforme y a cumplir con ciertas normas de seguridad.

El gobierno boliviano comenzó a regular el servicio de taxi trufis. Esto dio lugar a la creación de sindicatos y cooperativas de taxi trufis como Vecinal, 26 de marzo y Full sin fronteras, estos empezaron a operar bajo un mismo marco legal.

#### **Factores que contribuyeron al surgimiento de los taxis trufis**

Los siguientes factores contribuyeron al surgimiento de los taxis trufis en el mundo, Bolivia y Tarija:

La falta de un sistema de transporte público eficiente: En muchos lugares del mundo, el sistema de transporte público es deficiente. Los buses tradicionales son antiguos y obsoletos, y el servicio es irregular y poco confiable.

La necesidad de un servicio de transporte público más económico: La mayoría de las personas en el mundo tienen ingresos bajos, por lo que necesitan un servicio de transporte público que sea asequible.

La capacidad de los taxis trufis para circular por calles estrechas: Los taxis trufis son más pequeños que los buses tradicionales, lo que les permite circular por calles estrechas y congestionadas.

### **Impacto de los taxis trufis en el transporte público**

Los taxis trufis han tenido un impacto significativo en el transporte público en el mundo, Bolivia y Tarija. Han contribuido a mejorar la cobertura del servicio, a reducir los tiempos de viaje y a aumentar la accesibilidad del transporte público para los usuarios de bajos ingresos.

Sin embargo, los taxis trufis también han tenido algunos impactos negativos, como la contaminación ambiental, el ruido y la congestión vehicular.

### **1.2 Situación problemática**

Al existir un incrementado poblacional en la ciudad de Tarija aumenta el crecimiento de la mancha urbana permitiendo extenderse a nuevos barrios debido a ello nace la necesidad de la implementación del sistema de transporte público ya que es indispensable para la población para garantizar la movilidad a mediano y largo plazo de los usuarios que hacen uso de este transporte público en especial en zonas periurbanas de la ciudad ya que la falta de transporte afecta en su movilidad de los usuarios.

La eficiencia del transporte público es importante para los usuarios ya que algunas líneas entran a barrios lejanos donde los micros no transitan, y debido a eso se observa que en las horas picos es donde se puede apreciar un aumento en la demanda de pasajeros para poder trasladarse de un lugar a otro y es ahí donde existe una saturación de estos Taxi-

Trufis y donde el pasajero tiene que esperar un transporte público durante 10 min o más, debido a esto.

Es necesario realizar una evaluación de la eficiencia de dicho transporte la cual nos permitirá proponer alternativas de solución que genere un mejor servicio de transporte a los pasajeros.

### **1.2.1 Problema**

¿Cómo la evaluación de la eficiencia del sistema de transporte público de Taxi trufis podrá mejorar la calidad en el servicio de pasajero?

### **1.2.2 Relevancia y factibilidad del problema**

Este proyecto tiene como objetivo evaluar la eficiencia del sistema de transporte público en Taxi trufis de la Asociación El Chapacos, especialmente durante las horas de mayor demanda, cuando se produce un aumento significativo en la población y los usuarios suelen esperar largos periodos para encontrar un medio de transporte. Para llevar a cabo esta evaluación, se llevarán a cabo pruebas que incluirán el análisis de ensayos de ascenso y descenso de pasajeros, tiempos de recorrido y velocidad de recorrido se lleva a cabo con el propósito de mejorar la experiencia tanto para los conductores como para los pasajeros, contribuyendo así a la optimización del servicio de transporte

### **1.2.3 Delimitación temporal y espacial del problema**

#### **1.2.3.1 Delimitación temporal del problema**

Se realizará los aforos manuales aproximadamente en 30 días del presente año para poder evaluar que tan eficiente es el sistema de transporte público Taxi-Trufis El Chapaco.

#### **1.2.3.2 Delimitación espacial del problema**

Esta investigación se desarrollará en la ciudad de Tarija, en el área de trabajo de las rutas fijas del transporte público Taxi-Trufi El Chapaco, del departamento de Tarija.

## **1.3 Justificación**

En los últimos años, en la ciudad de Tarija, hemos presenciado un aumento notorio en el sistema de transporte público, lo que ha llevado al constante crecimiento del parque

automotor conformado por los denominados "taxi-trufis". Por esta razón, se hace imperativo llevar a cabo un análisis exhaustivo del comportamiento de estos taxis trufis, con el fin de determinar si representan un desafío para la fluidez del tráfico y, de ser así, identificar posibles soluciones para contrarrestar el congestionamiento vehicular que generan.

Los taxis trufis se destacan como un medio de transporte más ágil debido a sus dimensiones compactas, lo que les permite desplazarse con mayor facilidad en comparación con los vehículos de tamaño mediano que operan en el servicio público de la ciudad de Tarija.

Los taxis trufis desempeñan una función esencial en la prestación de servicios públicos en áreas a las cuales los vehículos medianos, como los microbuses, no pueden acceder debido a la falta de rutas establecidas en esos vecindarios. Asimismo, son la elección preferida en zonas que los taxis particulares evitan, dado que las carreteras carecen de pavimento y se encuentran considerablemente distantes del área urbana central.

Las diferentes líneas de Taxi-Trufis se las creó a criterio de las diferentes cooperativas de transporte, sin haber realizado un previo estudio, por ello es necesario realizar un estudio sobre este sistema de taxi-trufis transporte público y tomar medidas para descentralizar aunque los Taxi-Trufi no ingresan en su totalidad a la zona céntrica, merecen una revisión, por los diferentes problemas que causan los mismos y de esta manera prevenir los congestionamientos, ya que nuestra ciudad presenta en sus calles, congestionamientos vehiculares y peatonales, lo que todavía se puede regular; por lo que se hace necesario realizar un estudio, evaluación y finalmente un planteamiento de soluciones, dadas las condiciones actuales del transporte público, porque este transporte es necesario para la población ya que entran a barrios alejados donde no se encuentran el transporte de micros.

**Figura 1 Congestionamiento de los Taxi-trufis en las horas picos**



Fuente: Elaboración propia

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Evaluar la eficiencia del sistema de transporte público Taxi trufis, mediante los parámetros de velocidad, tiempos de recorridos y demoras, volumen, capacidad vehicular, considerando el ascenso y descenso de pasajeros en los puntos de máxima demanda, con el fin de identificar componentes que se deben modificar para mejorar la calidad del servicio del transporte público.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Seleccionar las zonas más críticas de la ciudad donde se vean mayor movimiento de Taxi-Trufi para el estudio.
- Realizar el aforo de volúmenes mediante el método manual.
- Revisar el estudio de ascenso y descenso de pasajeros a lo largo de las rutas del transporte vigente en la ciudad de Tarija.
- Medir los tiempos de recorrido de las diferentes líneas de transporte público en la ciudad de Tarija.
- Determinar la eficiencia del sistema de transporte publico Taxi Trufi identificando componentes que deban modificarse.
- Clasificar las líneas de las líneas de transporte público Taxi trufis.

## 1.5 Hipótesis

Sí se realiza una evaluación de la eficiencia del transporte mediante un estudio técnico de ascenso y descenso de pasajeros, tiempo de recorrido y recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda, se podrá obtener elementos que mejoren la eficiencia del servicio de pasajeros en el sistema de transporte público de Taxi-Trufi.

## 1.6 Operacionalización de las variables

En el proyecto solo se tendrá una sola variable dependiente y se tendrán tres variables independientes de los cuales dependerá nuestros resultados y las variables independientes, serán llamadas (X) variables independientes y llamadas (Y) variables dependientes

### 1.6.1 Variable independiente

- Tiempo de recorrido
- Velocidad de recorrido
- Recuento de pasajeros en puntos de Máxima demanda

### 1.6.2 Variable dependiente

- La Eficiencia

**Tabla 1 Conceptualización de variables**

Ensayos	Conceptualización	Dimensión	Indicador
Recuento de Ascenso y Descenso de Pasajeros	Es el número de pasajeros que suben y bajan a lo largo de su ruta, permitirá determinar la ocupación del vehículo en cualquier punto y el movimiento de ascenso y descenso de pasajeros en cada parada los resultados individuales nos permitirán ubicar los puntos de máxima demanda.	Cantidad de personas	Unidad o Volumen

Recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda	Son los volúmenes de pasajeros en los puntos de máxima demanda y en otros lugares especiales, de una ruta. Una vez determinados los puntos importantes del recorrido se deben contar los pasajeros en cada unidad, que suben en ese punto los resultados se mostraran en barras de diagrama.	Unida	Conto de pasajero en la horas picos de máxima demanda
Tiempo de Recorrido	Es el tiempo en que una movilidad realiza una ruta durante un determinado tiempo, se determinara el tiempo total de recorrido haciendo un análisis de los retardos que ocurren en la ruta donde se mostrara el tiempo de recorrido y los tiempos de demora de cada línea	Horas	Método manual con un cronometro

Fuente: Elaboración propia

### 1.7 Identificación del tipo de investigación

El tipo de estudio a realizarse en la investigación es descriptivo, pues a través de diferentes técnicas y fuentes de información se pretende obtener datos que describan el comportamiento del objeto de estudio.

### 1.8 Unidades de estudio y decisión muestral

#### 1.8.1 Unidad de estudio

La unidad de estudio en este proyecto será el ascenso y descenso de pasajeros que se realizará en los puntos de máxima de pasajeros y tiempos de recorrido.

#### 1.8.2 Población

La población. que se tomó como referencia fueron los sindicatos de Taxi-trufis Los Chapacos.



**Tabla 2**      **Líneas de estudio**

Asociación	Líneas	Banderitas	Total=13
Los Chapacos	101	Roja	1
	102	Verde BI	1
	102	Verde B2	1
	102	Verde A	1
	102	Verde Normal	1
	103	Amarilla	1
	104	Celeste	1
	106	Celeste con Blanco	1
	107	Blanco con naranja	1
	108	Rosada Universidad	1
		Rosada Campesino	1
	109	Azul con rojo H	1
		Azul con rojo M	1

Fuente: Elaboración propia

### 1.8.3 Muestra

Para realizar una evaluación de la eficiencia de transporte público de los Taxi-trufis en la ciudad de Tarija se trabajará con la asociación Los Chapicos teniendo un total de 13 líneas de las cuales serán evaluadas y estudiadas en horas pico realizando aforos de ascenso y descensos de pasajeros y tiempos de recorrido.

### 1.8.4 Selección de las técnicas de muestreo

Para realizar el proyecto se trabajará con el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito. El método consiste en subirse a un Taxi-Trufi con el fin de realizar un estudio manual de ascenso y descenso de pasajeros el cual consiste en realizar un conteo de las personas que suben y bajan de los Taxi-Trufis y también se cronometrará el tiempo de recorrido y demora de una parada a la otra parada de cada línea a ser estudiada

## 1.9 Métodos y técnicas empleadas

### 1.9.1 Métodos

La metodología utilizada para la realización de este proceso puede resumirse en cuatro pasos, los cuales comprenden la observación de los hechos o acciones y registro de ellos, la indagación científica da inicio siempre partiendo de un fenómeno en particular, que no

posee una explicación propia dentro de los posibles conocimientos científicos existentes en dado momento; luego viene la elaboración de una hipótesis o el análisis de lo observado anteriormente, aquí se forma una posible explicación y posible definición de lo observado; a continuación en la tercera parte del proceso se presenta la deducción de predicciones o la clasificación de los fundamentos anteriores obtenidos, estas predicciones se formulan a partir de la hipótesis; finalmente el cuarto paso se pone en marcha el experimento y encontramos la representación de los enunciados universales derivados del proceso de investigación que se realizó.

### **1.9.2 Técnicas**

Las técnicas que se usará para la realización de este trabajo, es ir a realizar los aforos a distintas calles que tengan mayor circulación de vehículos en horas pico del día, de los que se podrá sacar mediciones de volúmenes, velocidades de los vehículos por las calles, los tiempos de circulación, que son técnicas ya conocidas que se pueden realizar.

#### **a) Descripción de los equipos e instrumentos utilizados para la obtención de datos**

Para poder llevar a cabo el proyecto se contará con la autorización de los sindicatos de los Taxi-Trufis para realizar la evaluación de la eficiencia de este transporte público.

Se realizará los aforos de ascenso y descenso de pasajeros con personal de apoyo y para el llenado de datos se utilizarán planillas para tener más organizado los datos obtenidos y para los tiempos de recorrido y demora de las líneas de transporte público se contará con dos cronómetros para poder tomar los datos uno por el tiempo de recorrido y el otro para el tiempo de demora.

#### **b) Procedimiento de aplicación**

Se realizará un aforo vehicular del transporte taxi-trufi en las calles más concurridas de la ciudad de Tarija las cuales son: Panamericana entre Froilán Tejerina, Av. América entre España y puente San Martín. Calle Hermanos Uriondo, están son las calles por donde pasan mayor cantidad de líneas de taxi-trufis en la ciudad de Tarija.

De estos puntos más críticos se obtendrá la gráfica del aforo de los volúmenes para determinar las horas picos de máxima demanda. Después de obtener las horas pico se

procederá a realizar tres ensayos necesarios para determinar la eficiencia del transporte público las cuales se muestran en el siguiente cuadro.

**c) Cantidad de aforos a realizar**

La cantidad de aforos se muestran a continuación las cuales serán realizadas según las especificaciones del manual de transporte público.

**Tabla 3      Numero de aforos**

Estudio técnico	Cantidad de aforo por línea
Ascenso y Descenso de pasajeros	3
Recuento de pasajeros en puntos de máxima demanda	3
Total	6

Fuente: Elaboración propia

**1.10 Procesamiento de la información**

Una vez realizados los aforos de ascenso y descenso de pasajeros, tiempo de recorridos y recuento de ascenso y descenso de pasajeros se procederá a realizar gráficos de dispersión los cuales serán:

- Comparación de eficiencia en ascenso y descenso de pasajeros entre las líneas.
- Eficiencia de tiempo de recorrido entre las diferentes líneas.
- Eficiencia de velocidad de media de recorrido.

Para poder evaluar la eficiencia mediante un proceso ordenado aplicando criterios que proporcionen los medios para identificar y comparar las consecuencias.

Para poder sacar la eficiencia entre las líneas el problema residirá en que no se tiene un parámetro de cuál de los tres parámetros es el más importante por eso se realizara un estudio de valoración que consiste en que un grupo de personas o personas capacitadas aplicando un buen juicio asignan números a los diversos factores. La asignación de valores a los diversos criterios ayuda a superar el problema.

### **1.11 Alcance de la investigación**

El proyecto está orientado a proponer una alternativa al problema del transporte público que existe en nuestra ciudad por lo cual se tendrá que tomar en cuenta lo siguiente:

Se trabajará con la asociación Los Chapacos.

Se contratará personal de apoyo que ayude a realizar los estudios técnicos correspondiente para la correcta toma de información para lo cual también se pedirá autorización a la asociación Los Chapacos mediante una carta de Solicitud.

Los estudios que se realizarán para este tema serán aforos realizados de la tal manera que se tendrán datos de ascenso y descenso de pasajeros que nos permitirá obtener los puntos de máxima demanda de pasajeros, tiempos de recorrido y demoras con este aforo obtendremos el tiempo en que el taxi trufi está en marcha y el tiempo en el que demoran debido al congestionamiento vehicular, el tiempo que tardan los pasajeros en ascender y descender y las paradas en los semáforos, también se calculara la velocidad de recorrido después de tener los tiempos en marcha y las distancias totales esto nos permitirá obtener la rapidez en que los pasajeros llegan a su destino . Estos aforos se realizarán para cada una de las líneas de trabajo con esto podremos tener un mejor conocimiento de las líneas y sus características.

Con estos estudios se procederá a analizar y evaluar la eficiencia en tres aspectos importantes entre las líneas que son el ascenso y descenso de pasajeros, tiempo de recorrido y velocidad Media con los cuales se determinara la eficiencia total de cada línea y se planteará algunas posibles soluciones alternativas para mejorar las circunstancias del flujo vehicular donde se tiene la mayor influencia por parte de las líneas sindicalizadas de taxi trufi que afectan gravemente al flujo vehicular provocando un gran congestionamiento vehicular.

**CAPÍTULO II**  
**ASPECTOS GENERALES DE LA**  
**INGENIERÍA DE**  
**TRÁFICO**

## CAPÍTULO II

### ASPECTOS GENERALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

#### 2.1 Historia y evolución del transporte

- **Aparición de la rueda**

El tráfico motorizado es un medio de transporte novedoso que se acaba de incorporar a nuestra vida diaria, para la cual se hará una breve reseña histórica de la evolución y beneficios de la rueda y caminos hasta nuestra época actual.

Las ruedas más antiguas que se conocen fueron construidas en la antigua Mesopotamia, entre el año 3500 A.C. y el 3000 A.C. Se cree que los vehículos de ruedas aparecieron después de la invención del torno de alfarero, y el carro no tardó en sustituir al trineo como medio de transporte. En su forma más simple la rueda era un disco sólido de madera fijado a un eje circular mediante espigas de madera. Luego se eliminaron secciones del disco para reducir el peso y los radios empezaron a emplearse en torno al año 2000 antes de Cristo. La invención de la rueda fue un importante punto de inflexión en el avance de la civilización humana. La rueda llevó a un uso más eficiente de la fuerza animal en la agricultura y otros terrenos, y se convirtió en un sistema mecánico insustituible para controlar el flujo y la dirección de la fuerza.

**Figura 2 Primer medio de transporte colectivo de pasajeros**



Fuente: Historia breve del pasado

- **Aparición de los primeros caminos**

Desde la antigüedad, la construcción de carreteras ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores.

Entre los primeros constructores de carreteras se encuentran los mesopotámicos, hacia el año 3500 A.C.; los chinos, que construyeron la Ruta de la Seda (la más larga del mundo) durante 2.000 años, y desarrollaron un sistema de carreteras en torno al siglo XI A.C., y los incas de Sudamérica, que construyeron una avanzada red de caminos que no pueden ser considerados estrictamente carreteras, ya que los incas no conocían la rueda. Esta red se distribuía por todos los Andes e incluía galerías cortadas en rocas sólidas. En el siglo I, el geógrafo griego Estrabón registró un sistema de carreteras que partían de la antigua Babilonia; los escritos de Heródoto, historiador griego del siglo V A.C., mencionan las vías construidas en Egipto para transportar los materiales con los que construyeron las pirámides y otras estructuras monumentales levantadas por los faraones.

De las carreteras aún existentes, las más antiguas fueron construidas por los romanos. La vía Apia empezó a construirse alrededor del 312 A.C., y la vía Faminia hacia el 220 A.C. En la cumbre de su poder, el Imperio romano tenía un sistema de carreteras de unos 80.000 km, consistentes en 29 calzadas que partían de la ciudad de Roma, y una red que cubría todas las provincias conquistadas importantes, incluyendo Gran Bretaña. Las calzadas romanas tenían un espesor de 90 a 120 cm., y estaban compuestas por tres capas de piedras argamasadas cada vez más finas, con una capa de bloques de piedras encajadas en la parte superior.

- **Aparición del automóvil**

Las últimas décadas del siglo XIX ven la aparición del automóvil con motor de gasolina y renace el deseo de conservar en buen estado los caminos que habían sido abandonados una vez más.

Puede afirmarse que el vehículo de motor de combustión interna en la forma que lo conocemos actualmente, forma parte y nació con el siglo XX.

Al iniciar su vida y considerado como un artefacto de lujo y deporte, encontró serios obstáculos por los malos caminos y leyes anacrónicas, además de la natural oposición de las empresas y particulares habituados al ferrocarril y los carruajes tirados por animales, por lo que hubo que esperar para su florecimiento hasta principios del siglo XX.

Los grandes desarrollos en transporte han neutralizado el obstáculo espacio con la reducción de distancias expresada en disminución de tiempos de viaje, permitiendo la integración de las distintas zonas y funciones de la ciudad, lo cual influyó en la progresiva ampliación de las concentraciones urbanas.

**Figura 3 Primer bus motorizado**



Fuente: Historia breve del pasado

- **Nacimiento de la ingeniería de tráfico**

Después de la aparición del vehículo automóvil, las carreteras se proyectaban teniendo en cuenta únicamente el movimiento de vehículos aislados, debido a que circulaba un número muy bajo de ellos para entonces y bastaba que cada uno pudiera moverse a una velocidad razonable y segura para que la carretera cumpliera con todos sus objetivos. Pero ya hacia 1920 el número de vehículos en circulación era lo suficientemente elevado como para establecer medidas de regulación que evitasen las dificultades de circulación.



El objetivo principal de las medidas fue mejorar la seguridad basándose en su comienzo con la práctica de la policía, pronto fue necesario adoptar medidas más eficientes por lo que 1920 y 1930 en los Estados Unidos nace la Ingeniería de Tráfico con el fin de mejorar la explotación de las redes viarias existentes, pocos años después la Ingeniería de Tráfico se introdujo también en el proyecto de nuevos caminos.

Actualmente el incremento en número y velocidad del tráfico motorizado contribuye a satisfacer los deseos y las necesidades de los habitantes de las ciudades, sin detenerse a analizar que ese es también el causante de uno de los aspectos más conflictivos del sistema urbano en función a su sostenibilidad: la contaminación ambiental en sus diferentes formas, la ocupación extensiva del suelo y la seguridad del tráfico.

Se hace necesaria entonces la planeación integral del transporte: integración del transporte y los usos del suelo, la cual debe abordar la relación entre movilidad/accesibilidad y los modelos de crecimiento urbano. Por tanto, se ve la necesidad de la realización de estudios, procedimientos de aplicación de las diferentes metodologías y desarrollos en este campo cuyo modelo de crecimiento urbano, se manifiesta en la congestión del tráfico vehicular. (Cal R, 1984).

### **2.1.1 Definición de la ingeniería de tráfico**

La rama de la Ingeniería que trata del planeamiento, trazado y funcionamiento de las calles y carreteras, así como de los aparcamientos, terrenos colindantes y zonas de influencia y de su relación con otros medios de transporte. Su objetivo es que el movimiento de personas y mercancías, se realice de la forma más segura, eficaz y cómoda.

El Instituto de Ingenieros de Transporte, ITE, define la Ingeniería de Transporte y la Ingeniería de Tránsito de la siguiente manera:

- **Ingeniería de Transporte:** "aplicación de los principios tecnológicos y científicos a la planeación, al proyecto funcional, a la operación y a la administración de las diversas partes de cualquier modo de transporte, con el fin de proveer la movilización de personas y mercancías de una manera segura, rápida, confortable, conveniente, económica y compatible con el medio ambiente".

- **Ingeniería de Tránsito:** "aquella fase de la ingeniería de transporte que tiene que ver con la planeación, el proyecto geométrico y la operación del tránsito por calles y carreteras, sus redes, terminales, tierras adyacentes y su relación con otros modos de transporte". (Cal, 1984).

## **2.2 Elementos de la ingeniería de tráfico**

En el problema de tráfico se establecen 3 elementos fundamentales que son:

### **2.2.1 Usuario**

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

Cualquier persona que utiliza un sistema de transporte, ya sea como peatón, conductor, pasajero o ciclista. (Cal,1984)

#### **2.2.1.1 Peatón**

Se puede considerar como peatón a la población en general, desde personas de un año hasta cien años de edad. Es aquella persona que al transitar a pie por calles y carreteras se convierte en parte del problema de tráfico, especialmente por las aglomeraciones de personas que se dan cita en las zonas comerciales de las ciudades, provocando problemas de circulación vehicular y ocasionando demoras en las maniobras de los vehículos. (Cal, 1984)

#### **2.2.1.2 Conductor**

Es aquella persona que maneja un vehículo motorizado que circula por las calles o carreteras, este elemento está sujeto en su comportamiento a reacciones bajo un condicionamiento físico y psicológico.

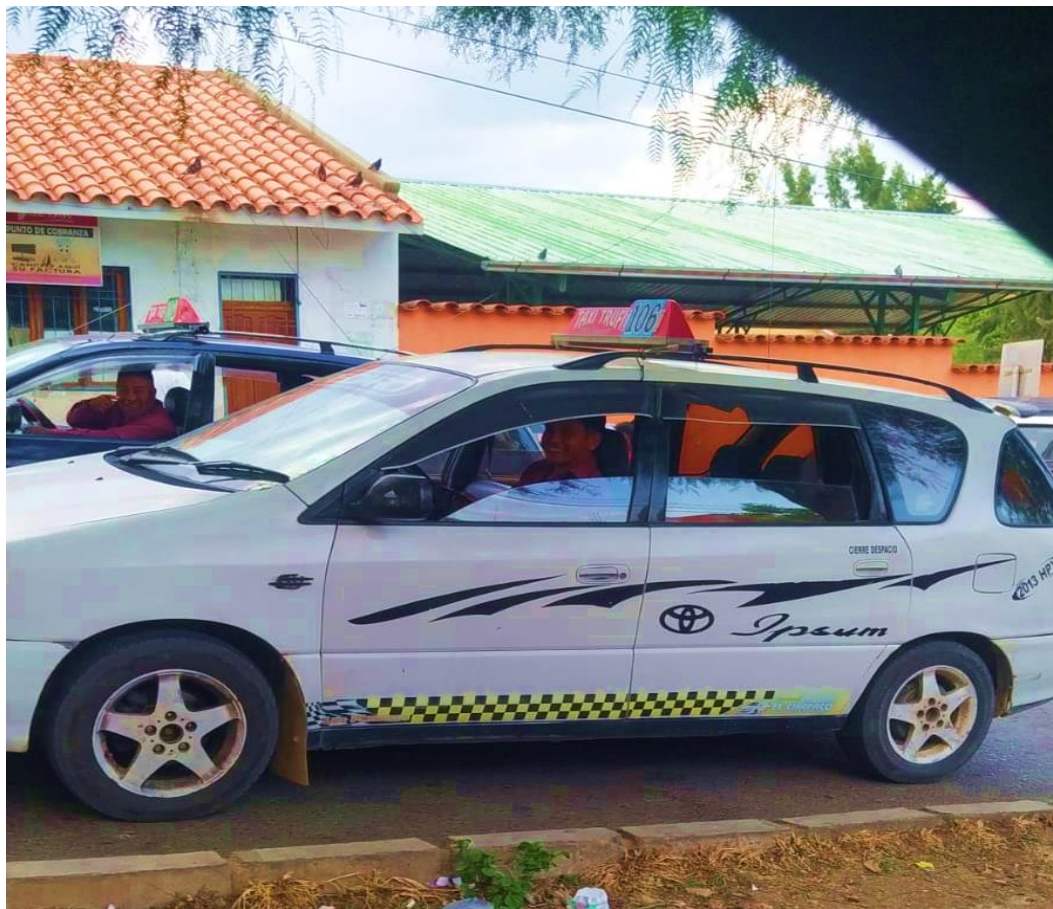
Los conductores son los usuarios más activos del sistema de transporte, por lo que es importante que sigan las reglas de tránsito y conduzcan de manera segura para evitar accidentes y congestiones. (Cal, 1984).

### **2.2.2 Vehículo**

Es el elemento que dentro de la problemática de tráfico ha sufrido más transformaciones a través del paso del tiempo, desde la aparición del vehículo actual que transita por calle y

carreteras, este ha sufrido una gran evolución tanto en características físicas como operacionales. Pero lo que hay que lamentar es que esta transformación que ha sufrido el vehículo no ha sido paralela a la transformación o modernización de calles o carreteras, y por lo tanto se tiene vehículos de condiciones altamente tecnológicas que están circulando por calles y carreteras que no cuentan con la geometría adecuada ni la capacidad para contener los tipos de vehículos contemporáneos, por eso es importante que la analizar el problema de tráfico se determine la influencia del vehículo como elemento fundamental del problema de tráfico. (Cal, 2018).

**Figura 4 Conductor y vehículo**



Fuente: Elaboración propia

### **2.2.2.1 Dimensiones**

A continuación, mostramos características y límites de diferentes tipos de vehículos:

## Automóviles

**Tabla 4 Dimensiones de automóviles**

Dimensión	Máximo	Mínimo
Ancho (m)	2,06	1,14
Largo (m)	6,00	2,56
Alto (m)	1,75	1,25

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

## Camiones

**Tabla 5 Dimensiones de camiones**

Dimensión	Máximo	Mínimo
Ancho (m)	2,44	1,88
Largo (m)	11,00	5,75
Alto (m)	3,81	1,75

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

## Autobuses

**Tabla 6 Dimensiones de autobuses**

Dimensión	Máximo	Mínimo
Ancho (m)	2,44	2,44
Largo (m)	12,25	7,15
Alto (m)	2,90	2,44

Fuente: Ley de cargas ABC Bolivia

**2.2.3 Vía o calle**

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos. La vía es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

Se entiende por camino, aquella faja de terreno acondicionada para el tránsito de vehículos. La denominación de camino incluye a nivel rural las llamadas carreteras y a nivel urbano las calles de la ciudad.

**Visibilidad en vías urbanas:** En las calles de una ciudad conviene mantener una distancia mínima de visibilidad igual a la distancia de parada en todo el recorrido. En función a la velocidad de diseño pueden adoptarse la distancia de paradas indicadas en la siguiente tabla. (Ruiz, 2022).

## 2.3 Parámetros de la ingeniería de tráfico

### 2.3.1 Velocidad

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

$$V = \frac{d}{t} \left( \frac{m}{s} \right) \text{ o } \left( \frac{km}{h} \right)$$

En este mismo concepto existen diferentes tipos de velocidad entre los cuales las mas importantes son:

- Velocidad de punto
- Velocidad de recorrido total
- Velocidad de crucero
- Velocidad directriz

#### a) Velocidad de punto

Se define como velocidad de punto aquella que se obtiene en una sección de carretera o calle cuyo intervalo de intervalo de distancia esta previamente definido, siendo usuales la utilización de distancias de 50mts, 75mts y 100 mts. La característica principal de este tipo de velocidad es que las distancias definidas se toman al vehículo que va a recorrerla en un flujo libre sin interferencia de demoras.

#### b) Velocidad de recorrido total

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

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

$$Vr = \frac{dR}{tc + td}$$

Donde:

dR= Distancia recorrida

tc= Tiempo de circulación

td= Tiempo de demoras

Este tiempo de demoras puede tener como causas, detención de vehículos, cruce de peatones semáforos, etc.

### c) **Velocidad de crucero**

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

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

$$Vc = \frac{dR}{tc}$$

Donde:

dR= Distancia de recorrido

tc= Tiempo de circulación

### d) **Velocidad Directriz o de Proyecto**

La velocidad de diseño de una vía será la máxima velocidad segura y cómoda que puede ser mantenida en una sección determinada de una vía según su trazado, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas del diseño de la vía.

Generalmente las velocidades directrices en carreteras están en un rango de 45-120(Km/h); para el caso de calles urbanas las velocidades recomendadas para el diseño varían entre 25-50 (Km/h). (Cal, 2018).

### 2.3.2 Volumen de tráfico

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

- **Transito promedio diario (T.P.D.)**

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

Si bien el concepto de TPD se estableció para estudios cuyo tiempo iba a ser de un año, en la práctica se han dado que normalmente para proyectos específicos de carreteras, aperturas de calles, ampliación de avenidas, etc.

Se realicen estudios de volúmenes en periodos cortos menores a un año que sean igualmente significativos en sus valores.

- **Transito promedio horario (T.P.H.)**

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el TPH, ese valor es mucho más sensible que el TPD, es decir el TPH nos puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día.

El TPH tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico, sin embargo, dado la posibilidad de que ese valor sea máximo solo se presenta en pocas horas durante el día hacen que no sea un valor recomendable para el diseño

Es muy probable que en algunas carreteras o calles de ciudades no se tengan aforos de volúmenes horarios, por ello se ha establecido una relación entre el volumen diario y el volumen horario en carreteras, obteniéndose un valor racional para el TPH entre el 12 al 15% del TPD.

- **Volumen directriz**

Es un concepto definido exclusivamente para obtener un valor que represente el 80% o más del tiempo durante un día la cantidad de vehículos que circula por una calle o carretera no exceda el valor máximo.

Para ello se ha definido que el volumen directriz numéricamente se obtenga de un ordenamiento descendente del TPH máximo correspondientes a los 365 días de un año denominado el valor “trigésimo”. (Invias, 2022).

### **2.3.3 Capacidad en vías de flujo interrumpido**

La capacidad vehicular es un parámetro de la ingeniería de tráfico que tiene el objetivo de determinar la cantidad máxima de vehículos que circula por una sección de la vía por unidad de tiempo, normalmente determinada en una hora. La capacidad frecuentemente se mide en vehículos por hora (veh/hr).

El intervalo de tiempo utilizado en la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, debido a que se considera que este es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable. (Cal Y Mayor 1998)

### **2.3.4 Capacidad en vías de flujo interrumpido**

La capacidad en vías interrumpidas se refiere al número máximo de vehículos que pueden circular por una calle o punto crítico, como una intersección, en un período determinado, generalmente una hora. A diferencia de la capacidad en carreteras, las calles presentan condiciones de circulación más complejas debido a la presencia de mayor volumen de tráfico, maniobras de interrupción, flujo peatonal y otros factores.

Se consideran vías interrumpidas aquellas que llevan con frecuencia elementos de interrupción a la circulación del tráfico como vienen a ser las intersecciones en un trazado urbano por lo que su aplicación está más dirigida al área urbana.

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras interrumpidas, en calles urbanas se considera a las vías de carácter interrumpido debido a que en la circulación existen una serie de factores que producen paralización y demoras en la circulación haciéndose el tráfico interrumpido. (Universidad de Rosario Argentina, 1980).



Las siguientes son algunas de las consideraciones importantes al evaluar la capacidad en vías interrumpidas:

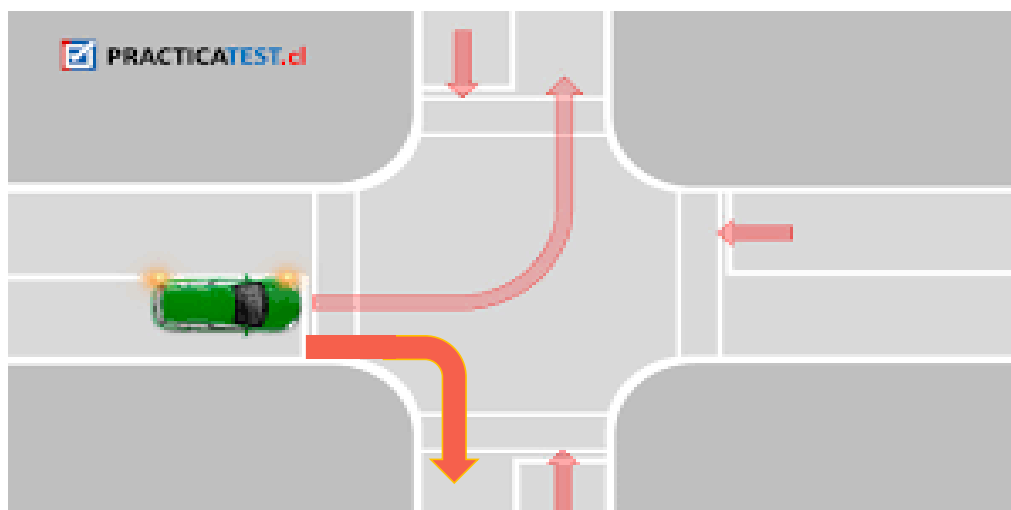
**Intersecciones a nivel:** Como ya habíamos mencionado anteriormente, la capacidad de una determinada sección de una calle depende de varios factores que pueden ser prácticamente fijos como el trazado y el tipo de regulación y otros variables pues reflejan el uso momentáneo que se hace en la intersección tanto por vehículos como por peatones. Y en cuanto al tipo de regulación se presenta una regulación por medio de semáforos y por medio de señales verticales y horizontales de acuerdo a normas establecidas. A continuación, describimos los factores que afectan a la capacidad en intersecciones:

**Circulación en Sentido Único vs Doble Sentido:** La proporción de giros a la izquierda, cambios de carril y otros movimientos que requieren mayor tiempo de maniobra influye en la capacidad total.

**Volumen de tráfico:** El volumen de tráfico vehicular es un factor determinante de la capacidad. Un mayor volumen de tráfico reduce la capacidad de la vía.

**Maniobras de interrupción:** Las maniobras de interrupción, como giros, paradas y estacionamientos, afectan la capacidad de la vía al interrumpir el flujo vehicular.

**Figura 5 Maniobras de giros**



Fuente: Normas de circulación y señalización de la vía

**Flujo peatonal:** El flujo peatonal también puede afectar la capacidad de la vía, especialmente en áreas con alta densidad de peatones.

**Semáforos y señales de tráfico:** La presencia de semáforos y señales de tráfico puede reducir la capacidad de la vía al controlar el flujo vehicular.

**Ancho de la vía:** El ancho de la vía también influye en la capacidad, ya que permite acomodar un mayor número de vehículos.

**Condiciones de la vía:** Las condiciones de la vía, como el estado del pavimento y la presencia de obstáculos, pueden afectar la capacidad al reducir la velocidad y el flujo vehicular.

### **2.3.5 Métodos para la determinación de capacidad vehicular**

#### **2.3.5.1 Capacidad en vías interrumpidas por método HCM en accesos urbanos**

El procedimiento que se sigue para determinar la capacidad en las intersecciones tiene 3 etapas:

- a) Determinación de la capacidad teórica.
- b) Determinación de la capacidad práctica o posible.
- c) Determinación de la capacidad real.

#### **a) Capacidad teórica:**

La capacidad teórica de una intersección es un concepto fundamental para el análisis y diseño de intersecciones viales. Su determinación permite estimar el número máximo de vehículos que pueden circular por una intersección en condiciones ideales, lo que es crucial para evaluar su funcionamiento y tomar decisiones de gestión del tráfico

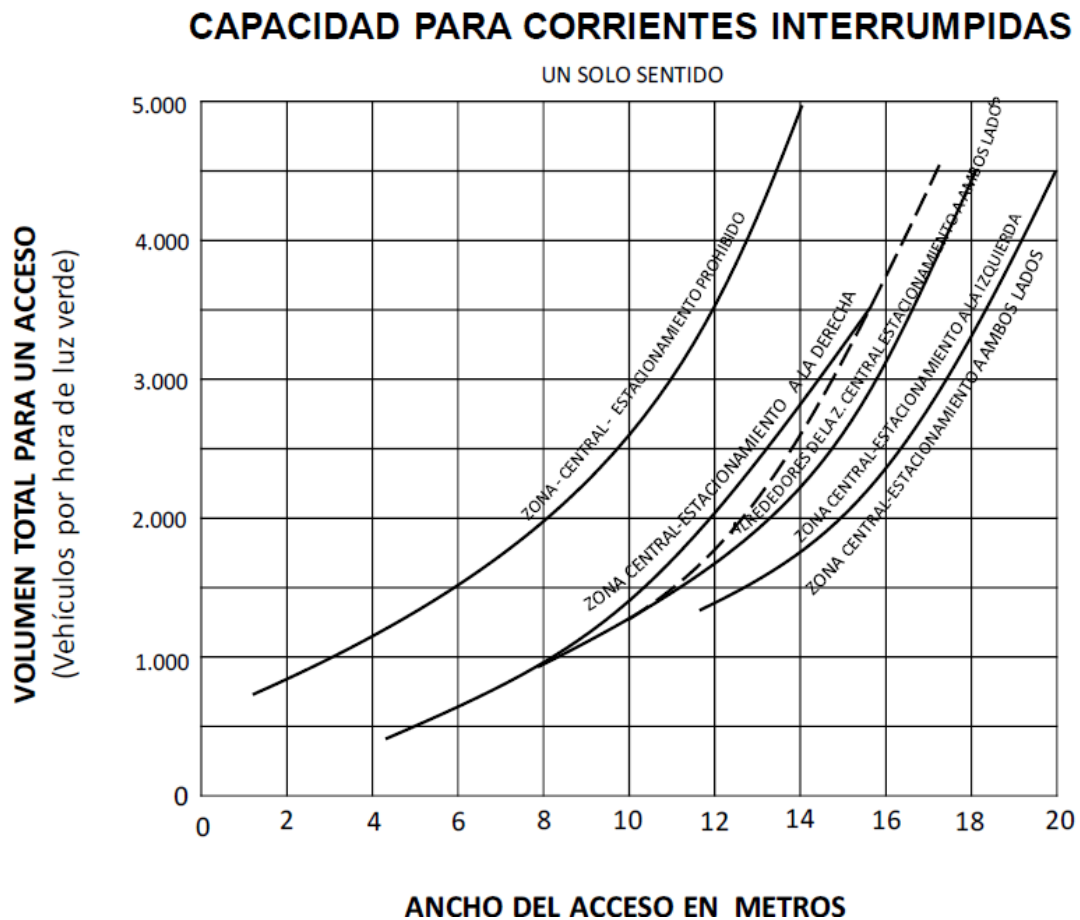
#### **Factores Determinantes:**

- **Ancho del acceso:** Es un elemento fundamental para determinar la capacidad teórica, ya que un mayor ancho permite el paso simultáneo de más vehículos.

- **Características funcionales:** Se refieren a la existencia de estacionamiento en los accesos y a la ubicación de la intersección en el entorno urbano. La capacidad teórica se ve afectada por la zona en la que se encuentra la intersección: central, intermedia o periférica.

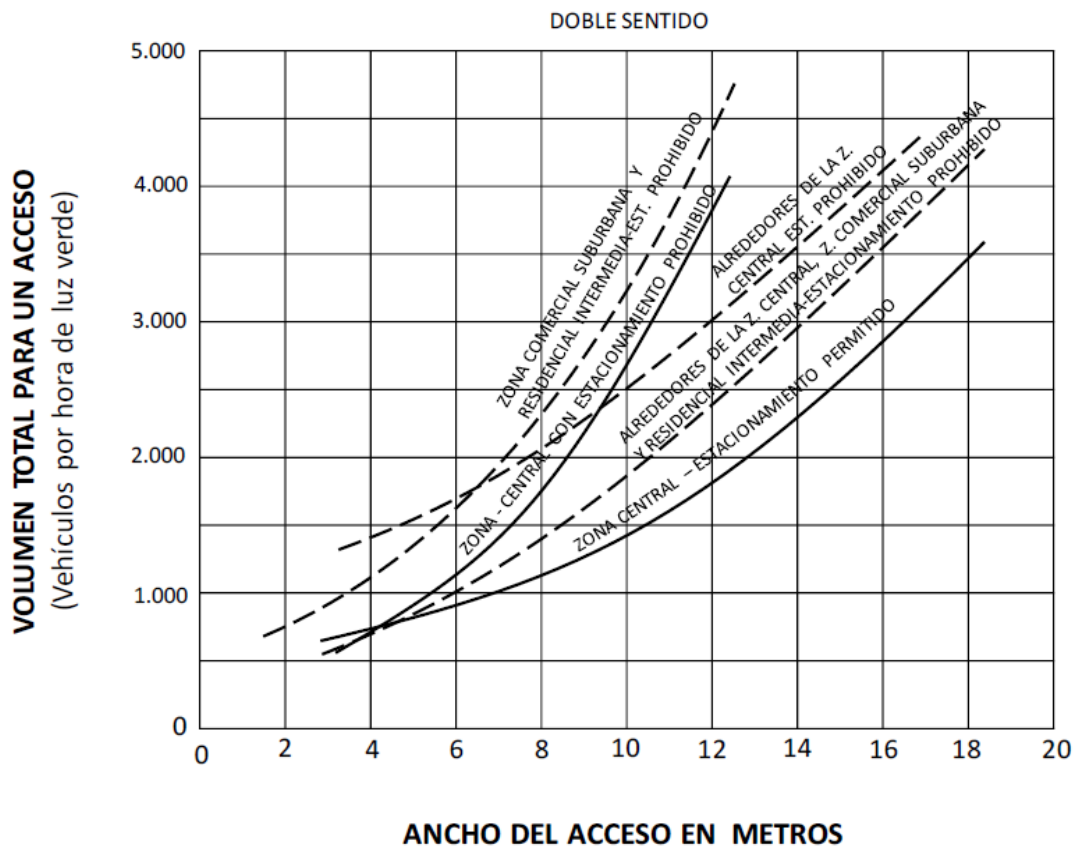
**Metodología de Cálculo:** Para determinar la capacidad teórica de una intersección, se utilizan ábacos preestablecidos, tanto para calles de un sentido como de doble sentido. Estos ábacos consideran los dos factores mencionados anteriormente y proporcionan una estimación de la capacidad vehicular máxima.

**Figura 6** Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas en un solo sentido



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

**Figura 7** Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

**b) Capacidad práctica o posible:**

En la práctica común, se suele utilizar un factor de seguridad de 0,90, lo que significa que la capacidad práctica se estima como el 90% de la capacidad teórica. Es decir, para obtener la capacidad práctica, se debe multiplicar la capacidad teórica por 0,90.

$$\text{Cap. práctica} = \text{Cap. teórica} * \text{Factor ajuste}$$

$$\text{Cap. práctica} = \text{Cap. teórica} * 0,90$$

Donde:

Cap. práctica = Capacidad práctica (veh/hora).

Cap. teórica = Capacidad teórica del acceso (veh/hora).

### c) Capacidad real:

Para calcular la capacidad real, se multiplica la capacidad práctica por el producto de los factores de reducción que consideren las condiciones particulares de cada acceso. Los elementos que más influyen en la reducción de la capacidad son las maniobras de giro a la izquierda y a la derecha, así como las paradas antes o después de las intersecciones, entre otros.

Para calcular estos factores de reducción, se sigue la siguiente metodología:

- Para los giros: Se resta un 0,50 % por cada 1 % en el que el tráfico gira a la derecha y un 1% por cada 1% en el que el tráfico gira a la izquierda, considerando que estos giros representan más del 10 % del tránsito total.
- Para las paradas: Se resta un 10 % por las paradas de ómnibus antes de la intersección y un 5 % en zonas centrales y un 10 % en zonas intermedias por las paradas después de la intersección.
- Para los vehículos pesados: Se resta un 1 % por cada 1 % de ómnibus y camiones que superen el 10 % del número total de vehículos.

Por lo tanto, la capacidad real se obtiene multiplicando la capacidad práctica por los factores de vehículos pesados, giros a la izquierda y a la derecha, y paradas.

La fórmula general es:

$$\text{Cap. real} = \text{Cap. Práctica} * \text{Factores}_{REDUCCIÓN}$$

$$\text{Cap. real} = \text{Cap. Práctica} * F_{VP} * F_{GI} * F_{GD} * F_{PA}$$

Donde:

Cap. real = Capacidad real del acceso (veh/hora).

Cap. práctica = Capacidad práctica (veh/hora).

$F_{VP}$  = Factor de corrección por efecto de vehículos pesados (adim)

$F_{GI}$  = Factor de giros a la izquierda (adim)

$F_{GD}$  = Factor de giros a la derecha (adim).

$F_{PA}$  = Factor por paradas en intersecciones (adim).

### 2.3.6 Nivel de Servicio

El Nivel de Servicio (NS) es una medida de la calidad del flujo. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo de tráfico y su percepción por los conductores y/o pasajeros, relacionadas con la velocidad, el tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones y el confort.

Los niveles de servicio son: A, B, C, D, E y F que va del mejor al peor y los cuales describimos a continuación.

- **Nivel de servicio A.-** Representa una circulación a flujo libre, los usuarios considerados en forma individual, están virtualmente exentos de la presencia de otros en la circulación. poseen una libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. Este nivel es - un nivel de comodidad y conveniencia proporcionada por la circulación del motorista, pasajeros o peatón, es excelente.

**Figura 8 Nivel de servicio A**



Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de servicio B.**- Esta dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes en la circulación. la libertad de selección de las velocidades sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobras en relación con la del nivel de servicio de nivel A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A pero que la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno. (Invias, 2018).

**Figura 9 Nivel de servicio B**



Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de servicio C.**- Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente. (Invias, 2018).

**Figura 10 Nivel de servicio C**



Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de servicio D.-** Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. la velocidad y libertad de maniobra queda seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento. (Invias, 2018).

**Figura 11 Nivel de servicio D**



Fuente: Elaboración propia



- **Nivel de servicio E.-** El funcionamiento está en él, o cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil. Y se consigue forzando a un vehículo o peatón a ceder el paso. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapso. (Invias, 2018).

**Figura 12 Nivel de servicio E**



Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de servicio F.-** Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. en estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de paradas y arranque, extremadamente. Inestable. (Invias, 2018).

**Figura 13 Nivel de servicio F**

Fuente: Elaboracion propia

## **2.4 Transporte público**

Un factor muy importante dentro de la Ingeniería de Tráfico es el transporte público, que en conjunto con los otros factores como ser: Volúmenes de tráfico, Velocidades, Capacidad, Estacionamiento, etc., nos proporcionan los elementos para elaborar un plan de ordenamiento vehicular y peatonal de una ciudad.

Desde hace aproximadamente una decena de años el índice del incremento vehicular en la ciudad de Tarija es muy alto y está en constante ascenso progresivo por lo que algunas de las vías más importantes de la ciudad de un tiempo a esta parte, el flujo vehicular se tornó caótico, especialmente en horas y días pico. A medida que pasaron los años este caos vehicular se fue incrementando principalmente por no haberse realizado la regulación respectiva y especialmente la regulación del incremento de Líneas de servicio de transporte público por las vías más críticas del centro de la ciudad y de zonas conflictivas, como por ejemplo la zona del Mercado Campesino entre otras.

En la actualidad el Transporte Público en la ciudad de Tarija, presenta una mala planificación o sino más bien no ha existido una planificación en cuanto a sus rutas y paradas. (Achá, 2023)

**Figura 14 Transporte público taxi trufis**



Fuente: Elaboración propia

#### **2.4.1 Importancia del transporte público**

La facilidad del desplazamiento de las personas depende de las características de su sistema de transporte de pasajeros. El transporte urbano, de pasajeros y carga, es un factor importante que caracteriza la calidad de vida de una ciudad, por consecuencia de su desarrollo económico y social.

Ante los crecientes problemas de congestión, contaminación y tiempos de viaje, la movilidad urbana y regional se convierte en una de las prioridades en un plan de gobierno: “es necesario modernizar los servicios de transporte público urbano y mejorar la accesibilidad de sus habitantes, mediante políticas públicas que ofrezcan priorizar dicho servicio”.

Tradicionalmente las inversiones en infraestructura de vías, puentes, túneles, intersecciones, señalización, control de tráfico, mantenimiento vial, estacionamientos,

etc., superan la inversión en otros servicios públicos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2022).

Su importancia radica en que el transporte urbano permite:

- Acceder a los empleos y equipamientos de salud, educación y recreación.
- Reducir la contaminación y el consumo de energía.
- Disminuir la necesidad de inversión en infraestructura para priorizar otras.
- Uso racional del espacio público y del suelo urbano

#### **2.4.2 Transporte público Taxi-Trufi**

Actualmente existen las Siguintes instituciones de taxi-trufis:

- Cooperativa de taxi-trufi VECINAL
- Asociación de taxi-trufi 26 DE MARZO
- Asociación de taxi-trufi FULL SIN FRONTERA
- Asociación de taxi-trufi LOS CHAPACOS

Estos taxi-trufis, realizan diferentes recorridos con una menor frecuencia que los micros, y sin entrar en el casco viejo de la ciudad.

#### **2.4.3 Frecuencia**

Puede identificarse mejor como la frecuencia del servicio de la siguiente manera: se mide al registrar la cantidad de vehículos que pasan por un punto dado o sección de la ruta, en cierto periodo o intervalo de tiempo específico. Es común medir el intervalo de tiempo transcurrido entre un vehículo y el siguiente. (Gutiérrez, 2022).

#### **2.4.4 Influencia del transporte público**

La influencia del transporte público en el Congestionamiento vehicular es la siguiente.

- Es importante recalcar que, en las vías con mayor volumen de tráfico general, en la mayoría de los casos los volúmenes de transporte publico oscila entre el 50% a 80% de ocupación de la vía con respecto a los volúmenes generales; lo cual demuestra la gran incidencia del transporte público en los problemas de congestionamiento de las vías y puntos más conflictivos.

- En general las líneas de transporte público no tienen muchas alternativas de origen y destino, precisamente por estar centralizado por algunas arterias de la ciudad, lo que limita las posibilidades de origen y destino de la población en general.

La influencia del transporte público en el ordenamiento vehicular es la siguiente:

- Que de esta manera se construirá una ciudad más ordenada y segura sin peligros ni accidentes.
- Que el usuario peatón va a tener mayor oportunidad de origen y destino ya que este será beneficiado sobre todo en su seguridad al transitar por menos calles congestionadas y el usuario conductor que también ser beneficiado de manera en la que ya no se cometa infracciones de tránsito.
- Con el ordenamiento de paradas también se dará lugar a que el usuario peatón y conductor respeten dichas paradas. (Cárdenas, 2019).

#### **2.4.5 Flujo de pasajeros**

El flujo de pasajeros está en función directa de las necesidades de origen y destino de los vehículos y por consecuencia del trazado de la línea de transporte público existentes, los parámetros básicos sobre los cuales nos debemos basar para realizar la planificación y trazado de rutas de transporte público más importantes son las que tenemos a continuación:

- Traslado hacia centros de trabajo. - Oficinas públicas y privadas en el área central y otras zonas concurridas de la ciudad.
- Traslado hacia centros de abasto: Mercados y centros de abastos en general,
- Traslado hacia centros comerciales: En la zona central y otras zonas concurridas de la ciudad.
- Traslado hacia diferentes destinos de la Ciudad: Donde se engloban las diversas necesidades de la población. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2022).

### 2.4.6 Aforos

Uno de los primeros pasos en cualquier estudio de tráfico es la evaluación de los movimientos que se producen, para lo que es preciso medir el número de vehículos que pasan por cada carril en un determinado periodo de tiempo.

Los objetivos que normalmente se pretenden a través de los aforos son los siguientes:

- Determinar la intensidad del tráfico, es decir, el número de vehículos que pasan por un punto determinado en un periodo de tiempo dado.
- Determinar la composición del tráfico, es decir, el porcentaje de vehículos de cada tipo que circulan por una vía.
- Determinar las velocidades medias de circulación.
- Determinar los tiempos de viaje.
- Determinar los movimientos de tráfico, es decir, los desplazamientos que realizan los vehículos entre dos puntos.

Existen diferentes tipos de aforos, que se pueden clasificar en función de los siguientes criterios:

#### **En función del método empleado:**

- **Aforos manuales:** son realizados por personal que cuenta con la formación y experiencia necesarias para realizar el conteo de vehículos.
- **Aforos automáticos:** son realizados por dispositivos electrónicos que detectan la presencia de vehículos.

#### **En función del periodo de tiempo considerado:**

- **Aforos instantáneos:** se realizan en un instante de tiempo determinado.
- **Aforos continuos:** se realizan durante un periodo de tiempo determinado.

#### **En función del punto de medición:**

- **Aforos en sección:** se realizan en un punto determinado de una vía.
- **Aforos en enlace:** se realizan en un punto determinado de un enlace entre dos vías.

#### **2.4.6.1 Aforos manuales**

Los aforos manuales son los más sencillos y económicos de realizar. Sin embargo, son también los menos precisos, ya que dependen de la habilidad del observador para contar los vehículos.

En los aforos manuales, el observador debe situarse en un punto determinado de la vía y contar el número de vehículos que pasan por ese punto en un periodo de tiempo determinado. El periodo de tiempo de conteo suele ser de 5, 10, 15, 20 o 30 minutos.

#### **2.4.6.2 Aforo Automático**

Los aforos automáticos son los más precisos y fiables de realizar. Sin embargo, son también los más caros de instalar y mantener.

En los aforos automáticos, se utilizan dispositivos electrónicos para detectar la presencia de vehículos. Los dispositivos más utilizados son los siguientes:

**Membranas de conteo:** son dispositivos que se colocan transversalmente a la vía y que se accionan cuando un vehículo pasa por encima de ellas.

**Bucles magnéticos:** son dispositivos que se colocan debajo de la calzada y que se accionan cuando un vehículo pasa sobre ellos.

**Cámaras de vídeo:** son dispositivos que captan imágenes de la vía y que utilizan un software para detectar la presencia de vehículos.

Aforos en zona urbana

#### **2.4.6.3 Aforos desde vehículo**

Es posible conseguir información simultánea sobre intensidades de tráfico y velocidades medias haciendo que un observador desde un vehículo, que circule dentro de la corriente de tráfico, aproximadamente a la velocidad media.

Este procedimiento es más exacto si dos vehículos circulan en sentido opuesto para hallar el valor medio, pero si se trata de tramos de longitud no muy grande, un solo vehículo puede hacer viajes de ida y vuelta.

#### **2.4.6.4 Aforos en zonas urbanas**

Los aforos en zona urbana presentan algunas características específicas, como las siguientes:

- Los ciclos anuales y diarios son más uniformes que en zonas rurales.
- Las interacciones entre vehículos son más frecuentes y complejas.
- La saturación es más frecuente.
- La distribución por sentidos es más equilibrada.

En consecuencia, los planes de aforos en zona urbana deben tener en cuenta estas características. (González, 2022).

#### **2.5 Medida de la velocidad y de otras características de los vehículos**

En gran número de estudios de tráfico es necesario conocer la velocidad o el tiempo de recorrido a lo largo de un tramo determinado de una vía o bien en un punto de ella. Al hacer evaluaciones del tipo económico, por ejemplo, el coste del transporte depende fundamentalmente de la velocidad. También en el proyecto de nuevas vías es importante el conocimiento previo de la velocidad a la que los vehículos podrán circular. En zonas urbanas la medición de los tiempos de recorrido puede indicar en que ocasiones son necesarias determinadas mejoras en una vía o itinerario, y una vez ejecutadas estas, los tiempos de recorrido pueden proporcionar una idea clara de su efectividad. Podrían añadirse otros muchos ejemplos de posibles acotaciones que, en algún modo depende de la velocidad de circulación.

Siempre que sea posible, será conveniente la medición de estos datos mejor que su estimación. En general los dos problemas que se presentan son la medida de la velocidad en un punto a lo largo de un tramo. En este segundo caso, es también interesante obtener el tiempo durante el cual el vehículo ha estado detenido, esta medida es particularmente útil en zonas urbanas.

La medida de la velocidad exige el conocimiento del tiempo empleado en recorrer el espacio comprendido entre dos puntos determinados. La precisión de la medida depende de:



- La precisión con que se mide el tiempo. En general, cuanto mayor sea la precisión exigida, más complicadas serán los métodos a emplear.
- La precisión con que se determina la posición exacta de los vehículos.
- Como la velocidad de los vehículos se obtienen frecuentemente midiendo el tiempo que han empleado en recorrer una distancia determinada, la precisión de las medidas dependerá también de la exactitud con que se mida esta distancia. (Manual de Capacidad Vial. México, 2013).

### 2.5.1 Métodos para determinar la velocidad

#### a) Métodos para determinar la velocidad instantánea

Medida del tiempo de recorrido en una distancia fija: Midiendo una distancia sobre la vía, se calcula con un cronómetro el tiempo que emplea el vehículo en recorrerla. La longitud de la línea base se determina por la visibilidad, características físicas de la vía y la velocidad general de los vehículos que se observan.

- **Medidores de velocidad:** Existen dos clases, los que usan un motor de velocidad constante y un embrague eléctrico y los electrónicos que emplean un circuito de descarga calibrada. Ambos se activan cuando las ruedas delanteras del vehículo pisan el primer tubo para detenerse cuando cruzan el segundo detector, midiendo la velocidad con la que transcurre el vehículo, siendo necesario ponerlos en cero después de cada observación.
- **Radar:** Se basa en el principio fundamental de una onda de radio reflejada por un objeto en movimiento que experimenta una variación en su frecuencia en función velocidad del objeto. Estos instrumentos son portátiles y cuando se apunta con ellos a un vehículo indican inmediatamente su velocidad en un cuadrante, con una precisión de unos 3 km/h. No tienen elementos que haya que colocar sobre la calzada y trabajan a una distancia de hasta 45 m; pero funcionan mejor a unos 10m de la trayectoria de los vehículos y a un ángulo de 15° de ella.
- **Otros métodos:** Existen otros métodos para determinar la velocidad instantánea en un punto, que ofrecen mayor exactitud y número de datos, para realizar investigaciones técnicas, pero el equipo es muy costoso y la obtención de datos

toma mucho tiempo. Entre ellos tenemos el procedimiento fotográfico y células fotoeléctricas con instrumentos registradores gráficos.

#### **b) Métodos para determinar la velocidad media**

Estos métodos se emplean generalmente para medir las condiciones de fluidez de una ruta, en las horas de mayor tránsito (horas punta), determinando además el tiempo en que el vehículo no está en movimiento por causas ajenas a la voluntad del conductor (Semáforos, paso de peatones, por esperar a otros vehículos detenidos, paso preferencial, etc.), denominado demora o retardo.

**c) Método de observaciones a cierta altura.** Desde un edificio o en algún punto alto se miden los tiempos de recorrido de los vehículos en la corriente de tránsito sobre un trayecto cuya longitud se ha medido previamente. Con un cronómetro se toma el tiempo que tarda cada vehículo en recorrer la longitud total.

**Flotando en el tránsito.** En este método el observador forma parte de la corriente de tránsito; ingresando con su vehículo en la ruta que previamente ha fijado con un punto inicial y uno final, procurando siempre mantener los movimientos normales personalmente va midiendo su tiempo de recorrido.

- **Mediciones dentro de la corriente.** En este método el observador también forma parte de la corriente de tránsito, pero no se mide así mismo, sino que hace el recorrido varias veces y cada vez escoge el vehículo o los vehículos más cercanos a él y va observando sus tiempos.

#### **d) Método de la observación de placas de circulación**

Se emplea en tramos de la vía de longitud entre 2 a 3 kilómetros, colocando dos personas en cada extremo del mismo, un observador provisto de cronómetro y un anotador. Se sincronizan ambos cronómetros y a partir de cierto tiempo convenido los observadores dictan a los anotadores las 3 o 4 últimas cifras de las matrículas de los vehículos que pasan frente a ellos y las lecturas de los cronómetros en esos momentos, para el presente estudio se utilizó este método con la siguiente hoja de campo:

- **Análisis de los datos**

El resultado de los estudios de velocidad podría representarse por una sola cifra que indique el valor más representativo de las velocidades de todos los vehículos, como es usual, pero un valor único no indica adecuadamente las diversas magnitudes que pueden revelar un estudio sobre velocidades. (González, 2013).

## **2.6 Elementos del transporte urbano, características y análisis de la demanda**

### **2.6.1 Evolución de zonas urbanas**

La tendencia a que población vaya concentrando en las grandes ciudades es común a todos los países, acusándose quizás con mayor intensidad en los menos desarrollados un sistema vial completamente funcional provee para una serie de movimientos de distintas características dentro de un viaje. Hay seis etapas dentro de la mayoría de los viajes: movimiento principal, transición, distribución, colección, acceso y final.

Los cuatro sistemas funcionales de vialidades para áreas urbanas son las arterias principales y las arterias menores (vialidad primaria), los colectores (vialidad secundaria) y las calles locales. (Manual de capacidad vial, 2013).

#### **a) Sistema de arterias urbanas principales**

Este tipo de sistema sirve a los mayores centros de actividad en áreas urbanas, los corredores con los más altos volúmenes vehiculares, los deseos de viaje más largos y lleva una proporción alta de la totalidad de los viajes urbanos a pesar de que constituyen un pequeño porcentaje de la red vial total de la ciudad.

Este tipo de sistemas incluyen autopistas y arterias principales con control de acceso parcial o sin control de acceso.

#### **b) Sistema de arterias urbanas menores**

Este sistema se interconecta y complementa al sistema anterior. Incluye a todas las arterias no clasificadas como principales. Este sistema pone más énfasis en acceso y ofrece menos movilidad de tránsito que el sistema inmediatamente superior. Este sistema puede servir a rutas de autobuses locales y proveer continuidad entre comunidades, pero idealmente, no debería penetrar vecindarios.

### **c) Sistema de colectores urbano**

Este sistema provee acceso y circulación de tránsito dentro de vecindarios residenciales, áreas comerciales e industriales. Este sistema colecta tránsito de calles locales y los canaliza hacia el sistema de vialidades primarias.

### **d) Sistema de calles locales**

Este sistema permite acceso directo a generadores de viajes, conectándolos con los Sistemas de vialidades superiores. Ofrece el nivel más bajo de movilidad y por lo general, no debiera llevar rutas de autobuses (por deficiencias en los sistemas viales de nuestras ciudades, esto muchas veces no se cumple).

## **2.6.2 Factores esenciales que condicionan la demanda de transporte**

Existen tres aspectos del desarrollo urbano que condicionan fuertemente la demanda de transporte, en cuanto a su importancia global y en cuanto a su distribución por medios: La densidad, el desarrollo y dimensiones de la ciudad, y la situación y características del centro, son tres aspectos del desarrollo urbano que condicionan fuertemente la demanda de transporte.

### **2.6.2.1 La densidad de población y su distribución**

La densidad es un factor que afecta a la demanda de transporte de forma directa. A mayor densidad, menor necesidad de transporte, ya que las distancias a recorrer son menores.

La densidad se puede medir de diferentes maneras, como la densidad de población, la densidad de viviendas o la densidad de empleos. La densidad de población es la relación entre el número de habitantes de una zona y la superficie de esa zona. La densidad de viviendas es la relación entre el número de viviendas de una zona y la superficie de esa zona. La densidad de empleos es la relación entre el número de empleos de una zona y la superficie de esa zona.

La densidad afecta a la demanda de transporte de varias maneras. En primer lugar, a mayor densidad, menor necesidad de transporte para realizar las mismas actividades. Por ejemplo, en una ciudad con una densidad alta, es más fácil ir a pie o en bicicleta al trabajo

o a la escuela. En segundo lugar, a mayor densidad, mayor probabilidad de que los desplazamientos sean multimodales, es decir, que se combinen diferentes modos de transporte. Por ejemplo, una persona que vive en una ciudad con una densidad alta puede ir al trabajo en transporte público y luego caminar hasta su oficina.

**Figura 15 Pasajeros en horas picos**



Fuente: Elaboración propia

### **2.6.2.2 El desarrollo y dimensiones de la ciudad**

El desarrollo y dimensiones de la ciudad se refieren a la extensión de la ciudad y a la oferta de servicios y oportunidades que ofrece.

A mayor desarrollo de la ciudad, mayor es la oferta de servicios y oportunidades, lo que genera una mayor demanda de transporte. Por ejemplo, una ciudad con un gran centro comercial o un aeropuerto genera una mayor demanda de transporte.

El desarrollo y dimensiones de la ciudad también afectan a la distribución de la demanda de transporte. Por ejemplo, una ciudad con una estructura compacta tendrá una demanda de transporte más concentrada que una ciudad con una estructura dispersa.

### **2.6.2.3 La situación y características del centro**

La situación y características del centro se refieren a la ubicación del centro urbano y a las características de las infraestructuras de transporte que lo conectan con el resto de la ciudad.

Un centro urbano bien conectado y con una buena oferta de servicios y oportunidades, genera una mayor demanda de transporte. Por ejemplo, un centro urbano bien conectado con el transporte público genera una mayor demanda de transporte público.

La situación y características del centro también afectan a la distribución de la demanda de transporte. Por ejemplo, un centro urbano bien conectado con el resto de la ciudad tendrá una demanda de transporte más dispersa que un centro urbano mal conectado. (Manual de capacidad vial, 2013).

## **2.7 Eficiencia del transporte público**

La eficiencia del transporte público se refiere a la capacidad de transportar personas y bienes de manera segura, rápida y económica. Un sistema de transporte público eficiente es aquel que permite a los usuarios llegar a su destino de manera oportuna y sin demoras, con un costo asequible y sin poner en riesgo su seguridad.

La eficiencia del transporte público es importante por varias razones. En primer lugar, contribuye a mejorar la movilidad urbana. Un sistema de transporte público eficiente puede ayudar a reducir la congestión vehicular, mejorar la calidad del aire y facilitar el acceso a las oportunidades económicas y sociales.

En segundo lugar, la eficiencia del transporte público puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El transporte es uno de los principales emisores de gases de efecto invernadero, por lo que un sistema de transporte público eficiente puede contribuir a mitigar el cambio climático.

En tercer lugar, la eficiencia del transporte público puede ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas. Un sistema de transporte público eficiente puede hacer que sea más fácil para las personas desplazarse por la ciudad, lo que les da más tiempo para pasar con sus familias y amigos.

Hay una serie de factores que pueden afectar la eficiencia del transporte público. Estos factores incluyen:

**La calidad de la infraestructura:** Un sistema de transporte público eficiente requiere una infraestructura de calidad, como carreteras, calles, puentes y estaciones.

**La frecuencia del servicio:** Un sistema de transporte público eficiente debe ofrecer un servicio frecuente y confiable.

**El costo:** Un sistema de transporte público eficiente debe ser asequible para los usuarios.

Para mejorar la eficiencia del transporte público, es importante abordar estos factores. Esto puede hacerse mediante inversiones en infraestructura, mejoras en el servicio y la implementación de políticas que incentiven el uso del transporte público.

A continuación, se presentan algunas medidas específicas que se pueden tomar para mejorar la eficiencia del transporte público:

**Inversiones en infraestructura:** Los gobiernos pueden invertir en infraestructura para mejorar la capacidad y eficiencia de los sistemas de transporte público. Esto incluye la construcción de nuevas carreteras, calles y estaciones, así como la mejora de las existentes.

**Mejoras en el servicio:** Los operadores de transporte público pueden mejorar la eficiencia de sus servicios mediante la implementación de medidas como la frecuencia de los viajes, la puntualidad y la comodidad.

**Políticas que incentiven el uso del transporte público:** Los gobiernos pueden implementar políticas que incentiven el uso del transporte público, como la reducción de tarifas y la creación de corredores exclusivos para el transporte público.

La eficiencia del transporte público es un objetivo importante para las ciudades de todo el mundo. Al tomar medidas para mejorar la eficiencia del transporte público, los gobiernos pueden contribuir a mejorar la movilidad urbana, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad de vida de las personas. (OCDE, 2023).

### **2.7.1 Factores que afectan la eficiencia en el transporte público**

Los factores que más afectan la eficiencia del transporte público en Bolivia son los siguientes:

- a) Sobreoferta de servicios

- b) Vehículos obsoletos en términos de edad y diseño;
- c) Esquema empresarial inapropiado (la mayoría de las empresas del transporte colectivo no son propietarias de los vehículos y generaban la mayor parte de sus recursos por el sistema de afiliación de los mismos.
- d) Sistema de rutas y servicios no jerarquizado, donde buses y microbuses competían entre sí, afectando la rentabilidad de las rutas.
- e) Esquema (formula) de determinación de tarifa donde factores de eficiencia y calidad del servicio no eran reflejados adecuadamente en el mejoramiento del sistema.
- f) Sistema de recaudo y de remuneración con incentivos inapropiados (esquema que propiciaba la denominada “guerra del centavo”, contribuyendo al deterioro de la seguridad vial y a la reducción del nivel de servicio de las vías)
- g) Esquema de rutas y servicios con cobertura deficiente en zonas periféricas de la ciudad de bajos ingresos.
- h) Esquema de paraderos que no reunían condiciones técnicas para la espera y el abordaje de pasajeros a los vehículos
- i) Malla vial deteriorada en varios sectores, lo cual contribuía a la reducción de la velocidad y a mayores costos de operación de los vehículos.

En general, estos factores contribuyen a una menor calidad de vida de la ciudad, reflejada en mayores índices de congestión, accidentalidad y contaminación, así como en el deterioro y desvalorización de algunos corredores de la ciudad.” Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2019)

### **2.7.2 Método para medir la eficiencia del transporte**

La evaluación de un conjunto de criterios presenta dificultades. ¿Qué importancia se debe asignar a un factor, comparado con otro? ¿Cómo se puede comparar un criterio tangible con otro que no lo es? La asignación de valores a los diversos criterios ayuda a superar el problema que consiste en que un grupo de personas aplicando un buen juicio asignan números a los diversos factores.

Para dar la clasificación más alta al criterio más importante, se asignan categorías convertidas con base  $n-1$ ,  $n-2$ , etc. En donde  $n$  es el número total de factores que se



clasifican. Para reducir los efectos de la tendencia subjetiva, varias personas o grupos deben reducir los efectos de la tendencia subjetiva, varias personas o grupos deben formular clasificaciones a partir de las cuales se pueda elaborar una clasificación compuesta. La categoría del criterio J es simplemente la suma de las categorías asignadas a J por el juez (i) cuando hay (m) jueces clasificando n Criterios; es decir la categoría compuesta ( $R_j$ ) viene a ser:

$$R_j = \sum_{i=1}^{i=m} R_{ji}$$

Para  $j= 1,2,\dots,n$

Y la categoría compuesta normalizada, importancia o valor utilitario ( $u_j$ ) se obtiene dividiendo la categoría compuesta del criterio (j) por la suma de un número (n) de esas clasificaciones.

$$u_j = \frac{R_j}{\sum_{i=1}^{i=m} R_{ji}}$$

Una vez establecidos los criterios se aplican a las alternativas individuales para determinar el valor de eficiencia de cada una. Cada criterio lo considera independientemente cada juez, quien le asigna su propio valor de eficiencia. 1,0 cuando una alternativa en particular puede satisfacer todos los aspectos del criterio, 0,5 cuando no hay una ventaja o desventaja evidente. 0 indica que el criterio no se satisface.

Para cualquiera de un número (k) de alternativas, el valor de eficiencia multiplicada por el valor utilitario de un criterio en particular da el valor utilitario alternativo de ese criterio, ( $u_j$ ) de n criterios:

$$U_t = \sum_{j=1}^{j=n} e_{ij} * u_j(prom)$$

Donde:

$U_t$ = Eficiencia total de una alternativa

Los procedimientos anteriores se basan en un método dado en la referencia anterior de un estudio realizado por Vodrazka, Schimpeler y Carradino.

Fuente: Según Box y Joseph (1995), los factores que más afectan la eficiencia del transporte público en Bolivia son los siguientes:

### **2.7.3 Requerimientos del tamaño de la muestra para la eficiencia**

El tiempo de la toma de datos es algo muy importante por esta razón para evaluar la eficiencia se realizó mediante el MANUAL DE ESTUDIOS DE INGENIERIA DE TRANSITO el cual tiene una especificación especial para el tamaño de muestra para realizar el tamaño de la muestra.

El tamaño de la muestra para estudios de velocidades de viaje y demoras depende de las necesidades específicas para las cuales la información haya sido recopilada.

A continuación, se sugieren ciertos rangos para errores permitidos en el estimado de la velocidad media de viaje para diferentes estudios.

1. Planeación de transporte y necesidades para los estudios en carreteras - +/- 5,0 a +/- 8,0 kph
2. Operaciones del tránsito, análisis de tendencias y evaluaciones económicas - +/- +/- 3,5 a +/- 6,5 kph
3. Estudios de antes y después - +/- 2,0 a +/- 5,0 kph

Después que el primer grupo de velocidades de viaje ha sido observado, se obtiene un conjunto de diferencias absolutas entre el primer y el segundo valor, el segundo y el tercer valor, etc. Estas diferencias se suman y el total se divide entre el número de diferencias, de esta manera se calcula la media del rango en velocidades de viaje para los datos iniciales. Este procedimiento es representado por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{\sum S}{N - 1}$$

Donde:

R = Rango medio en velocidades de viaje (kph)

S = Sumatoria de los valores de las diferencias en velocidad

El rango medio en velocidades de recorrido se calcula usando la ecuación anterior después que el primer conjunto de velocidades ha sido aforado utilizando la técnica del vehículo

flotante. El tamaño mínimo aproximado de la muestra se obtiene usando la tabla 7 para el valor medio del rango de velocidades y el error permitido deseado. Si el tamaño de la muestra requerido es mayor que el número inicial de recorridos, entonces se deben hacer recorridos adicionales bajo condiciones similares a las iniciales.

Requerimientos aproximados del tamaño mínimo del muestreo para tiempos de viaje y estudios de demora con un nivel de confianza del 95%. (Box y Ander,1995).

**Tabla 7 Requisitos para el tamaño mínimo aproximado de la muestra**

Rango medio velocidades viaje (kph )	Número mínimo del muestreo para error permitido específico				
	+/-2,0kph	+/-3,5kph	+/-5,0kph	+/-6,5kph	+/-8,0kph
5,0	4	3	2	2	2
10,0	8	4	3	3	2
15,0	14	7	5	3	3
20,0	21	9	6	5	4
25,0	28	13	8	6	5
30,0	3	16	10	7	6

Fuente: Manual de estudios de ingeniería de tránsito

## **2.7.4 Estudios técnicos para la eficiencia del transporte público**

### **2.7.4.1 Ascenso y descenso**

El estudio del uso de transporte público se realiza para obtener información real sobre las características y número de pasajeros que suben y bajan en horas y lugares determinados, a lo largo de una ruta en estudio. Un muestreo de los recorridos del transporte público de pasajeros para diferentes rutas, es empleado, además, para definir otras características del uso de transporte público por la comunidad. Aun cuando este estudio de tránsito está orientado al servicio de transporte superficial de pasajeros como autobuses sobre calzadas

existentes, es factible aplicarlo a otros modos de transporte público incluso taxis y ferrocarriles.

La información del uso del transporte público, es necesaria en la evaluación de la operación del servicio de transporte público de pasajeros. La programación de salidas, así como la ubicación de las paradas, se basan fundamentalmente en la demanda de los pasajeros.

Otras decisiones en la operación del transporte público que involucran el ascenso y descenso de pasajeros, consiste en la evolución de factibilidad de crear o cambiar rutas, incrementar o reducir los recorridos y seleccionar la ubicación de los cierres de circuito. (INEGI, 2005)

**Figura 16 Ascenso y descenso de pasajeros**



Fuente: Elaboración propia

#### **2.7.4.2 Estudio de rutas**

Todas las rutas del transporte público son útiles para hacer una evaluación de acuerdo con los usuarios. Cada ruta debe ser estudiada periódicamente con el fin de obtener patrones diarios, semanales, mensuales y anuales para la evolución operacional y el análisis de las tendencias.

La evaluación de las rutas del transporte público es una herramienta importante para mejorar la calidad del servicio y satisfacer las necesidades de los usuarios.

**Figura 17 Ruta de la línea 103 banderita amarilla**



Fuente: Elaboración propia

#### **2.7.4.3 Tiempo de estudio**

Los estudios se realizan en una ruta de transporte, para determinar los patrones de ocurrencia de los automóviles, así como las características de ascenso y descenso de pasajeros, para recorridos durante las horas dentro y fuera de la máxima demanda. Estas condiciones se identifican comúnmente con los periodos siguientes; aun cuando estas horas pueden variar para ajustarse a situaciones particulares que ocurran en una determinada comunidad, como los cambios de turno den los centros de trabajo.

**Tabla 8 Horas de estudio para aforos**

<b>Horas de estudio</b>		
1	000 a 0500	Madrugada
2	0500 a 0700	Temprano
3	0700 a 0900	Máxima demanda
4	0900 a 1600	Base
5	1600 a 1800	Máxima demanda
6	1800 a 2400	Nocturno

Fuente: Manual de estudio de ingeniería de tránsito

#### 2.7.4.4 Tiempo de recorrido

A menudo, la eficiencia de sistemas de tránsito se evalúa en términos de velocidad de los vehículos. Existen dos tipos de velocidades medias, para medir la tasa de movimiento del tránsito. La velocidad media en una vía es la velocidad media de viaje, que se calcula como la distancia de viaje dividida por el tiempo promedio de viaje de varios viajes sobre la vía en estudio.

Los propósitos de los estudios de tiempos de viaje y estudios de demora son para evaluar la calidad del movimiento de tránsito a lo largo de una ruta y para determinar la ubicación, tipo y alcance de las demoras de tránsito. La eficiencia del flujo de tránsito se mide en función de las velocidades de viaje y recorrido.

Las informaciones de demora son tomadas cuando el flujo de tránsito se encuentra parado o con retardo excesivo. La duración de la demora de tránsito es medida en unidades de tiempo, anotando la ubicación correspondiente, la causa y la frecuencia de demoras en el viaje.

- **Demoras**

Se refieren al lapso en el cual el conductor de un vehículo experimenta limitaciones en su deseo de transitar a la velocidad deseada. Estas limitaciones pueden deberse a la presencia de un vehículo más lento adelante, señales de semáforo en rojo, paradas de autobús para el ascenso y descenso de pasajeros, congestiones, accidentes, entre otros eventos

**Demora total de retraso:** Corresponde a la disparidad entre el tiempo total empleado en el recorrido y el tiempo ideal para el mismo tramo de la vía. También se representa como la suma de los retrasos ocasionados por diversas causas.

**Demora por detención:** Surge como la acumulación de los periodos en los cuales el vehículo permanece detenido, excluyendo el tiempo de aceleración y deceleración.

**Demora total por seguimiento:** Involucra la suma de los lapsos en los cuales el vehículo se ve obligado a formar una cola o integrar un grupo de vehículos mientras se desplaza por la vía. Esta medida se aplica principalmente en carreteras rurales con circulación continua.

- **Aplicaciones**

Los resultados de los tiempos de viaje y los datos de demora resultan valiosos en la evaluación general de los flujos de tráfico en una zona específica o a lo largo de una ruta designada. Estos datos asisten al ingeniero de tránsito en la identificación de áreas problemáticas, donde mejoras en el diseño y en las operaciones son imperativas para potenciar tanto la movilidad como la seguridad. A continuación, se enumeran diversas aplicaciones para la información recopilada sobre tiempos de viaje y demoras:

1. Determinación de la eficiencia de una ruta para mover tránsito.
2. Identificación de localidades congestionadas en los sistemas viales
3. Definición de la congestión acorde a la localidad, tipo de demora, la duración y la frecuencia de la fricción de tránsito.
4. Establecimiento de las tendencias de las velocidades de viaje mediante el muestreo de rutas principales.

- **Horas de estudio y recorrido**

Dependiendo de los objetivos del estudio pueden hacerse durante los periodos de mayor demanda de viajes o en los periodos valle de un día típico lo cual implica que debería hacerse un estudio de volúmenes para conocer estos periodos.

Deben hacerse tantos recorridos como las necesidades de confianza estadística lo exijan resultando en duraciones del estudio prolongadas o la utilización de varios vehículos.

El análisis de los patrones de variación de los tiempos de recorrido con flujo máximo y fuera de los máximos indica que se requiere 12 a 13 recorridos en cada dirección para asegurar una precisión de  $\pm 10\%$ . (Box y Oppenlander, 1964).

#### **2.7.4.5 Método del vehículo de prueba**

Este método ofrece gran flexibilidad para evaluar la calidad del flujo del tránsito. En este método, un vehículo se maneja a lo largo de una ruta en estudio de acuerdo con una de las siguientes condiciones de operación:

1. Técnica del vehículo flotante: El vehículo de prueba "flota" en el flujo tránsito, pasando tantos vehículos como los que lo pasan.

2. Técnica del vehículo medio: En esta técnica el vehículo viaja de acuerdo a la apreciación que tenga el conductor de la velocidad predominante en el flujo de tránsito.

3. Técnica del vehículo máximo: En esta técnica el vehículo viaja al límite de la velocidad para la vía en particular, a menos que el tránsito no lo permita.

Antes de comenzar los recorridos, se deben identificar los puntos iniciales y finales de manera que el vehículo de prueba sea manejado por estos lugares de acuerdo con las condiciones operacionales seleccionadas. Intersecciones importantes y otros puntos de control son seleccionados a lo largo de la ruta en estudio como puntos de referencia.

### **Formatos de campo**

Antes de iniciar los recorridos, se debe planificar comenzando con la descripción de la sucesión de calles eligiendo los puntos adecuados (generalmente en las intersecciones se usa como referencia del paso del vehículo observado la línea imaginaria de prolongación del bordillo o el centro de la intersección) o sitios característicos donde se vaya a tomar los tiempos de recorrido. El observador debe registrar la duración, lugar y causa de cada detención y demora utilizando el cronómetro.

Alternativamente puede usarse una grabadora lo que implica que los datos deberán transcribirse posteriormente.

La distancia recorrida proviene generalmente de mediciones hechas en un plano a escala de las vías a transitar o de las lecturas del odómetro del vehículo.

El resultado del estudio debe indicar el comportamiento de la velocidad promedio a lo largo de la distancia recorrida, las desviaciones estándar para todo el tramo o porciones de él y la clasificación de las demoras registradas.

Sirven para medir el grado de eficiencia relativo de un sistema de calles de una ciudad; para mostrar las velocidades promedio de un sistema de calles para asignación del tránsito o medir el efecto del control del tránsito en los estudios “antes” y “después”.

El dibujo adecuado de los datos de campo convertidos generar perfiles de velocidad a lo largo de la ruta.



#### 2.7.4.7 Análisis de datos y sumario de estadística

En el análisis de tiempos de viaje, las medidas de tiempo son convertidas en velocidades medias de viaje. Se pueden desarrollar diversos tipos de sumarios de estadísticas de acuerdo a las terminologías de tiempos de viajes y demoras presentadas al inicio de este capítulo. Los sumarios usados dependen del tipo de estudio y su finalidad. Como se mencionó anteriormente, el método del vehículo prueba ofrece alta flexibilidad en la determinación de las velocidades de viaje y demoras. Se pueden desarrollar sumarios de estadísticas para varias secciones de vías entre puntos de control seleccionados y para toda la ruta en estudio. Las velocidades de viaje y de recorrido se calculan a partir de los tiempos totales de viaje y de recorrido, aplicando las ecuaciones que se presentan a continuación. (Box y Oppenlander, 1995)

Las velocidades de viaje se calculan a partir del tiempo de recorrido mediante la fórmula siguiente:

$$S = \frac{60D}{T}$$

Donde:

S = Velocidad de viaje (kph)

D = Longitud de la ruta en estudio o sección (kilómetros)

T = Tiempo de viaje (min)

La velocidad media de viaje se puede calcular usando la ecuación siguiente:

$$S = \frac{60ND}{\sum T}$$

Donde:

S = Velocidad de viaje (kph)

D = Longitud de la ruta en estudio o sección (kilómetros)

T = Tiempo de recorrido (min)

N = Número de viajes de prueba

**CAPÍTULO III**  
**RELEVANTAMIENTO DE LA**  
**INFORMACIÓN**

### CAPÍTULO III RELEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

#### 3.1 Ubicación del estudio

Para determinar la zona de estudio de este proyecto se realizó un análisis de las 4 asociaciones de transporte público taxi-trufi que prestan sus servicios en la ciudad de Tarija, las cuales son las siguientes:

- Cooperativa de taxi-trufi VECINAL
- Asociación de taxi-trufi 26 DE MARZO
- Asociación de taxi-trufi FULL SIN FRONTERA
- Asociación de taxi-trufi EL CHAPACO

La asociación taxi-trufi “El Chapaco” fue la seleccionada debido a que es la institución pionera en prestar sus servicios a la población como sistema de transporte público taxi-trufi en la ciudad de Tarija, se la seleccionó también porque es la más consolidada y cuenta con las rutas ya definidas ya que tiene las resoluciones administrativas municipales aprobadas y los recorridos también han sido seleccionados y analizados para una mejor movilidad de la población, lo cual esta hipótesis será verificada mediante el análisis de ascenso y descenso de pasajeros en los puntos de máxima demanda, tiempos de recorrido y demoras y velocidad promedio de recorrido.

El área de estudio se definirá en función de las rutas operadas por la asociación de taxis-trufis "El Chapaco", las cuales atraviesan los siguientes distritos y barrios

**Tabla 9      Distritos y Barrios que cubre los taxi-trufis “El Chapaco”**

<b>Distritos</b>	<b>Barrios</b>	<b>Distritos</b>	<b>Barrios</b>
1	El Molino	8	Lourdes
3	Las Panosas		24 de Junio
4	La Pampa		Trigal
5	Fatima		24 de Junio Monte Sud Este
6	Juan Pablo II		Monte Sud
	Panamericano		La Huerta
	Guadalquivir		Valle Hermoso
	Carlos Wagner		Japón
	La Loma		Buena Vista
7	Defensores del Chaco		Laureles
	Los Chapacos	9	1 de Mayo

	Oscar Zamora		2 de Mayo
	3 de Mayo		El Constructor
	4 de Julio		San Bernardo
	12 de Octubre		Narciso Campero
	Las Pascuas		Andaluz
	101 Familias		San Santiago
	20 de Enero	10	Aeropuerto
	Fray Quebracho		Simón Bolívar
	Unidad y Fortaleza		Morros Blancos
	3 de Octubre	11	El Tejar
	26 de Agosto		La Terminal
	26 de Agosto		Lindo San Jerónimo
	Chapacos II		San Jerónimo Centro
	Integración Iscayachi		San Jerónimo Sud
	Monte Sud Nueva Esperanza		San Luis

Fuente: Elaboración propia

Las líneas de la asociación taxi-trufi "El Chapaco" cubren las siguientes distancias.

**Tabla 10 Distancias de recorrido de las líneas taxi trufis “El Chapaco”**

Línea	Distancia de ida (km)	Distancia de retorno (km)	Total (km)
101	11,90	11,80	23,70
102	11,30	10,10	21,40
102 BI	15,80	14,80	30,60
102 B2	15,60	14,60	30,20
102 A	17,70	16,70	34,40
103	12,87	12,97	25,84
104	11,40	10,70	22,10
106	11,20	11,00	22,20
107	7,91	7,80	15,71
108 C	7,16	8,82	15,98
108 U	8,18	6,53	14,71
109 M	7,39	7,14	14,53
109 H	10,3	10,2	20,50

Fuente: Elaboración propia

También este sistema de transporte público taxi-trufi ofrece frecuencias de salida más cortas, con intervalos entre 3 y 6 minutos, dependiendo de la línea y del horario pico. Esta característica lo convierte en una opción ágil y eficiente para los usuarios, especialmente en comparación con otros medios de transporte como micros o taxis, que suelen tener frecuencias más espaciadas.

Asimismo tiene su amplia cobertura dentro de la ciudad, la asociación taxi-trufi "El Chapaco" también extiende sus servicios a zonas periurbanas alejadas y dispersas, donde la presencia de otros medios de transporte público como micros o taxis es limitada por ello se implementó los taxi-trufis para prestar servicio a la población. Esto se debe a que estas zonas periurbanas, ubicadas a las afueras del centro urbano, presentan caminos no pavimentados y una baja transitabilidad, lo que las convierte en inaccesibles para la mayoría de los vehículos de transporte público tradicional.

### **3.2 Administración de la asociación de transporte público “El Chapaco”**

La Asociación de Transporte Público "El Chapaco" se encuentra bajo la dirección de una directiva conformada por el:









- Presidente
- Vicepresidente
- Secretario de haciendas
- Secretario de conflictos
- Secretario de actas
- Secretario de deportes
- Secretario de planificación

Asimismo, tiene un comité disciplinario que es electo por los socios, cuya función es apoyar a la directiva en el mantenimiento del orden y la disciplina dentro de la institución.

La asociación se estructura en 9 grupos, cada uno liderado por 2 jefes de grupo responsables de hacer cumplir las normas y reglamentos de la institución. Con el objetivo de mantener el orden y la disciplina, la directiva ha establecido un reglamento que todos los socios deben cumplir. El incumplimiento de alguna de las normas establecidas puede resultar en la suspensión del trabajo en cualquier línea.

Estos grupos operan un total de 13 líneas que rotan diariamente entre los grupos bajo la bandera correspondiente. Las líneas de servicio son las siguientes:

**Tabla 11** Líneas, logos y banderas

N°	LINEA	LOGO	BANDERA	TORNOS
1	101		ROJO	
2	102		VERDE N.	MAÑANA TARDE
3	102		VERDE BI	MAÑANA
4	102		VERDE B2	MAÑANA
4	102		VERDE A	
	103		AMARILLA	
5	104		CELESTE	
6	106		CELESTR	MAÑANA
			BLANCO	TARDE
7	107		NARANJA	
			BLANCO	
8	108	CAMPESIN	ROSADA	MAÑANA TARDE
	108	IVERSID	ROSADA	MAÑANA TARDE
10	109			MAÑAN
				TARDE
	109		AZULY ROJO	MAÑNA
			H	TARDE

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12** Lista de la cantidad de socios de la asociación "El Chapaco"

Grupo	Nº de Socios
1	34
2	36
3	33
4	33
5	35
6	34
7	43
8	52
9	49
Total	349

Fuente: Elaboración propia

Las líneas 101, 102 B2, 103, 104 y 107 presentan mayor más densidad poblacional, mientras que las líneas 102, 102 BI, 102 B2, 102 A, 106, 108 y 109 experimentan menor

demanda de pasajeros. Para optimizar la cobertura y evitar dejar rutas sin servicio, los grupos se dividen en pares e impares para cumplir turnos tanto como en la mañana y tarde.

Las líneas 108 y 109, debido a su baja demanda, se subdividen en dos grupos por ruta: 108 Universidad y 108 al Campesino, y 109 H (Barrio Universo - Rotonda de San Gerónimo) y 109 M (Barrio Universo - El Campesino). Los grupos asignados a estas líneas deben cumplir turnos completos durante el día, sin posibilidad de permisos, debido a la escasa afluencia de pasajeros.

### 3.3 Estudios de las líneas de la asociación taxi trufis “El Chapaco”

Las paradas de los taxi-trufis se encuentran en lugares estratégicos., al igual que la de otros taxis o servicios de transporte público, suelen ser ubicadas y reguladas por las autoridades locales, como los gobiernos municipales. Estas paradas son generalmente lugares designados en áreas urbanas donde los trufis pueden recoger y dejar a los pasajeros de manera organizada.

**Tabla 13 Los recuentos de paradas de taxi-trufi son los siguiente**

Color de banderas	Paradas de partida	Cantidad
Roja	Nueva Terminal	1
Verde Normal	Barrio San Miguel	1
Verde BI	Barrio Integración Iscayachi	1
Verde B2	Barrio Chura Primavera	1
Verde A	Barrio Buena Vista	1
Amarilla	26 de agosto	1
Celeste	Barrio San Gerónimo Sud	1
Celeste y Blanco	Barrio San Gerónimo Alto	1
Naranja y Blanco	Barrio San Gerónimo Alto	1
Rosada Campesino	Barrio Narciso Campero	1
Rosada Universidad	Barrio Narciso Campero	1
Azul y Rojo M	Barrio Universo	1
Azul y Rojo H	Barrio Universo	1

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LÍNEA “101” BANDERA ROJA

La línea 101 es la primera línea en circulación de esta asociación para prestar su servicio a la población, esta línea presta sus servicios desde la nueva terminal hasta el campesino, tiene su recorrido a la comodidad del usuario ya que circula por lugares muy concurridas por la población y por el hospital San Juan de Diso, también es una de las líneas más utilizadas y concurridas.

### RECORRIDO

**Tabla 14 Planilla de recorrido línea 101**

Nº	Ida	Retorno
1	Av. Principal Ingreso Nueva Terminal	Av. Froilan Tejerina
2	Ruta Panamericana	Rotonda La Torre
3	Rotonda s/n Barrio Simón Bolívar	Av. Circunvalación
4	Ruta Panamericana	Rotonda Mejillones
5	Av. Simón Rodríguez Carreño (M. Abasto del Sur)	Av. Circunvalación
6	Av. Héroes del Chaco	Rotonda Colon
7	Rotonda Oscar Alfaro	Av. Circunvalación
8	Av. Jaime Paz Zamora	Calle Santa Cruz
9	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)	Av. Potosí
10	Av. Jaime Paz Zamora	Calle Oconnor
11	Rotonda Adela Zamudio	Carril Doble via Av. Victor Paz Estensoro
12	Av. Jaime Paz Zamora	Rotonda Chorolque
13	Rotonda Moto Méndez (Campus Universitario)	Carril derecho Av. Jaime Paz Zamora
14	Av. Jaime Paz Zamora	Rotonda Moto Méndez (Campus Universitario)
15	Rotonda Chorolque	Av. Jaime Paz Zamora
16	Av. Padilla	Rotonda Adela Zamudio
17	Calle Abaroa	Av. Jaime Paz Zamora
18	Calle Ejercito	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)
19	Calle Bolívar	Av. Jaime Paz Zamora
20	Calle Junín	Rotonda Oscar Alfaro
21	Calle Alejandro Torrejón	Giro a la derecha para entrar al Barrio Simón Bolívar
22	Calle Santa Cruz	Av. Héroes del Chaco

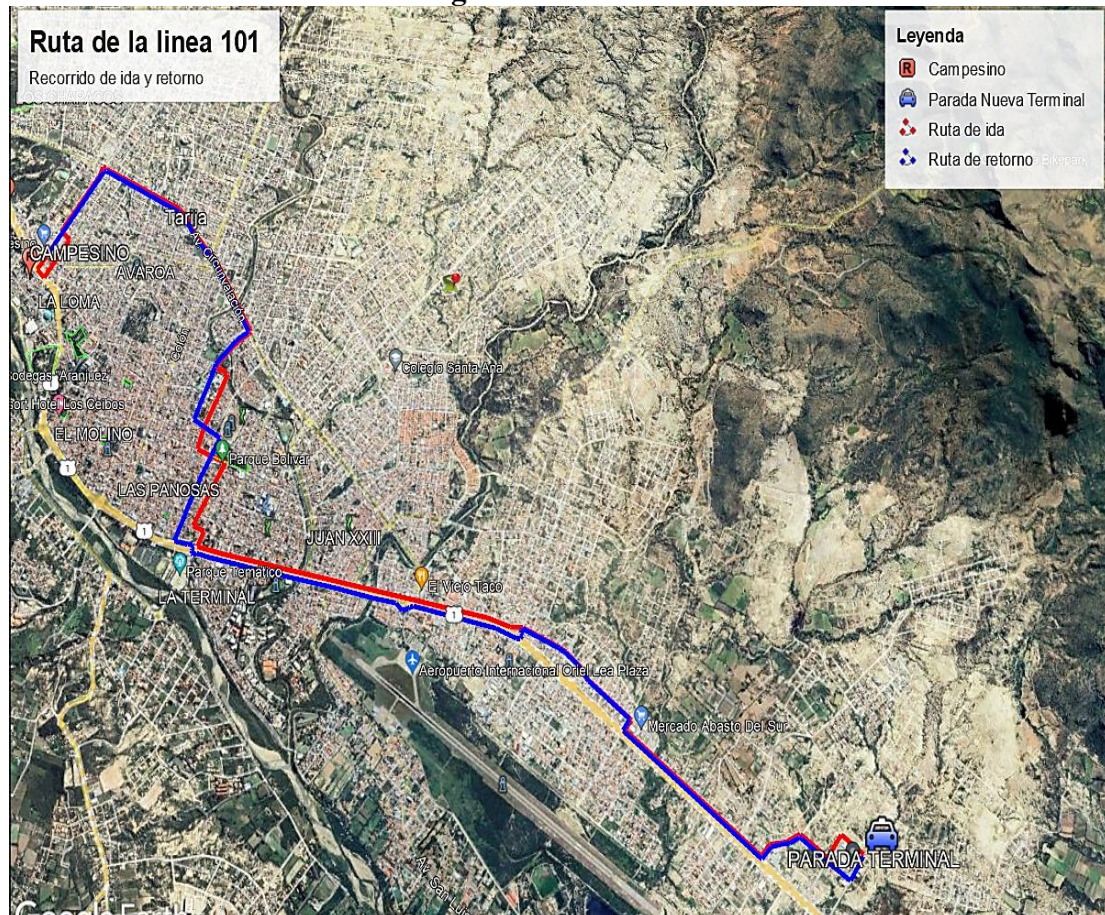


23	Av. Circunvalación	Av. Prof. Simón Rodríguez
24	Rotonda Colon	Mercado Abasto de Sur
25	Av. Circunvalación	Ruta Panamericana doble vía
26	Rotonda Mejillones	Rotonda s/n Bario Simón Bolívar
27	Av. Circunvalación	Ruta Panamericana
28	Rotonda La Torre	Ingreso a la Nueva Terminal
29	Av. Froilán Tejerina	
30	Calle Hugo Mealla	
31	Calle Timoteo Raña	
32	Av. Panamericana	
33	Av. Panamericana	
Distancia	11,90Km	11,80Km
Total	23,70Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

Figura 18 Recorrido de la línea 101



Fuente: Elaboración propia.

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 15 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 101**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes hora pico)	2-3 min	28
Lunes a Viernes(hora normales)	4 min	28
Fines de semanas	4min	20-25
Fines de semanas	5 -6 min	20-25

Fuente: Elaboración propia.

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LÍNEA “102” BANDERA VERDE NORMAL

La línea “102” verde normal es una línea que tiene un recorrido desde el Barrio San Miguel hasta el Barrio Andalucía, en esta línea se realiza turno debido a que es una ruta poco transitada, para esta línea sacan 5 móviles de la línea 109 y 5 móviles de la línea 108 por lo cual se trabaja con solo 10 movilidades y estas tiene que estar en ruta de 6am hasta las 7pm.

## RECORRIDO

**Tabla 16 Planilla de recorrido línea 102**

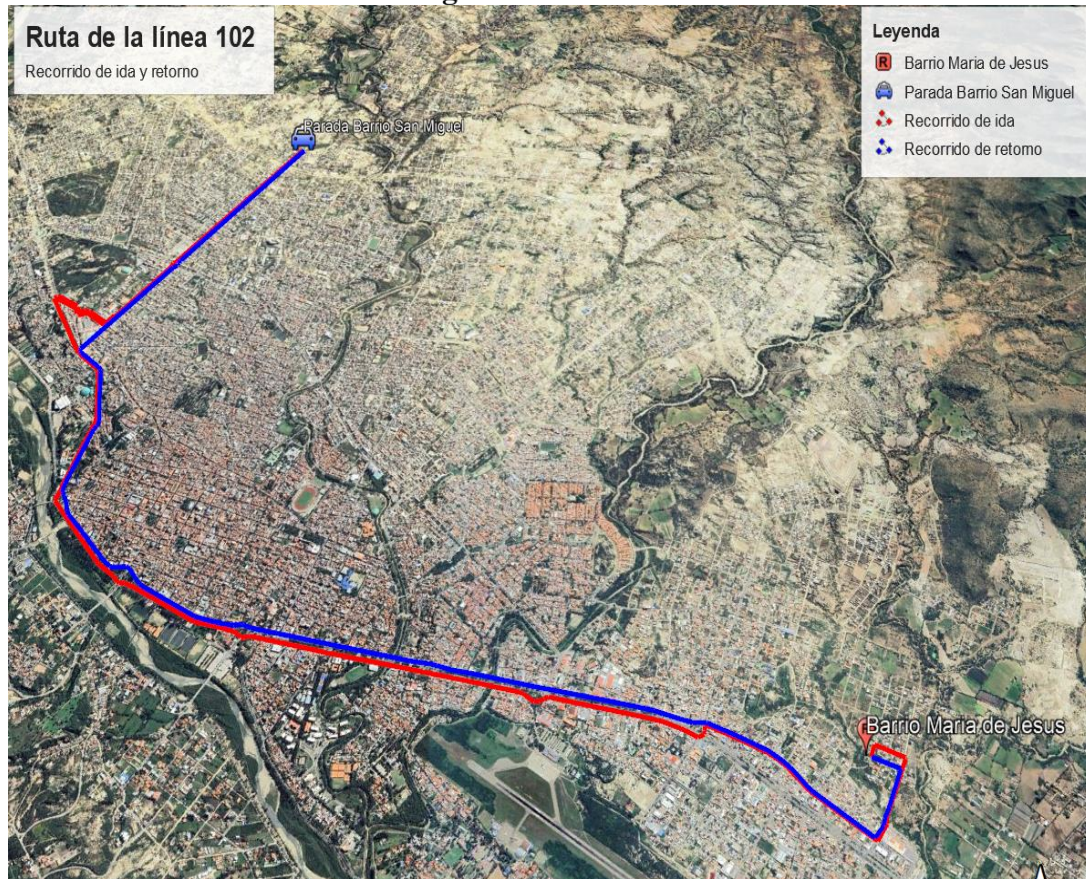
Nº	Ida	Retorno
1	Barrio San Miguel	Final Barrio José María
2	Av. Froilán Tejerina	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño
3	Rotonda La Torre	Av. Héros del Chaco
4	Vivienda de los Discapacitados	Barrio Simón Bolívar
5	Av. Froilán Tejerina	Av. Octavio. Echazu
6	Calle Pandoja Hugo Medalla	Rotonda Oscar Alfaro
7	Calle Timoteo Raña	Av. Jaime Paz Zamora (carril derecho)
8	Av. Panamericana	Rotonda Tres Pasos al Frente ( aeropuerto)
9	Mercado Campesino	Av. Jaime Paz Zamora
10	Av. Panamericana	Rotonda Adela Zamudio
11	Av. Panamericana	Av. Jaime Paz Zamora
12	Mercado Campesino	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)
13	Av. Panamericana	Av. Jaime Paz Zamora
14	Rotonda Fe y Alegría	Rotonda Chorolque

15	Av. Panamericana	Av. Víctor Paz Estensoro
16	Rotonda Europa	Rotonda Fuente de los Deseos
17	Av. Panamericana	Av. Víctor Paz Estensoro
18	Rotonda Fuente del Verano	Rotonda Fuente del Verano
19	Av. Víctor Paz Estensoro ( Carril derecho)	Av. Panamericana
20	Rotonda Fuente de los Deseos	Rotonda Europa
21	Av. Víctor Paz Estensoro	Av. Panamericana
22	Rotonda Chorolque	Rotonda Fe y Alegría
23	Av. Jaime Paz Zamora	Av. Panamericana
24	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)	Mercado Campesino
25	Av. Jaime Paz Zamora	Av. Froilán Tejerina
26	Rotonda Adela Zamudio	Rotonda La Torre
27	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio San Miguel Parada final
28	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)	
29	Av. Jaime Paz Zamora	
30	Rotonda Oscar Alfaro	
31	Gira a la izquierda	
32	Av. Octavio. Echazu	
33	Barrio Simón Bolívar	
34	Av. Héroes del Chaco	
35	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño	
36	Final Barrio José María	
Distan cia	11,30Km	10,10Km
Total	21,40Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 19 Recorrido de la línea 102**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 17 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	6 min	10
Lunes a Viernes (hora normales)	8 min	10
Fines de semana (hora pico)	8-10 min	5-10
Fines de semana (hora normales)	8-10 min	5-10

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LÍNEA “102” BANDERA VERDE BI

La línea “102” verde B1 es una línea que tiene un recorrido desde el Barrio Integración Iscayachi hasta la Nueva Terminal, esta línea tiene el mismo recorrido que las demás líneas 102 de la torre hasta la nueva terminal, la única diferencia es el punto de partida las entradas a los diferentes barrios, esta línea tiene un recorrido por calles no pavimentadas un aproximado de 2 km de camino de tierra llegando a lugares alejados de la ciudad de Tarija, barrios recién poblado.

### RECORRIDO

**Tabla 18 Planilla de recorrido de la 102 verde BI**

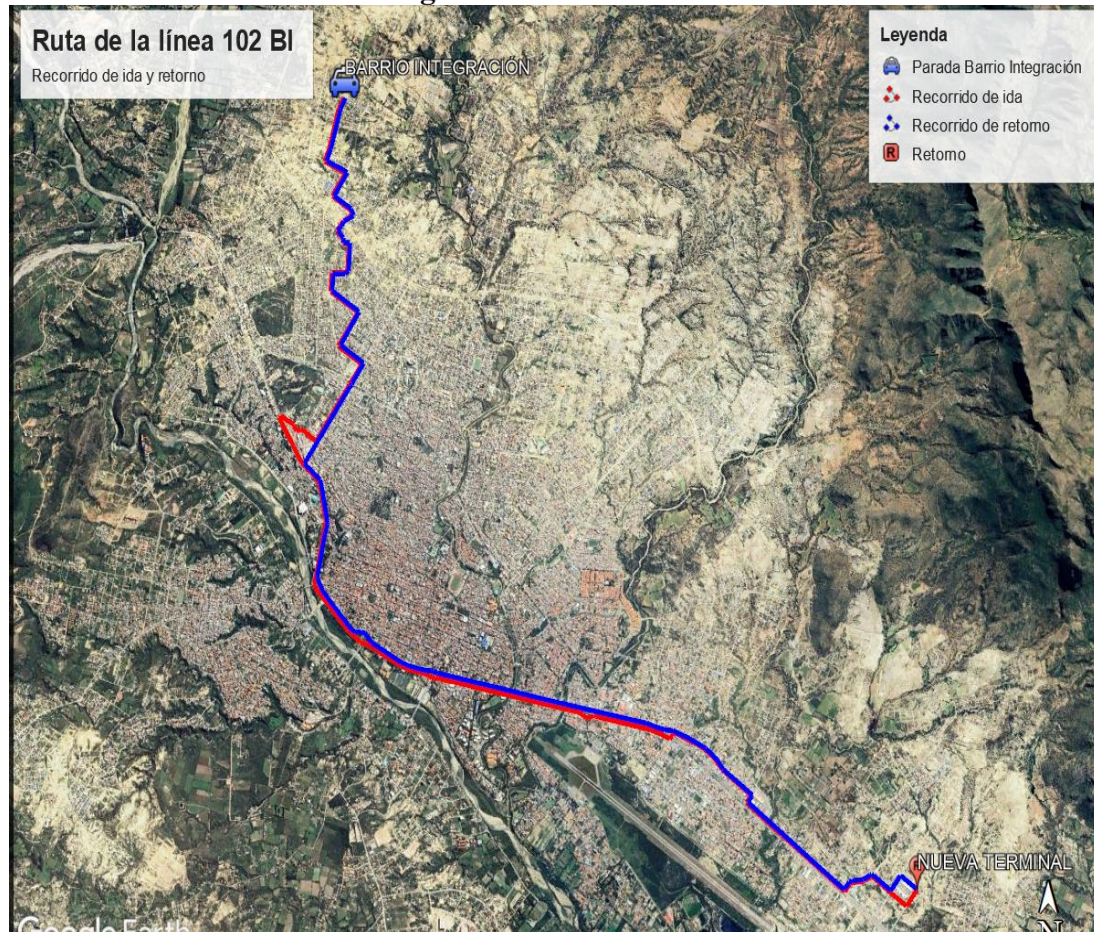
Nº	Ida	Retorno
1	Barrio Integración Iscayachi	Terminal de Buses Tarija
2	Av. Principal s/n	Vía 1- Vía 2 (Av. Con Jardinera)
3	Barrio Santa Isabel	Ruta Panamericana
4	Av. Magluf	Rotonda s/n
5	Urbanización Los Ángeles	Ruta Panamericana (carril doble vía)
6	Calle s/n	Barrio Simón Bolívar
7	Urbanización Los Ángeles	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño
8	Av. s/n	Mercado Abasto del Sur
9	Barrio Oscar Zamora	Av. Héroes del Chaco
10	Calle León Cancha	Rotonda Oscar Alfaro
11	Calle Torrecillas	Av. Jaime Paz Zamora (carril derecho)
12	Calle s/n	Rotonda Tres Pasos al Frente ( aeropuerto)
13	Calle General Manchego	Av. Jaime Paz Zamora
14	Calle Cañada Estronguer	Rotonda Adela Zamudio
15	Calle San Andrés	Av. Jaime Paz Zamora
10	Av. Froilán Tejerina	Ronda Moto Méndez ( campus Universitario)
11	Rotonda La Torre	Av. Jaime Paz Zamora
12	Av. Froilán Tejerina	Rotonda Chorolque
13	Calle Hugo Mealla	Av. Víctor Paz Estensoro
14	Calle Timoteo Raña	Rotonda Fuente de los Deseos
15	Av. Panamericana	Av. Víctor Paz Estensoro
16	Mercado Campesino	Rotonda Fuente del Verano
17	Av. Panamericana	Av. Panamericana
18	Rotonda Juan Pablo II ( Carboneras)	Rotonda Europa

19	Av. Panamericana	Av. Panamericana
20	Mercado Campesino	Rotonda Fe y Alegría
21	Av. Panamericana	Av. Panamericana
22	Rotonda Fe y Alegría	Mercado Campesino
23	Av. Panamericana	Av. Froilán Tejerina
24	Rotonda Europa	Rotonda La Torre
25	Av. Panamericana	Av. Froilán Tejerina
26	Rotonda Fuente del Verano	Calle San Andrés
27	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle Cañada Estronguer
28	Rotonda Fuente de los Deseos	Calle General Manchego
29	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle s/n
30	Rotonda Chorolque	Calle Torrecillas
31	Av. Jaime Paz Zamora	Calle León Cancha
32	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)	Av. s/n
33	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio Oscar Zamora
34	Rotonda Adela Zamudio	Av. s/n
35	Av. Jaime Paz Zamora	Urbanización Los Ángeles
36	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)	Av. s/n
37	Av. Jaime Paz Zamora	Av. Magluf
38	Rotonda Oscar Alfaro	Urbanización Los Ángeles
39	Gira a la izquierda	Barrio Santa Isabel
40	Av. Octavio. Echazu	Calle s/n
41	Barrio Simón Bolívar	Barrio Integración Iscayachi
42	Av. Héroes del Chaco	Av. Principal s/n
43	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño	Barrio Integración Iscayachi
44	Mercado Abasto del Sur	
45	Ruta Panamericana (carril doble vía)	
46	Rotonda s/n	
47	Ruta Panamericana	
48	Barrio Torrecillas ingreso a la Terminal Nueva por la vía	
49	Terminal de Buses Tarija	
Distancia	15,80Km	14,80Km
Total	30,60Km	

Fuente: Elaboración propia.

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 20 Recorrido de la línea 102 BI**



Fuente: Elaboración propia.

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 19 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 BI**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	3-4 min	25
Lunes a Viernes (hora normales)	4-5 min	25
Fines de semana (hora pico)	5-7 min	20-25
Fines de semana (hora normales)	5-7 min	20-25

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LÍNEA “102” BANDERA VERDE B2

La línea “102” verde B2 presta su servicio tanto del Barrio Primavera, barrio 26 de agosto hasta la Nueva Terminal, esta línea tiene el mismo recorrido que las demás líneas 102 de la torre hasta la nueva terminal, la única diferencia es el punto de partida las entradas a los diferentes barrios, esta línea tiene un recorrido por calles no pavimentadas un aproximado de 2 km de camino de tierra llegando a lugares alejados de la ciudad de Tarija, barrios recién poblado. Es una línea muy indispensable para la población para movilizarse de un lugar a otro lugar ya que es el único transporte público que entra hasta este barrio, esta línea es la que suele prestar sus servicios hasta altas horas de la noche.

### RECORRIDO

**Tabla 20 Planilla de recorrido línea 102 verde B2**

Nº	Ida	Retorno
1	Barrio Chura Primavera	Terminal de Buses Tarija
2	Av. s/n	Vía 1- Vía 2 (Av. Con Jardinera)
3	Barrio Santa Fe	Ruta Panamericana (carril doble vía)
4	Barrio la Cañada	Rotonda s/n
5	Av. s/n Barrio 29 de Octubre	Ruta Panamericana (carril doble vía)
6	Vivienda de los Discapacitados	Barrio Simón Bolívar
7	Av. Jorge Majluf	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño
8	Barrio Los Chapacos	Mercado Abasto del Sur
9	Av. Jorge Majluf	Av. Héroes del Chaco
10	Calle Lazareto	Rotonda Oscar Alfaro
11	Av. Bernardino Bilbao Rioja	Av. Jaime Paz Zamora (carril derecho)
12	Av. Froilán Tejerina	Rotonda Tres Pasos al Frente ( aeropuerto)
13	Rotonda La Torre	Av. Jaime Paz Zamora
14	Av. Froilán Tejerina	Rotonda Adela Zamudio
15	Calle Hugo Mealla	Av. Jaime Paz Zamora
16	Calle Timoteo Raña	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)
17	Av. Panamericana	Av. Jaime Paz Zamora
18	Mercado Campesino	Rotonda Chorolque
19	Av. Panamericana	Av. Víctor Paz Estensoro
20	Rotonda Juan Pablo II ( Carboneras)	Rotonda Fuente de los Deseos
21	Av. Panamericana	Av. Víctor Paz Estensoro

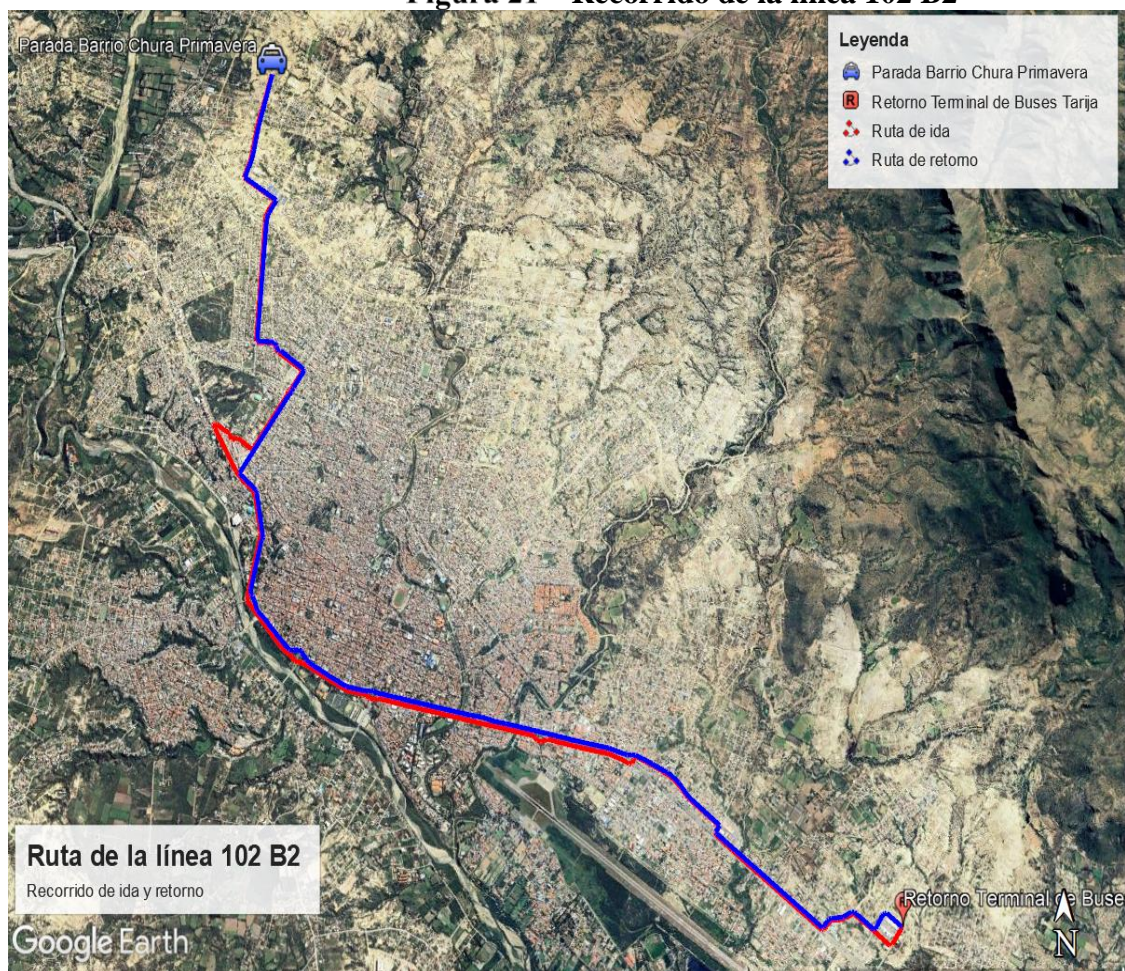


22	Mercado Campesino	Rotonda Fuente del Verano
23	Av. Panamericana	Av. Panamericana
24	Rotonda Fe y Alegría	Rotonda Europa
25	Av. Panamericana	Av. Panamericana
26	Rotonda Europa	Rotonda Fe y Alegría
27	Av. Panamericana	Av. Panamericana
28	Rotonda Fuente del Verano	Mercado Campesino
29	Av. Víctor Paz Estensoro (Carril derecho)	Av. Froilán Tejerina
30	Rotonda Fuente de los Deseos	Rotonda La Torre
31	Av. Víctor Paz Estensoro	Av. Froilán Tejerina
32	Rotonda Chorolque	Av. Bernardino Bilbao Rioja
33	Av. Jaime Paz Zamora	Calle Lazareto
34	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)	Barrio Los Chapacos
35	Av. Jaime Paz Zamora	Av. Jorge Majluf
36	Rotonda Adela Zamudio	Vivienda de los Discapacitados
37	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio 29 de octubre
38	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)	Av. s/n
39	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio la Cañada
40	Rotonda Oscar Alfaro	Barrio Santa Fe
41	Gira a la izquierda	Av. s/n
42	Av. Octavio. Echazu	Barrio Chura Primavera
43	Barrio Simón Bolívar	
44	Av. Héroes del Chaco	
45	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño	
46	Mercado Abasto del Sur	
47	Ruta Panamericana (carril doble vía)	
48	Rotonda s/n	
49	Ruta Panamericana	
50	Barrio Torrecillas ingreso a la Terminal Nueva por la vía	
51	Terminal de Buses Tarija	
Distancia	15,60Km	14,60Km
Total	30,20Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 21 Recorrido de la línea 102 B2**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 21 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 B2**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	3-4 min	25
Lunes a Viernes (hora normales)	4-5 min	25
Fines de semana (hora pico)	5-7 min	20-25
Fines de semana (hora normales)	5-7 min	20-25

Fuente: Elaboración propia.

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LÍNEA “102” BANDERA VERDE A

La línea “102” verde A presta su servicio tanto del Barrio Buena Vista hasta la Nueva Terminal, esta línea tiene el mismo recorrido que las demás líneas 102 de la torre hasta la nueva terminal, la única diferencia es el punto de partida las entradas a los diferentes barrios, esta línea tiene un recorrido por calles no pavimentadas un aproximado de 4 km de camino de tierra llegando a lugares alejados de la ciudad de Tarija, barrios recién poblado. Es una línea muy indispensable para la población de dicho lugar ya que es el único transporte público que entra hasta este barrio y es la línea que tiene mayor recorrido la asociación El Chapaco.

### RECORRIDO

**Tabla 22 Planilla de recorrido de la línea 102 verde A**

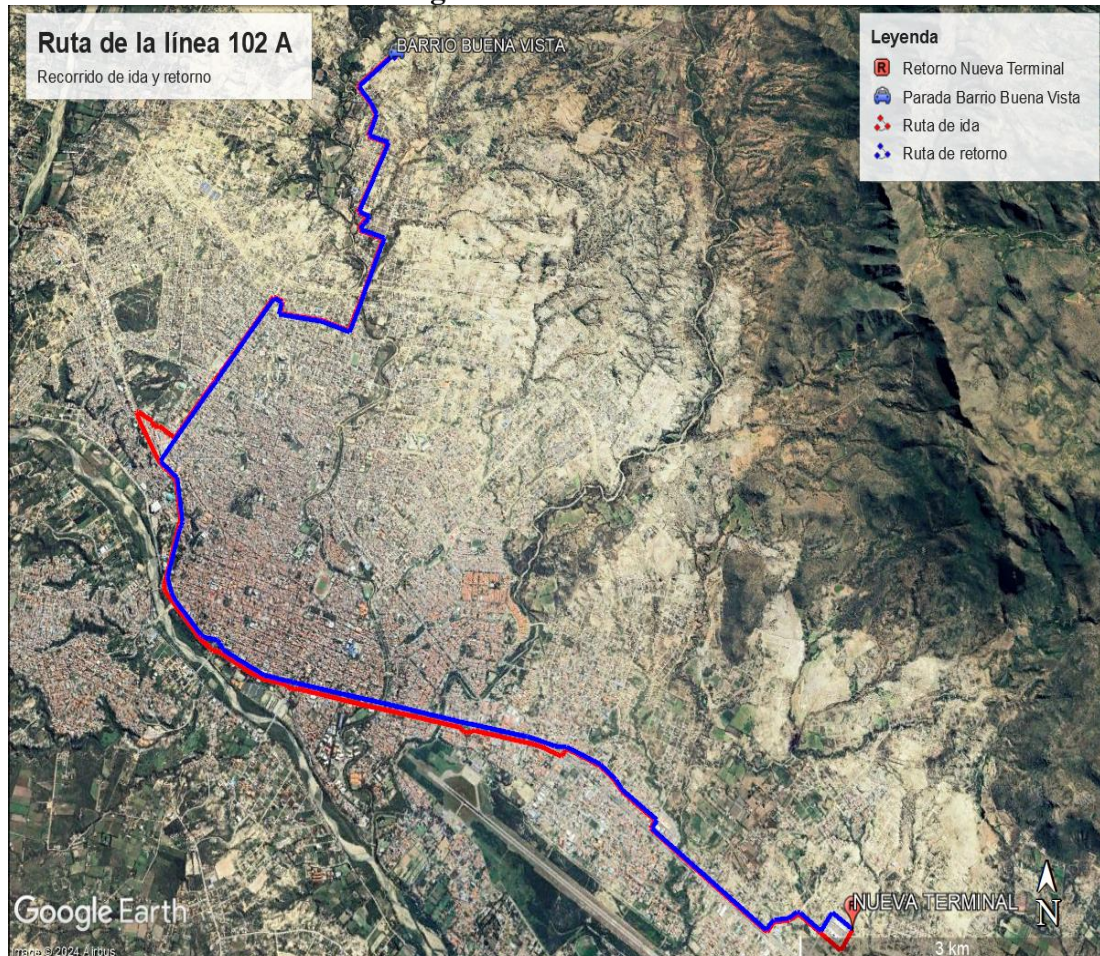
N°	Ida	Retorno
1	Barrio Buena Vista	Terminal de Buses Tarija
2	Barrio Japón	Vía 1- Vía 2 (Av. Con Jardinera)
3	Barrio Monte Rey	Ruta Panamericana (carril doble vía)
4	Barrio Valle Hermoso	Rotonda s/n
5	Barrio La Huerta	Ruta Panamericana (carril doble vía)
6	Av. Colon	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño
7	Calle 24 de Junio	Mercado Abasto del Sur
8	Calle Timoteo Raña	Av. Héroe del Chaco
9	Calle Reg. Camacho	Rotonda Oscar Alfaro
10	Av. Froilán Tejerina	Av, Jaime Paz Zamora (carril derecho)
11	Rotonda La Torre	Rotonda Tres Pasos al Frente ( aeropuerto)
12	Av. Froilán Tejerina	Av. Jaime Paz Zamora
13	Calle Hugo Mealla	Rotonda Adela Zamudio
14	Calle Timoteo Raña	Av. Jaime Paz Zamora
15	Av. Panamericana	Rotonda Moto Méndez ( campus Universitario)
16	Mercado Campesino	Av. Jaime Paz Zamora
17	Av. Panamericana	Rotonda Chorolque
18	Rotonda Juan Pablo II ( Carboneras)	Av. Víctor Paz Estensoro
19	Av. Panamericana	Rotonda Fuente de los Deseos
20	Mercado Campesino	Av. Víctor Paz Estensoro

21	Av. Panamericana	Rotonda Fuente del Verano
22	Rotonda Fe y Alegría	Av. Panamericana
23	Av. Panamericana	Rotonda Europa
24	Rotonda Europa	Av. Panamericana
25	Av. Panamericana	Rotonda Fe y Alegría
26	Rotonda Fuente del Verano	Av. Panamericana
27	Av. Víctor Paz Estensoro (Carril derecho)	Mercado Campesino
28	Rotonda Fuente de los Deseos	Av. Froilán Tejerina
29	Av. Víctor Paz Estensoro	Rotonda La Torre
30	Rotonda Chorolque	Av. Froilán Tejerina
31	Av. Jaime Paz Zamora	Calle Camacho
32	Rotonda Moto Méndez (campus Universitario)	Calle Timoteo Raña
33	Av. Jaime Paz Zamora	Calle 24 de Junio
34	Rotonda Adela Zamudio	Av. Colon
35	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio La Huerta
36	Rotonda Tres Pasos al Frente (Aeropuerto)	Barrio Valle Hermoso
37	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio Monte Rey
38	Rotonda Oscar Alfaro	Barrio Japón
39	Gira a la izquierda	Barrio Buena Vista
40	Av. Octavio. Echazu	
41	Barrio Simón Bolívar	
42	Av. Héroes del Chaco	
43	Av. Prof. Simón Rodríguez Carreño	
44	Mercado Abasto del Sur	
45	Ruta Panamericana (carril doble vía)	
46	Rotonda s/n	
47	Ruta Panamericana	
48	Barrio Torrecillas ingreso a la Terminal Nueva	
49	Terminal de Buses Tarija	
Distancia	17,70Km	16,70Km
Total	34,40Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 22 Recorrido de la línea 102 A**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 23 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 102 A**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	4 min	25
Lunes a Viernes (hora normales)	5-7 min	25
Fines de semana (hora pico)	6-8 min	20-25
Fines de semana (hora normales)	6-8 min	20-25

Fuente: Elaboración propia.

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “103”

La línea 103 es una de las primeras líneas en circulación de esta asociación para prestar su servicio a la población, esta línea presta sus servicios desde el Barrio 26 de agosto hasta el barrio San Luis, es una de las líneas más utilizadas y concurridas. no solo hace fácil sus accesos al usuario al centro de la ciudad sino también a centros importantes de estudio, esta línea tiene un recorrido por calles no pavimentadas aproximadamente de camino, cuenta con dos paradas la cual se ubica antes de llegar al barrio 26 de agosto presente una bifurcación que llega hasta el barrio Alto san mateo.

## RECORRIDO

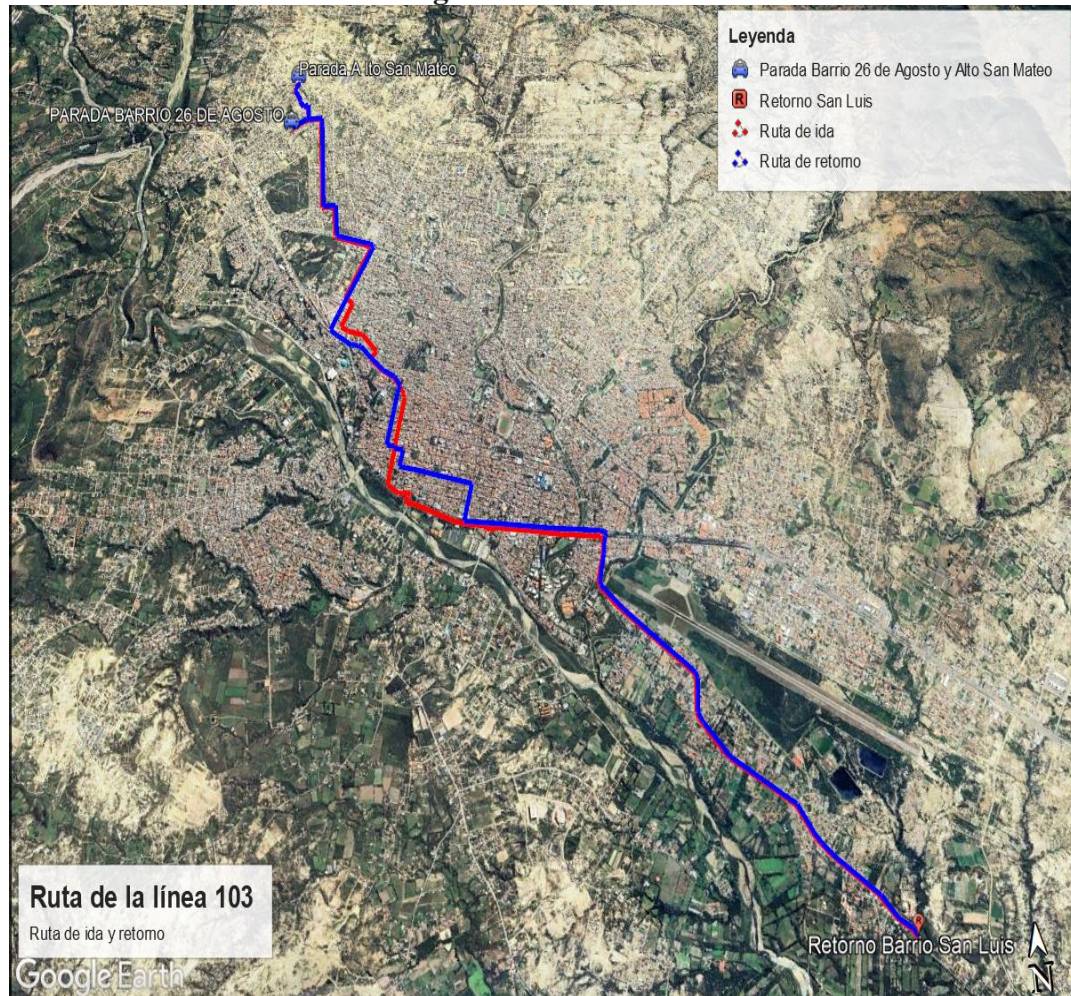
**Tabla 24 Planilla de recorrido de la línea 103**

Nº	Ida	Retorno
1	Barrio 26 de marzo	Av. San Luis
2	Calle s/n	Av. Alto de la Alianza
3	Calle s/n	Rotonda Adela Zamudio
4	Calle s/n	Av. Jaime Paz Zamora
5	Calle Lazareto	Rotonda Chorolque
6	Av. J. Majluf	Av. Víctor Paz Estensoro
7	Av. Circunvalación	Calle Junín
8	Rotonda La Torre	Calle Virginio Lema
9	Av. Froilán Tejerina	Calle Campero
10	Calle Hugo Mealla	Calle La Madrid
11	Calle Timoteo Raña	Calle Ballivián
12	Calle México	Calle Cochabamba
13	Calle Hugo López Díaz	Rotonda Fe y Alegría
14	Calle Cochabamba	Av Panamericana
15	Calle Fray Manuel Mingo	Mercado Campesino
16	Calle Juan Misael Saracho	Av. Froilán Tejerina
17	Av. Víctor Paz Estensoro	Rotonda La Torre
18	Rotonda Chorolque	Av. Circunvalación
19	Av. Jaime Paz Zamora	Av. J. Majluf
20	Rotonda Adela Zamudio	Calle Lazareto
21	Av. Alto de la Alianza	Calle s/n
22	Cuarteles	Calle s/n
23	Av. San Luis	Calle s/n
24	Barrio San Luis	Parada Final
25	Barrio San Luis	Barrio 26 de Marzo
Distancia	12,87Km	12,97Km
Total	25,84Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 23 Recorrido de la línea 103**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 25 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 103**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	2 min	28-30
Lunes a Viernes (hora normales)	3-4 min	28-30
Fines de semana (hora pico)	4-5 min	25
Fines de semana (hora normales)	4-5 min	25

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “104”

La línea 104 es una de las primeras líneas que presta sus servicios desde el Barrio San Gerónimo hasta el Mercado Campesino, siendo una de las líneas más utilizadas y concurridas, tiene una bifurcación siendo que una movilidad va por el barrio 1ro de mayo y la otra por Andaluz de manera que estas líneas son intercaladas para realizar su recorrido y el resto del recorrido será el mismo dando de esta manera comodidad a los que proceden de estos barrios, la primera vuelta se reúnen en la Av la paz las posteriores son en la parada del barrio san Gerónimo Sud.

## RECORRIDO

**Tabla 26 Planilla de recorrido de la línea 104 celeste**

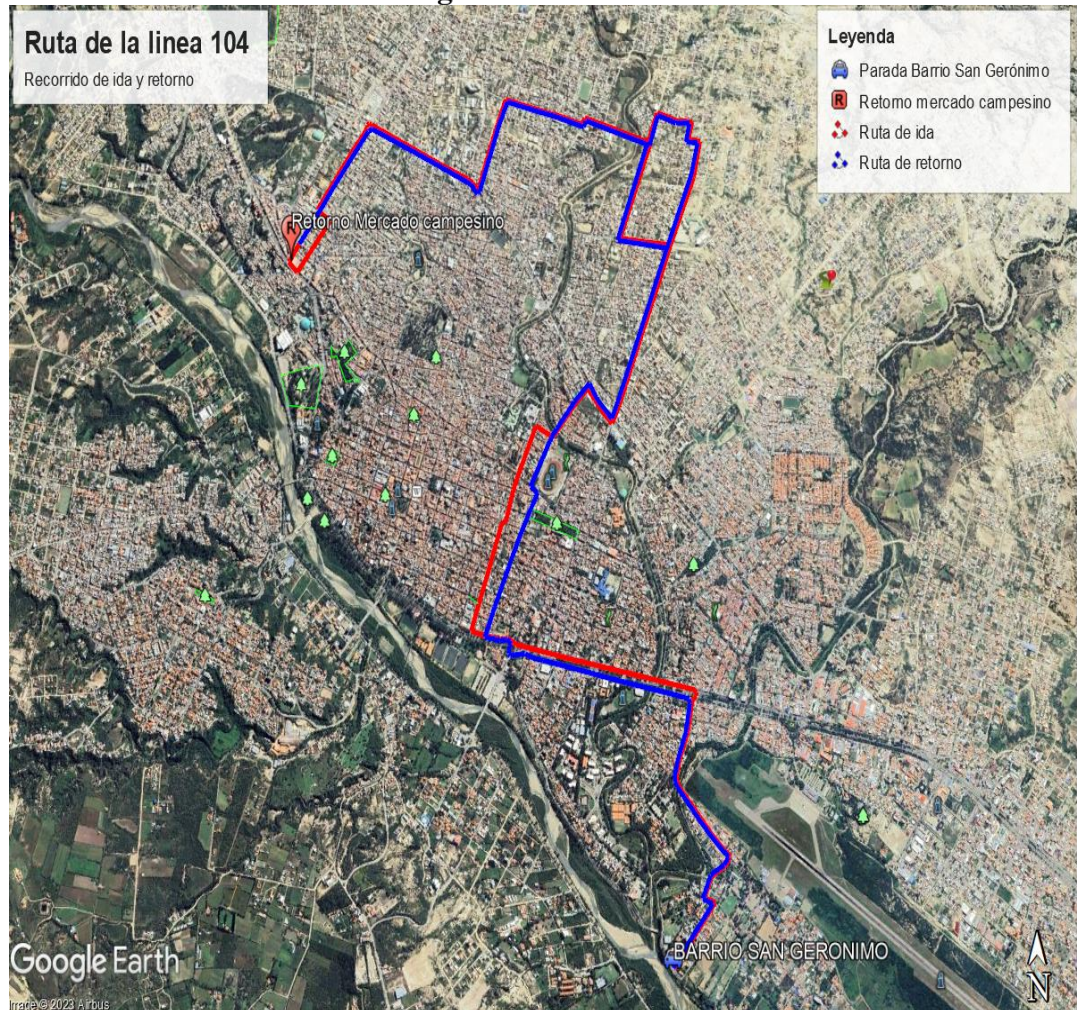
Nº	Ida	Retorno
1	Barrio San Gerónimo Sud	Av. Froilan Tejerina
2	Calle Miguel Azurduy	Rotonda La Torre
3	Calle Adel Ávila L	Av. Circunvalación
4	Calle Adel Cortez	Av. Colón
5	Av. Alto de la Alianza	Calle Santa Bernardita
6	Rotonda Adela Zamudio	Calle Suipacha
7	Av. Jaime Paz Zamora (carril doble)	Calle San Pablo
8	Rotonda Chorolque	Calle Ciro Vaca
9	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle Néstor Paz
10	Calle Junin	Av. La Paz
11	Calle Gualberto Villarroel	Av. Circunvalación
12	Calle 4 de octubre	Av. 4 de Octubre
13	Av. Circunvalación	Calle Segundino Ugarte
14	Av. La Paz	Av. Potosí
15	Av. Néstor Paz	Calle Oconnor
16	Av. Cira Vaca	Av. Víctor Paz Estensoro
17	Calle San Pablo	Rotonda Chorolque
18	Calle Suipacha	Av. Jaime Paz Zamora
19	Calle Santa Bernadita	Rotonda Adela Zamudio
20	Av. Colon	Av. Alto de la Alianza
21	Av. Circunvalación	Calle Adel C ortez
22	Rotonda La Torre	Calle Adel ÁvilaL.
23	Av. Froilan Tejerina	Calle Miguel Azurduy
24	Mercado Campesino	Barrio San Gerónimo Sud
Distancia	11,40Km	11,30Km
Total	22,70Km	

Fuente: Elaboración propia



## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 24 Recorrido de la línea 104**



Fuente: Elaboración propia.

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 27 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 104**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	2 min	28-30
Lunes a Viernes (hora normales)	4 min	28-30
Fines de semana (hora pico)	4-5 min	25
Fines de semana (hora normales)	4-5 min	25

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “106”

La línea “106” esta línea presta sus servicios desde San Gerónimo hasta el Mercado Campesino, siendo una de las líneas más utilizadas y concurridas por los usuarios, las primeras vueltas se reúnen en la Av. La Paz las posteriores son en la parada del barrio san Gerónimo. En esta línea van 18 movilidades a prestar sus servicios además estas movilidades deben realizar turno todo el día, tienen una bifurcación siendo que una movilidad va por el barrio Trigal y la otra por Los Laureles de manera que estas líneas son intercaladas para realizar su recorrido y el resto del recorrido será el mismo cada movilidad tiene que dar dos vueltas trigal y una por laureles y así sucesivamente.

## RECORRIDO

**Tabla 28 Planilla de recorrido de la línea 106 celeste con blanco**

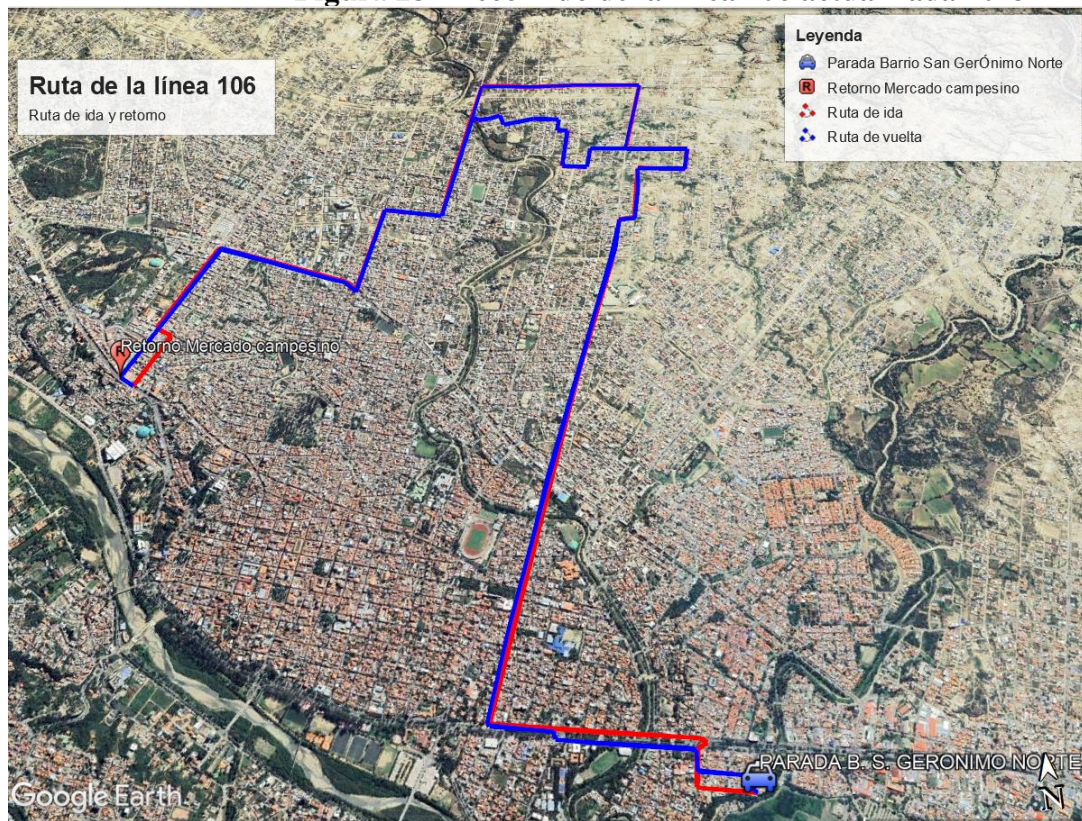
Nº	Ida	Retorno
1	Barrio San Gerónimo Alto	Mercado Campesino
2	Calle Pablo Paz Aguirre.	Av. Froilán Tejerina
3	Av. Alto de la Alianza	Rotonda La Torre
4	Rotonda Adela Zamudio	Av. Circunvalación
5	Av. Jaime Paz Zamora	Calle Colon
6	Av. Jaime Paz Zamora	Calle s/n
7	Rotonda Moto Méndez UAJMS	Calle s/n
8	Av. Jaime Paz Zamora	Calle s/n
9	Dobla a la Av. La Paz	Calle s/n
10	Barrio 1º de Mayo	Calle s/n
11	Calle s/n	Barrio El Trigal
12	Calle s/n	Barrio 4 de marzo
13	Calle s/n	Calle s/n
14	Calle s/n	Calle s/n
15	Calle s/n	Calle s/n
16	Barrio 4 de marzo	Calle s/n
17	barrio trigal	Barrio 1º de Mayo
18	Calle s/n	Av. La Paz
19	Calle s/n	Av. Jaime Paz Zamora
20	Calle s/n	Rotonda Moto Méndez UAJMS
21	Barrio Lurdes	Av. Jaime Paz Zamora
22	Calle Colon	Calle Tarija
23	Av. Circunvalación	Barrio San Gerónimo Alto
24	Rotonda La Torre	Av. Adela Zamudio
25	Av. Froilan Tejerina	Av. Jaime Paz Zamora
26	Calle Hugo Mealla	Calle Tarija

27	Calle Timoteo Raña	Barrio San Gerónimo Alto
28	Av. Panamericana	
29	Av. Froilan Tejerina	
30	Mercado Campesino	
Distancia	11,20Km	11,00Km
Total	22,20Km	

Fuente: Elaboración propia.

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 25 Recorrido de la línea 106 actualizada 2023**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 29 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 106**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	3-4 min	18
Lunes a Viernes (hora normales)	4 min	18
Fines de semana (hora pico)	4-6 min	15-25
Fines de semana (hora normales)	4-6 min	15-25

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “107”

La línea “107” presta sus servicios desde el Barrio San Gerónimo hasta el Mercado Campesino, siendo una de las líneas que tiene la ruta más corta de recorrido de esta asociación ya que tiene una ruta de recorrido de 53 minutos y solo prestan sus servicios 12 movilidades una de las líneas más utilizadas y concurridas por los estudiantes.

## RECORRIDO

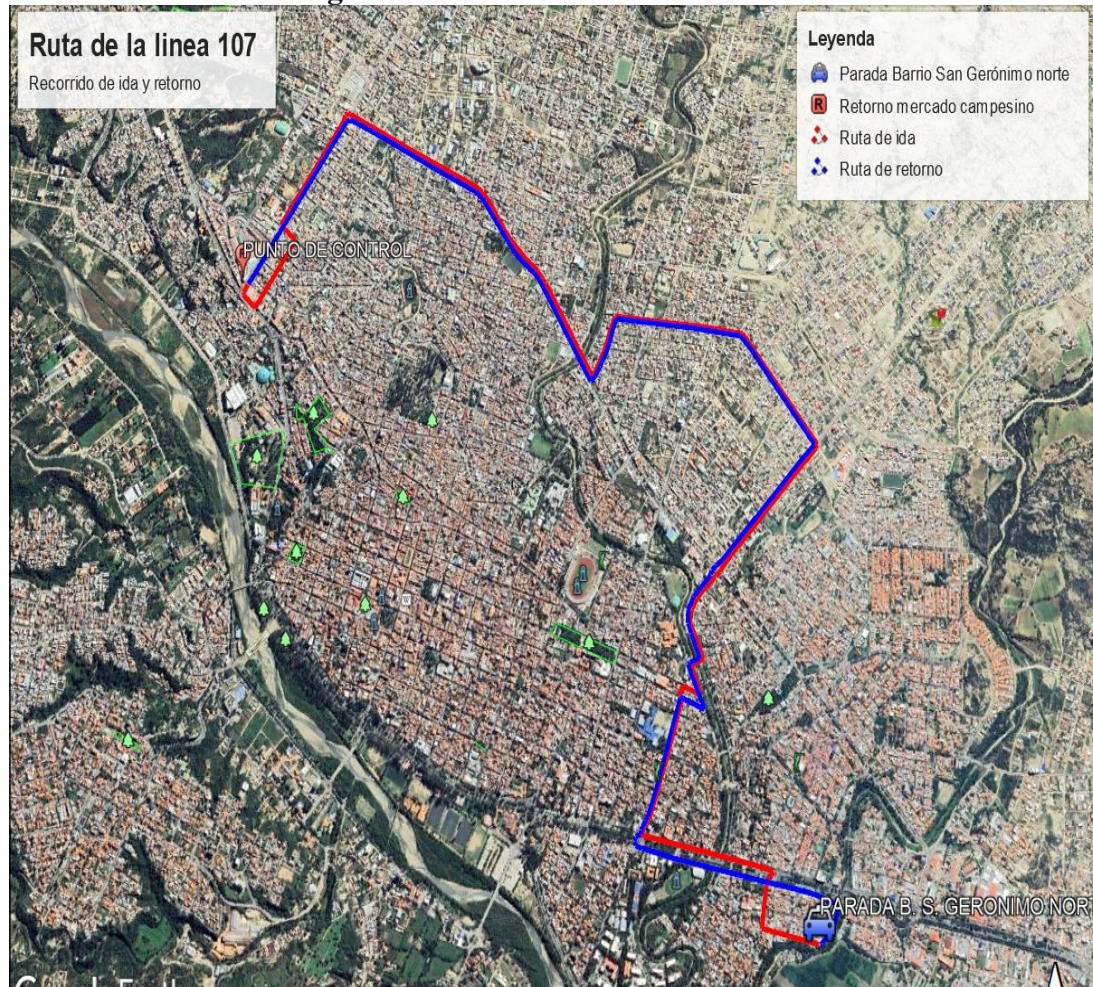
**Tabla 30 Planilla de recorrido la línea 107**

Nº	Ida	Retorno
1	Barrio San Gerónimo Norte	Punto de Control
2	Calle Pablo Paz A.	Av. Froilán Tejerina
3	Av. Alto de la Alianza	Rotonda la Torre
4	Rotonda Adela Zamudio	Av. Circunvalación
5	Av. Jaime Paz Zamora Carril Doble	Av. Principal San Bernardo
6	Rotonda Moto Méndez(Campus universitario)	Av. Marcelo Q. Santa Cruz
7	Calle España	Av. Gran Chaco
8	Calle Oruro	Rotonda el Avión
9	Av. Membrillos	Av. J. Delio Echazu
10	Puente	Puente
11	Av. J. Delio Echazu	Av. Membrillos
12	Rotonda Avión	Calle Bolívar
13	Av. Gran Chaco	Calle España
14	Av. Marcelo Q. Santa Cruz	Rotonda Moto Méndez
15	Av. Principal San Bernardo	Av. Jaime Paz Zamora
16	Av. Circunvalación	Rotonda Adela Zamudio
17	Rotonda la Torre	Av. Jaime Paz
18	Av. Froilán Tejerina	Calle Heroínas de la Coronilla
19	Calle Hugo Mealla	Parada Barrio San Gerónimo Norte
20	Calle Timoteo Raña	
21	Av. Panamericana	
22	Mercado Campesino Av. Froilán Tejerina	
Distancia	7,91Km	7,80Km
Total	15,71Km	

Fuente: Elaboración propia.

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 26 Recorrido de la línea 107 actualizada 2023**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 31 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 107**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	3-4 min	12-14
Lunes a Viernes (hora normales)	4 min	12-14
Fines de semana (hora pico)	4-6 min	8-13
Fines de semana (hora normales)	4-6 min	8-13

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “108” CAMPESINO

La línea “108” presta sus servicios desde el Mercado Luis Espinal hasta el Mercado Campesino y de retorno por la Av España hasta la parada, siendo una de las líneas que tiene la ruta más corta de recorrido de esta asociación ya que tiene una ruta de recorrido de 58 minutos y solo prestan sus servicios de 12 a 14 movilidades. Esta línea se divide en dos grupos, el primer grupo tiene un recorrido hacia el campesino y el otro hacia la universidad.

### RECORRIDO

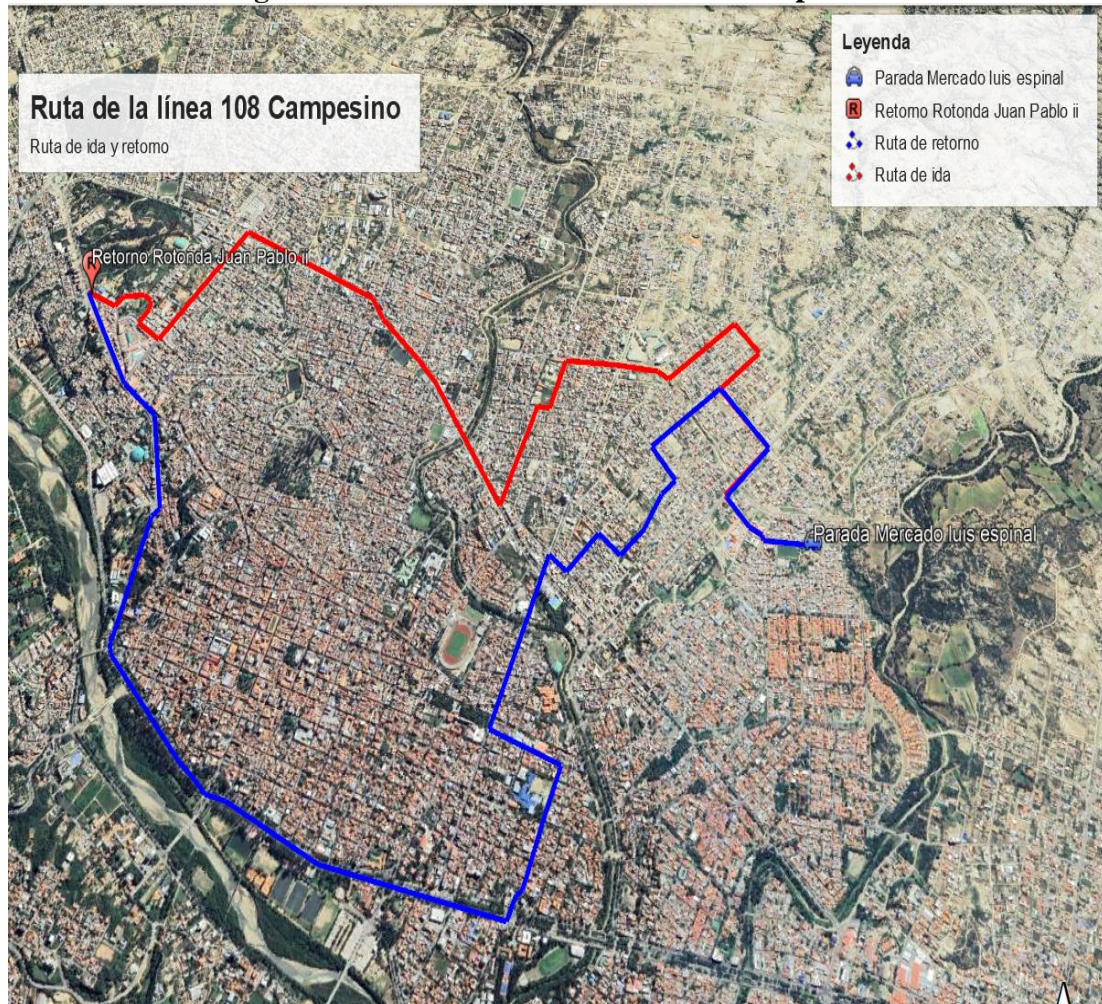
**Tabla 32 Planilla de recorrido de la línea 108 Campesino**

N°	Ida	Retorno
1	Mercado Luis Espinal	Av. Panamericana
2	Barrio 7 de Septiembre	Av. Las Américas
3	Calle Benito Cruz	Calle España
4	Av. Gran Chaco	Calle Bolívar
5	Av. Sanandita	Av. La Paz
6	Calle Aguayrenda	Calle El Palmar
7	Calle s/n al límite del barrio el constructor	Calle San Alberto
8	Av. Salinas	Av. Capirenda
9	Av. Nestor Paz	Av. Itau
10	Calle Antonio Borda	Av. Marcelo Quiroga Sta. Cruz
11	Av. Marcelo Quiroga Sta Cruz	Calle Aguayrenda
12	Av. San Cristobal	Av. Sanandita
13	Av. Circunvalación	Av. Gran Chaco
14	Av. Froilán Tejerina	Calle Benito Cruz
15	Calle Hugo Mealla	Barrio 7 de Septiembre
16	Calle Comercio	Mercado Luis Espinal
Distancia	7,16Km	8,82Km
Total	15,98Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 27** Recorrido de la línea 108 campesino actualizada 2023



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 33** Frecuencia y cantidad de coches de la línea 108 campesino

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	4 min	25
Lunes a Viernes (hora normales)	5-6 min	20-25
Fines de semana (hora pico)	6-8 min	10-15
Fines de semana (hora normales)	6-8 min	10-15

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “108” UNIVERSIDAD

La línea “108” presta sus servicios desde el Mercado Luis Espinal hasta la Av. España, de retorno por el mercado campesino hasta la parada, siendo una de las líneas que tiene la ruta más corta de recorrido de esta asociación ya que tiene una ruta de recorrido de 50 minutos y solo prestan sus servicios de 12 a 14 movilidades. Esta línea se divide en dos grupos, el primer grupo tiene un recorrido hacia el campesino y el otro hacia la universidad.

### RECORRIDO

**Tabla 34 Planilla de recorrido de la línea 108 Campesino**

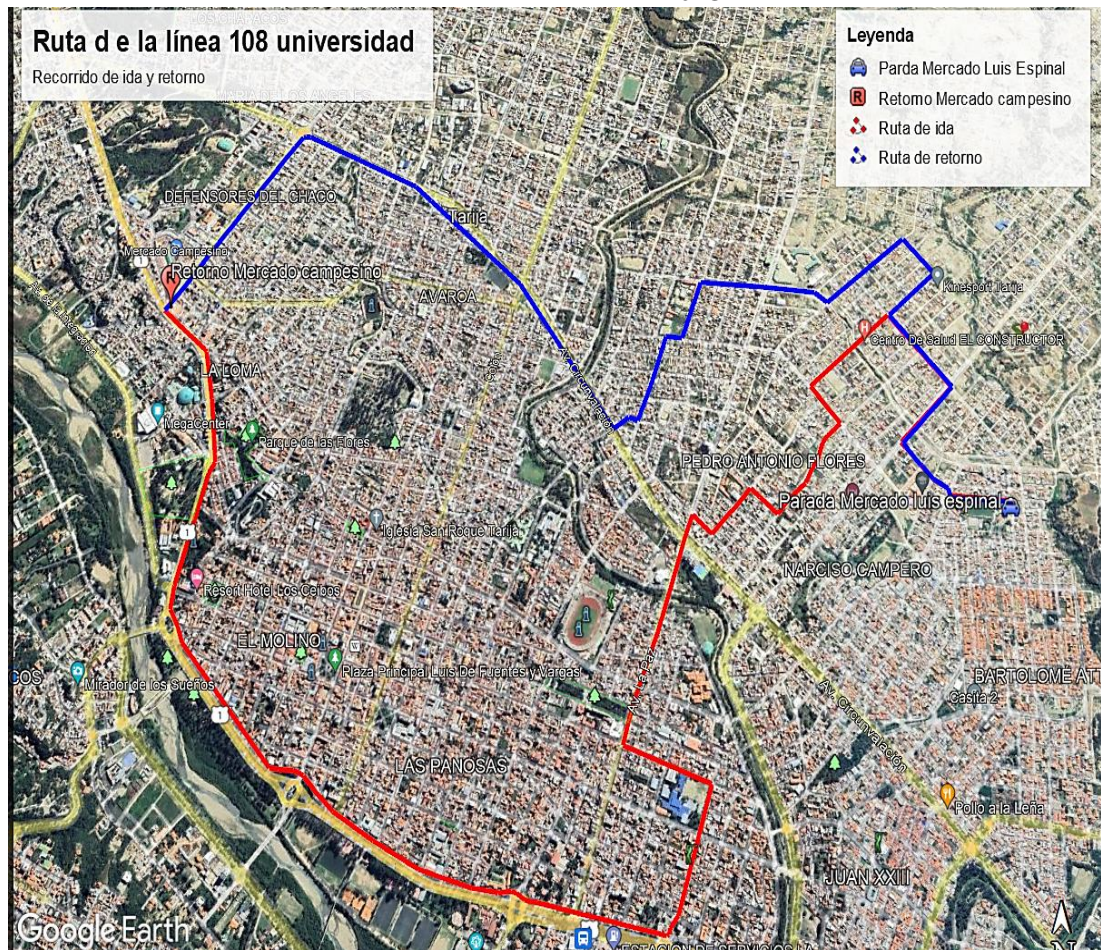
Nº	Ida	Retorno
1	Mercado Luis Espinal	Freidan Tejerina
2	Barrio 7 de Septiembre	Rotonda la Torre
3	Calle Benjo Cruz	Av. Circunvalación
4	Av. Gran Chaco	Av. San Cristóbal
5	Av. Sanandita	Av La Paz
6	Calle Aguayrenda	Av Marcelo Quiroga Sta Cruz
7	Av. M. Quiroga Sta Cruz	Calle Antonio Borda
8	Av. Itaú	Av. Néstor Paz
9	Av. Capirenda	Av. Salinas
10	Calle San Alberto	Calle s/n
11	Calle El Palmar	Calle Aguayrenda
12	Av. La Paz	Av. Sanandita
13	Av. Ingavi	Av Gran Chaco
14	Av. España	Calle Benjto Cruz
15	Av. Jaime Paz Zamora	Barrio 7 de Septiembre
16	Av. Victor Paz Estensoro	Mercado Luis Espinal
17	Av. Las Américas	
18	Froilán Tejerina	
Distancia	8,18Km	6,53Km
Total	14,71Km	

Fuente: Elaboración propia



**RUTA DE IDA Y RETORNO**

**Figura 28 Recorrido de la línea 108 Universidad actualizada 2023**



Fuente: Elaboración propia

**FRECUENCIA DE RECORRIDO**

**Tabla 35 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 108**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	4 min	25
Lunes a Viernes (hora normales)	5-6 min	20-25
Fines de semana (hora pico)	6-8 min	10-15
Fines de semana (hora normales)	6-8 min	10-15

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “109” M

La línea “109” M opera entre el Barrio Universo y el Mercado Campesino, y se destaca como una de las rutas más cortas dentro de esta asociación de líneas, con un tiempo de recorrido de tan solo 59 minutos y un total de 10 vehículos prestando servicios. Esta línea funciona en un esquema de turnos debido a la baja demanda de pasajeros, considerando que se ubica en una zona periurbana. Es importante destacar que esta línea de transporte público es la única opción disponible para la población de la zona

### RECORRIDO

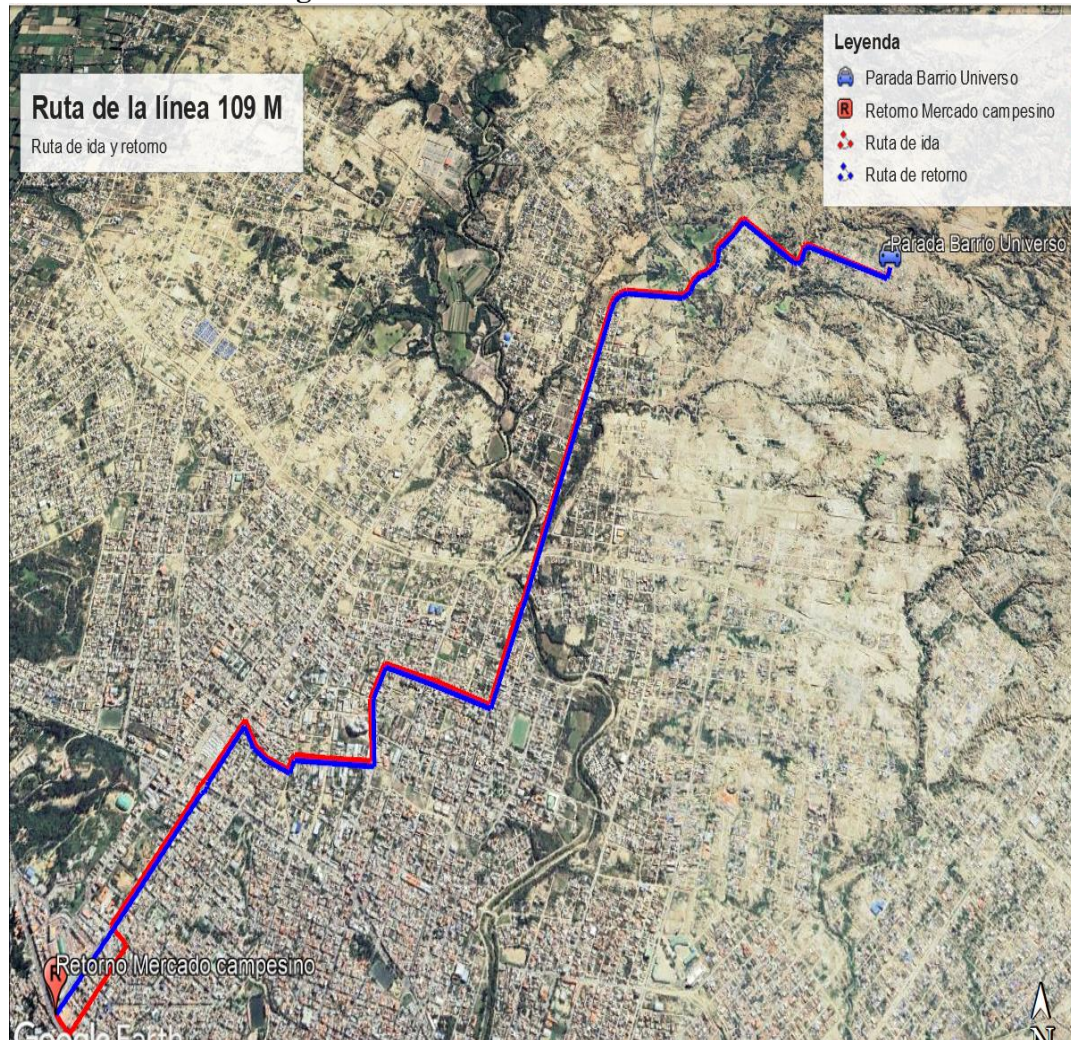
**Tabla 36 Planilla de recorrido de la línea 109 M**

Nº	Ida	Retorno
1	Calle S/N	Mercado Campesino
2	Cruse Sella	Av. Froilan Tejerina
3	Camino Sella	Rotonda la Torre
4	Av. Colon	Av. Froilan Tejerina
5	Av. 11 de Febrero	Calle Regimiento Campos
6	Calle Camargo	Calle Regimiento Flores
7	Av. Jose Francisco Reyes	Av. Jose Francisco Reyes
8	Calle Regimiento Flores	Calle Camargo
9	Calle Regimiento Campos	Av. 11 de Febrero
10	Av. Froilan Tejerina	Av. Colon
11	Rotonda la Torre	Camino Sella
12	Calle Hugo Mealla	Cruce Barrio Universo
13	Av. Timoteo Raña	
14	Av. Panamericana	
15	Av. Froilan Tejerina	
16	Mercado Campesino	
17	Av. Froilan Tejerina	
Distancia	7,39Km	7,14Km
Total	14,53Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 29 Recorrido de la línea 109 M actualizada 2023**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 37 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 109 M**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	6 min	10
Lunes a Viernes (hora normales)	6 min	10
Fines de semana (hora pico)	6–10 min	4–8
Lunes a Viernes (hora normales)	6–10 min	4–8

Fuente: Elaboración propia

## ASPECTOS RELEVANTES DE LA LINEA “109” H

La línea 109 H es la incorporación más reciente a la red de transporte público. Se caracteriza por su bifurcación, ofreciendo dos trayectos distintos antes de llegar a su parada final, con un ramal que llega al Barrio Japón y otro al Barrio Universo. Este servicio abarca aproximadamente 3 km de caminos de tierra, atravesando calles sin pavimentar y alcanzando zonas periféricas de la ciudad de Tarija, incluyendo barrios recién poblados. Esta línea desempeña un papel crucial para la comunidad local, siendo la única opción de transporte público que llega hasta estos barrios.

### RECORRIDO

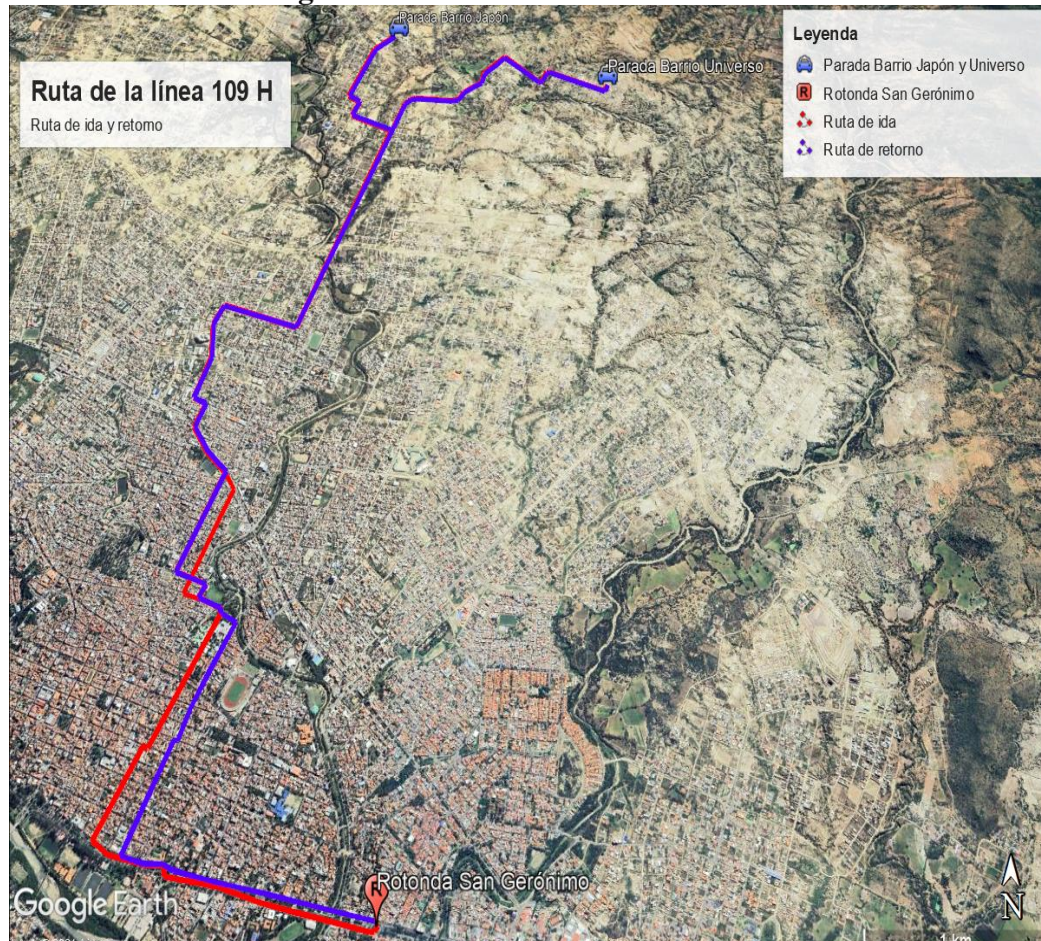
**Tabla 38 Planilla de recorrido de la línea 109 H**

N <sup>a</sup>	Ida	Retorno
1	Cruce Barrio Universo	Rotonda San Gerónimo
2	Cruce Sella	Av. Jaime Paz Zamora
3	Av. Colon	Av. Junín
4	Av. 11 de Febrero	Av. 14 de Junio
5	Hospital Materno Infantil	Av. Méndez
6	Av. Mejillones	Av. Colon
7	Av. Circunvalación	Av. Circunvalación
8	Av. Suipacha	Av. Mejillones
9	Av. 14 de Junio	Hospital Materno Infantil
10	Av. Santa Cruz	Av. 11 de Febrero
11	Av. Delgadillo	Av. Colon
12	Av. Santa Cruz	Camino Sella
13	Av. Delgadillo	Cruce Barrio Universo
14	Av. Jaime Paz Zamora	
15	Rotonda San Gerónimo	
Distancia	10,30Km	10,20Km
Total	20,50Km	

Fuente: Elaboración propia

## RUTA DE IDA Y RETORNO

**Figura 30 Retorno de la línea 109 H actualizada 2023**



Fuente: Elaboración propia

## FRECUENCIA DE RECORRIDO

**Tabla 39 Frecuencia y cantidad de coches de la línea 109 H**

Periodo	Frecuencia de servicio	Cantidad de coches
Lunes a Viernes (hora pico)	6	10
Lunes a Viernes (hora normales)	6	10
Fines de semana (hora pico)	6–10 min	4–8
Lunes a Viernes (hora normales)	6–10 min	4–8

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Cálculo de horas de máxima demanda

Las variaciones en los volúmenes de tráfico a lo largo del día están relacionadas con el tipo de ruta y las actividades predominantes en esa área. Esto se debe a que existen rutas con orientación turística, agrícola, comercial, entre otros.

En el marco del proyecto, se efectuaron aforos de tráfico durante un período de 12 horas en dos ubicaciones clave de la ciudad con el fin de determinar las horas de mayor demanda, obteniendo así las horas pico de tráfico.

**Tabla 40**      **Horas de máxima demanda**

<b>Mañana</b>	<b>Medio día</b>	<b>Noche</b>
7:00 a 8:00	12:00 a 13:00	18:00 a 19:00

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Determinación de los tiempos medios de recorrido y demora

Para obtener la muestra de los tiempos de recorrido, se procedió a completar la planilla que se encuentra adjunta en los anexos.

- **Procedimiento de la practica**

Se realizaron mediciones de los tiempos de recorrido y las demoras utilizando dos cronómetros: uno se utilizó para registrar el tiempo de recorrido y el otro se empleó para medir tiempos de demoras. De esta manera, se procedió a registrar los tiempos para cada línea de transporte público. Se establecieron como condiciones para llevar a cabo estas mediciones que se debía realizar en días laborables, excluyendo los fines de semana (sábados y domingos).

A continuación, se muestra una tabla resumen que resume estos tiempos de recorrido.

## ASOCIACIÓN LOS CHAPACOS

**Tabla 41 Tiempos de recorridos**

<b>Línea</b>	<b>Tiempos de recorrido (min)</b>				<b>Media aritmética</b>	<b>Desviación estándar</b>
101	78,49	82,43	87,94	88,97	84,46	4,91
102	75,98	77,82	75,49	80,68	77,49	2,35
102 BI	96,03	92,87	97,05	92,13	94,52	2,39
102 B2	90,32	93,92	93,63	94,84	93,18	1,97
102 A	108,31	107,95	114,76	113,73	111,19	3,56
103	83,06	89,45	90,87	87,21	87,65	3,41
104	73,57	75,77	83,45	81,56	78,59	4,68
106	76,42	77,87	84,80	80,24	79,83	3,67
107	54,16	55,42	59,05	58,47	56,77	2,36
108 C	54,07	56,57	59,66	56,93	56,81	2,29
108 U	53,59	56,65	59,97	56,27	55,87	1,55
109 M	50,71	56,66	56,08	53,25	54,17	2,75
109 H	67,91	67,72	68,68	68,7185	68,26	0,52

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Determinación de las velocidades de recorrido

Se llevó a cabo un análisis técnico de los tiempos de recorrido con el propósito de calcular las velocidades promedio de cada una de las líneas de estudio.

Sin embargo, es imprescindible la determinación de la distancia total de recorrido, la cual no fue proporcionada por la asociación de sistema de transporte público Los Chapacos. Por consiguiente, se empleó tecnología satelital (google eart) para realizar el trazado de todas líneas de esta asociación para la obtención de las distancias correspondientes a cada una de las rutas del transporte público, posteriormente se realizó el cálculo de las velocidades medias de dichas rutas.

A continuación, se presentan las distancias de cada una de líneas de estudio y de las velocidades medias de recorrido del sistema de transporte público en la ciudad de Tarija.

## ASOCIACIÓN LOS CHAPACOS

Tabla 42 Distancias de recorrido

Líneas	Distancia de ida (Km)	Distancia de retorno (Km)	Total (km)
101	11,90	11,80	23,70
102	11,30	10,10	21,40
102 BI	15,80	14,80	30,60
102 B2	15,60	14,60	30,20
102 A	17,70	16,70	34,40
103	12,87	12,97	25,84
104	11,40	10,70	22,10
106	11,20	11,00	22,20
107	7,91	7,80	15,71
108 C	7,16	8,82	15,98
108 U	8,18	6,53	14,71
109 M	7,39	7,14	14,53
109 H	10,3	10,2	20,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Velocidades de recorrido

Líneas	Velocidades de recorrido (km/h)				Media aritmética	Desviación estándar
101	18,12	17,25	16,17	15,98	16,88	1,00
102	16,90	16,50	17,01	15,91	16,58	0,49
102 BI	19,12	19,77	18,92	19,93	19,43	0,49
102 B2	20,06	19,29	19,35	19,11	19,45	0,42
102 A	19,06	19,12	17,99	18,15	18,58	0,59
103	18,67	17,33	17,06	17,78	17,71	0,70
104	18,02	17,50	15,89	16,26	16,92	1,01
106	17,43	17,11	15,71	16,60	16,71	0,75
107	17,40	17,01	15,96	16,12	16,62	0,69
108 C	17,73	16,95	16,07	16,84	16,90	0,68
108 U	16,47	15,58	15,49	15,69	15,81	0,45
109 M	17,19	15,39	15,55	16,37	16,12	0,83
109 H	18,11	18,16	17,91	17,90	18,02	0,14

Fuente: Elaboración propia



- **Medición de la cantidad de la muestra**

Como se ha expuesto con anterioridad, persiste una incertidumbre en cuanto a la suficiencia de la cantidad de aforos efectuados. En particular, en lo que respecta a los tiempos y velocidades de recorrido, resulta una tarea compleja determinar los requerimientos apropiados en términos del tamaño de la muestra. Afortunadamente, existe un procedimiento que permitirá verificar si el tamaño de la muestra se ajusta a las especificaciones establecidas por la normativa de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte (AASTHO). A continuación, se detalla el proceso de verificación de la muestra.

Para cada categoría de análisis, se han definido tres rangos permitidos, como se detalla a continuación. En nuestro caso particular, estamos realizando un Estudio de Operación del Tráfico, específicamente enfocado en el comportamiento del sistema de transporte público. Por lo tanto, ya hemos establecido nuestro rango de análisis correspondiente.

- Planeación de transporte y necesidades para los estudios en carreteras - +/- 5,0 a +/- 8,0 kph.
- Operaciones del tránsito, análisis de tendencias y evaluaciones económicas - +/- +/- 3,5 a +/- 6,5 kph.
- Estudios de antes y después - +/- 2,0 a +/- 5,0 kph.

A partir de los datos presentados en la Tabla 7, se establece que el rango de velocidades establecido para este estudio se ubica entre 3.5 kilómetros por hora (kph) y 6.5 kph. Para este proyecto, hemos considerado un margen de error máximo de 3.5 kph, ya que, en el contexto del transporte público, no se admite ni se justifican desviaciones significativamente superiores a este umbral. A continuación, se realiza el cálculo de las velocidades medias para cada línea, conforme en la Tabla 7. Es importante recordar que se han realizado un total de cuatro aforos para cada línea.

Se procede a calcular las velocidades correspondientes al transporte público para cada una de las líneas, y posteriormente, se ingresa estos valores en la Tabla 7, como se detalla a continuación.

**Tabla 44 Rango de velocidades para realizar la cantidad de aforos**

Líneas	Velocidades de recorrido (km/h)				Rango promedio (km/hr)	Cantidad de aforos
101	18,12	17,25	16,17	15,98	0,71	3,00
102	16,90	16,50	17,01	15,91	0,67	3,00
102 BI	19,12	19,77	18,92	19,93	0,84	3,00
102 B2	20,06	19,29	19,35	19,11	0,36	3,00
102 A	19,06	19,12	17,99	18,15	0,45	3,00
103	18,67	17,33	17,06	17,78	0,77	3,00
104	18,02	17,50	15,89	16,26	0,83	3,00
106	17,43	17,11	15,71	16,60	0,87	3,00
107	17,40	17,01	15,96	16,12	0,53	3,00
108 C	17,73	16,95	16,07	16,84	0,81	3,00
108 U	16,47	15,58	15,49	15,69	0,39	3,00
109 M	17,19	15,39	15,55	16,37	0,93	3,00
109 H	18,11	18,16	17,91	17,90	0,10	3,00

Fuente: Elaboración propia

El cálculo del rango promedio implica la diferencia entre el valor superior y el valor inferior, siempre que el primero sea mayor que el segundo. En caso contrario, se calcula como la diferencia entre el valor inferior y el valor superior. Luego, se repite este procedimiento entre el segundo y el tercer valor. Una vez obtenidas estas diferencias, se suman y se dividen por la cantidad total de muestras, reducida en una unidad (N-1). Con estos resultados, se accede a la tabla para determinar el número óptimo de aforos a realizar.

En el caso en que el tamaño de la muestra necesario supere el número de aforos ya realizados, se impone la necesidad de extender la recopilación de datos. Este proceso debe llevarse a cabo bajo condiciones de tráfico y ambientales análogas, hasta alcanzar el tamaño de muestra mínimo requerido.

### 3.7 Ascenso y descenso de pasajeros

Se procedió a abordar todas las líneas de estudio en sus respectivas paradas, una vez dentro del taxi trufi, se procedió a realizar el llenado de las planillas para registrar tanto el número de pasajeros que suben al transporte como aquellos que bajan a lo largo de la ruta correspondiente de cada línea. Además, se consideró la ocupación de la línea, es decir, cuántas personas viajaban a bordo en un momento dado. Estos datos se llenaron mediante el uso de la planilla de ascenso y descenso, que se encuentra adjunta en los anexos. La información recopilada desempeñará un papel fundamental para la identificación de los

puntos de máxima demanda, donde se llevará a cabo el conteo de pasajeros correspondiente.

**Tabla 45 Ascenso y descenso en rutas en la mañana**

Líneas	Asientos por trufi	Recorrido total d la ruta								
		07:16	07:31	07:41	07:47	07:58	00:57	08:14	08:29	Total
101	8	4	5	2	3	7				21
			2	9	3	2	1	4		21
102	8	06:33	06:38	06:48	07:02	07:06	07:20	07:36	07:41	Total
		8	3	7		5	6	1		22
			3	7		5	6	1		22
102 BI	8	07:11	07:17	07:26	07:36	07:58	08:13	08:29	08:39	Total
		8			3	3	3	4		21
				5	3	3	3	2	5	21
102 B2	8	07:23	07:29	07:38	07:48	08:10	08:25	08:41	08:51	Total
		8		4	4	2	2	5	0	25
				6	5	4	3	4		25
102 A	8	07:00	07:13	07:20	07:30	07:52	08:07	08:23	08:42	Total
		8		2	3	1	6	4		24
			2	5	3	4	3	4	3	24
103	8	07:14	07:18	07:25	07:43	07:54	08:07	08:27	08:34	Total
		8	2	3	1	5	6	2		27
			3	5	5	1	3	5	5	27
104	8	06:29	06:36	06:51	06:59	07:10	07:17	07:32	07:39	Total
			4	4	1	6	3	1		19
			0	5	3		5	5	1	19
106	8	07:15	07:27	07:39	07:48	07:59	08:08	08:19	08:29	Total
		3	4	4	1	4	4	3		23
			3	2	7		3	6	2	23
107	8	07:16	07:27	07:32	07:38	07:49	07:59	08:09		Total
		3	8	3		8	7			29
			3	3	8	4	3	8		29
108 C	8	06:32	06:37	06:44	06:50	07:00	07:07	07:15	07:22	Total
		4	3	1	3	2	1	3		17
				6			4	4	3	17
108 U	8	06:50	06:55	07:00	07:08	07:24	07:30	07:40		Total
		7		1	6	6	1			21
			3	2	5	4	2	5		21
109 M	8	06:27	06:37	06:42	06:47	06:58	07:03	07:08	07:16	Total
		8		4	5	3			0	20
			4	3	5		5		3	20
109 H	8	06:36	06:46	06:51	06:57	07:07	07:23	07:28	07:37	Total
		8	0	2	0	2	1			13
			2	3	4	1	2		1	13

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 46 Ascenso y descenso en rutas en la tarde**

Líneas	Asientos por trufi	Recorrido total d la ruta								
		12:28	12:43	12:53	12:59	13:10	13:16	13:26	13:41	Total
101	8	2	5	2	4	6	3	2	2	26
				2	6	5	5	6	2	26
102	8	12:46	12:51	13:01	13:15	13:19	13:33	13:49	13:54	Total
		3		4	2	3	5			17
			3	2	3	1	4	1	3	17
102 BI	8	12:02	12:07	12:17	12:27	12:47	13:03	13:19	13:29	Total
		6	2		3	3	4	6		24
				4	3	4	5		8	24
102 B2	8	12:08	12:11	12:23	12:33	12:54	13:09	13:25	13:37	Total
		4		2	6	1	3	6		22
				3	2	1	4	6	6	22
102 A	8	11:58	12:11	12:18	12:28	12:50	13:05	13:21	13:40	Total
		5		1	2	3	2	6	0	19
			3	2	1	3	4			19
103	8	12:33	12:37	12:44	13:02	13:13	13:26	13:46	13:53	Total
		4	1	4	2	4	8	1		24
				4	6	5	1	2	6	24
104	8	11:46	11:53	12:09	12:16	12:27	12:34	12:49	12:56	Total
		3	4	4	7		5			23
			1	4	4	1	6	3	4	23
106	8	12:15	12:27	12:39	12:49	13:00	13:09	13:20	13:30	Total
		3	5	7	3	2		4		24
			3	5	7		3	2	4	24
107	8	11:52	12:03	12:08	12:14	12:25	12:35	12:45		Total
		2	4	3	2	5	4			20
			2	3	5		3	7		20
108 C	8	11:40	11:45	11:52	11:58	12:08	12:15	12:23	12:30	Total
		3	3	1	1	1	5	2		16
				3	3	1	1	5	3	16
108 U	8	12:16	12:21	12:26	12:34	12:50	12:56	13:06		TOTAL
		4	4	2	2	5				17
				2	6	4	3	2		17
109 M	8	12:08	12:17	12:23	12:27	12:38	12:42	12:48	12:56	Total
		4		3	1	7	1	1		17
				1	6	1	3	4	2	17
109 H	8	11:46	11:56	12:01	12:07	12:17	12:33	12:38	12:47	Total
		3	2	3			3	1		12
					3	5		2	2	12

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 47 Ascenso y descenso en rutas en la noche**

Lineas	Asientos por trufi	Rcorrido total d la ruta								
		17:32	17:47	17:57	18:04	18:16	18:20	18:30	18:45	Total
101	8	4	6	2	5	2	4	1		24
			2	7	6	2		3	4	24
102	8	18:18	18:23	18:33	18:47	18:51	18:05	18:21	18:26	Total
		3	4	3	0	0	2	2		14
		0	2	1	1	3	2	1	4	14
102 BI	8	17:50	17:55	18:05	18:15	18:35	18:51	19:07	19:20	Total
		4	3		4	4	2	4		21
			2	4	2	3		6	4	21
102 B2	8	18:04	18:10	18:19	18:29	18:51	19:06	19:22	19:32	Total
		4	3	2	4		6	3		22
				5	3	5	0	3	6	22
102 A	8	17:27	17:40	17:47	17:57	18:17	18:33	18:49	19:07	Total
		3	2	1	3	3	5	3		20
			1	3	3	5	4	1	3	20
103	8	17:52	17:54	18:01	18:19	18:30	18:43	19:03	19:10	Total
		3	3	4	2	2	10	5		29
				6	4	4	6	1	8	29
104	8	18:08	18:12	18:28	18:35	18:46	18:53	19:08	19:15	Total
		2	6	2	6	2				18
				8	2		7	1		18
106	8	17:49	18:01	18:13	18:27	18:33	18:42	18:53	19:03	Total
		4	4	2	4	5				19
			2	4	5		4	4		19
107	8	18:04	18:15	18:20	18:26	18:37	18:47	18:57		Total
		3	4	4	2	6	4			23
			2	4	5		4	8		23
108 C	8	18:08	18:13	18:20	18:26	18:36	18:43	18:51	18:58	Total
		3	5	2		1	5	3		19
				2	7	1	2	3	4	19
108 U	8	17:52	17:57	18:02	18:10	18:26	18:32	18:42	00:00	Total
		3	1	1	5	7				17
				2	4	3	2	6		17
109 M	8	18:16	18:26	18:31	18:36	18:47	18:52	18:57	19:05	Total
		3		2	6	2				13
				4	1	0		2	6	13
109 H	8	18:26	18:36	18:41	18:47	18:57	19:13	19:18	19:27	Total
		2	1	2	1	2	2		0	10
					3	3			4	10

Fuente: Elaboración propia

### 3.8 Puntos de máxima demanda

Los puntos de máxima demanda son aquellos en los que existe un mayor número de personas que quieren viajar en un determinado momento. Estos puntos pueden ser identificados mediante encuestas, estudios de tráfico o análisis de datos.

**Tabla 48 Ascenso y descenso en puntos de máxima demanda**

Puntos de maxima demanda									
<b>101</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>M. A. Sur</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Junin/s.cruz</b>	<b>P./froilan</b>	<b>S. Cruz</b>	<b>O/ bolivar</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	3	1	3	3	2	4	3	4
	Tarde	4	3		3		4	2	4
	Noche	4	3	2	4	4	3		4
<b>102</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>M. A. Norte</b>	<b>Pasarela</b>	<b>P. S. Martín</b>	<b>M. A. Sur</b>	<b>B. Jesus maria</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	6	2	1	2		4	3	6
	Tarde	3		2		2	3	2	3
	Noche	3	2	3	2			4	4
<b>102 B1</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Pasarela</b>	<b>P. S. Martín</b>	<b>N. Terminal</b>	<b>M. A. Sur</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Froilan</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	8	2	3	3	2		3	8
	Tarde	6	2	2	1	3	4	4	6
	Noche	3	3	2	3	3	2	4	4
<b>102 B2</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Pasarela</b>	<b>P. S. Martín</b>	<b>N. Terminal</b>	<b>M. A. Sur</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Froilan</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	8	2	3	3	2		4	8
	Tarde	3	3	2	2	1	2	6	6
	Noche	3		3	5	2	3	5	5
<b>102 A</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Av. Colón/ 24 de junio</b>	<b>P. S. Martín</b>	<b>N. Terminal</b>	<b>M. Abasto del sur</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Froilan</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	8	3		3	3		4	8
	Tarde	5	2	3	3	2	3	3	5
	Noche	4			4	3	4	5	5
<b>103</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Froilan/ h. Mealla</b>	<b>D. Paz/jms</b>	<b>S. Gerónimo</b>	<b>S. Luis</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Froilan</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	8	3	2	3	4		3	8
	Tarde	8	2		2	5	3	5	8
	Noche	3	4	2		3	4	7	7

<b>104</b>	<b>Calles</b>	<b>América /España</b>	<b>Junín/d. Paz</b>	<b>Av. La paz/Iro de mayo</b>	<b>Puente 2 mayo</b>	<b>Colón/bernardita</b>	<b>Bernardita</b>	<b>Froilan</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana		2	5	4	3	2	3	5
	Tarde	4	3	4	2		2	6	6
	Noche	5	2	3	2			8	8
<b>106</b>	<b>Calles</b>	<b>América /España</b>	<b>Av. La paz/boliv ar</b>	<b>C. Ferial</b>	<b>B. Trigal</b>	<b>Froilan</b>	<b>Av. La paz/n.</b>	<b>Av. La paz</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	3	2	2	4	3	4	3	4
	Tarde	4	3	6	2	4	3	2	6
	Noche	5	2	4		6		5	6
<b>107</b>	<b>Calles</b>	<b>America /España</b>	<b>España/ belgrano</b>	<b>G.chaco /m. Quiroga</b>	<b>Av. La paz/ M. Quiroga</b>	<b>Froilan</b>	<b>Av. M. Quiroga/s. Alberto</b>	<b>G. Chaco</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana			3	5	4	6	3	7
	Tarde	4	4		2	5	3	2	5
	Noche	5	3	2		8			8
<b>108 C</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>G. C./ sanandida</b>	<b>C. Ferial</b>	<b>Froilan</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>Av. Belgrano/españa</b>	<b>Av. La paz/boliv ar</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	8	1	2	2	2	4	2	8
	Tarde	4	3	3	1	5	3		5
	Noche	6	2	2	2	4	3	2	6
<b>108 U</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>G. C./ sanandida</b>	<b>Av. Aguayr enda</b>	<b>Av. M. Quiroga/ itau</b>	<b>S. Alberto/ av. La paz</b>	<b>Froilan</b>	<b>C./ ballián</b>	<b>Máximo</b>
	Mañana	6	1	4	2	3	3	2	6
	Tarde	4	2	3			5	4	5
	Noche	2	3	2	4		8		8
<b>109 M</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Colón/11 de febrero</b>	<b>H. M. Infantil</b>	<b>Froilan/m. Abasto</b>	<b>Froilan</b>	<b>Froilan/m. Abasto</b>	<b>Máximo</b>	
	Mañana	8	3		3	3	2	8	
	Tarde	5		4		5		5	
	Noche	2	2			8	2	8	
<b>109 H</b>	<b>Calles</b>	<b>Parada</b>	<b>Colón/11 de febrero</b>	<b>H. M. Infantil</b>	<b>S. Cruz</b>	<b>Av. América /españa</b>	<b>S. Cruz</b>	<b>Máximo</b>	
	Mañana	8	3		4		5	8	
	Tarde	5	3	3		4	3	5	
	Noche	3	2			4		3	

Fuente: Elaboración propia

### 3.9 Cálculo de la eficiencia

#### 3.9.1 Eficiencia en tiempo de recorrido

Debido a que las líneas de transporte público son diferentes entre sí, no se puede tomar un solo parámetro para todas. Para solucionar este problema, se utilizará la Ley N° 165 de agosto de 2011 y el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito.

La Ley N° 165 define el transporte público como "una serie de medios de transporte que actúan conjuntamente para desplazar grandes cantidades de personas en periodos de tiempo cortos". El Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, por su parte, establece que una relación entre el tiempo de recorrido y el tiempo de demoras puede utilizarse para determinar la eficiencia de una ruta.

En resumen, cuanto menor sea el tiempo de demoras de una línea, más eficiente será en su tiempo de recorrido.

**Tabla 49**      **Tiempo de recorrido**

Lineas	Tiempos de recorrido promedio	Tiempos de demoras promedio	Tiempo en marcha	% Eficiencia
101	84,46	19,00	65,46	77,51
102	77,49	17,97	59,53	76,81
102 BI	94,52	19,63	74,89	79,24
102 B2	93,18	19,74	73,44	78,82
102 A	111,19	22,72	88,46	79,56
103	87,65	15,80	71,85	81,97
104	78,59	16,96	61,63	78,42
106	79,83	15,04	64,80	81,16
107	56,77	12,29	44,48	78,35
108 C	56,81	11,26	45,54	80,17
108 U	55,87	13,28	42,59	76,24
109 M	54,17	9,67	44,51	82,16
109 H	68,26	12,45	55,81	81,77

Fuente: Elaboración propia



### 3.9.2 Eficiencia en velocidad de recorrido

Para establecer la velocidad como un indicador de eficiencia en el transporte público, es esencial considerar múltiples criterios, especialmente aquellos basados en las normativas y leyes de nuestro país. En Bolivia, contamos con un Reglamento que ha establecido una velocidad de referencia de 20 km/h como parámetro. Esta cifra se deriva del Reglamento del Código de Tránsito, promulgado el 8 de junio de 1978, específicamente en su Artículo 113, sección (b), que establece la velocidad máxima y promedio para el transporte en áreas de alta circulación de peatones y vehículos.

Además, se encuentra otra referencia relevante en el Manual de Diseño de Calles para Ciudades Bolivianas, que señala que "la velocidad comercial del transporte público en entornos urbanos suele situarse entre 10 y 12 km/h, por lo que alcanzar 18 km/h se considera un objetivo destacado". Esto también puede considerarse como un indicador eficiente para la velocidad del transporte público.

Por lo tanto, se opta por utilizar la velocidad de 20 km/h como parámetro, ya que esta cifra es una referencia comúnmente aceptada en muchos países en términos de velocidad comercial.

**Tabla 50 Velocidad de recorrido**

<b>Líneas</b>	<b>Velocidad teórica recorrido</b>	<b>Velocidades promedio de estudio</b>	<b>% Eficiencia</b>
101	20,00	16,88	84,40
102	20,00	16,58	82,90
102 BI	20,00	19,43	97,17
102 B2	20,00	19,45	97,27
102 A	20,00	18,58	92,89
103	20,00	17,71	88,55
104	20,00	16,92	84,59
106	20,00	16,71	83,55
107	20,00	16,62	83,12
108 C	20,00	16,90	84,49
108 U	20,00	15,81	79,03
109 M	20,00	16,12	80,62
109 H	20,00	18,02	90,10

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia de velocidades se calcula dividiendo la velocidad media por la velocidad teórica. Un porcentaje de eficiencia del 100% significa que el taxi trufi ha circulado en marcha durante todo su tiempo de recorrido.

### 3.9.3 Eficiencia en ascenso y descenso de pasajeros

Esta decisión se basa en la Ley N° 165 de agosto de 2011, que establece que los usuarios tienen derecho a viajar en condiciones de comodidad. En este sentido, un taxi trufi con 8 asientos permite que los pasajeros viajen sentados, lo que garantiza su seguridad y confort.

Además, el Reglamento del Código de Tránsito de 1978 establece que el límite de pasajeros que puede llevar un vehículo se refiere a la capacidad que haya sido construida, es decir, a la cantidad de asientos que ofrece.

**Tabla 51 Puntos de máxima demanda**

Líneas	Asientos por trufi	Puntos de máxima demanda	% Eficiencia
101	8	2,63	32,81
102	8	2,17	27,08
102 BI	8	2,81	35,16
102 B2	8	2,96	36,98
102 A	8	3,04	38,02
103	8	3,15	39,32
104	8	2,50	31,25
106	8	2,77	34,64
107	8	2,94	36,79
108 C	8	2,35	29,43
108 U	8	2,52	31,47
109 M	8	2,16	27,01
109 H	8	1,89	23,62

Fuente: Elaboración propia

Considerar como indicador de eficiencia la disponibilidad de asientos en un taxi trufi, que en este caso específico consta de 8 asientos. Esta elección se fundamenta en el hecho de que la comodidad brindada por una línea de transporte público es un factor crucial para determinar su eficiencia en términos de ascenso y descenso.

### 3.10 Cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio

Para determinar la capacidad vehicular y el nivel de servicio se realizó un análisis de las rutas de las líneas de transporte público taxi-trufi “El Chapaco” donde se determinó que los puntos de estudio serán en las intersecciones más frecuentes de las líneas de transporte público “El Chapaco” es decir, donde crucen y pasen mayor número de líneas, se tomó esta decisión debido a que en este proyecto intervienen las rutas de las líneas y no tramos en específicos.

#### 3.10.1 Ubicación de los puntos de estudio

Los puntos de estudios son los siguientes:

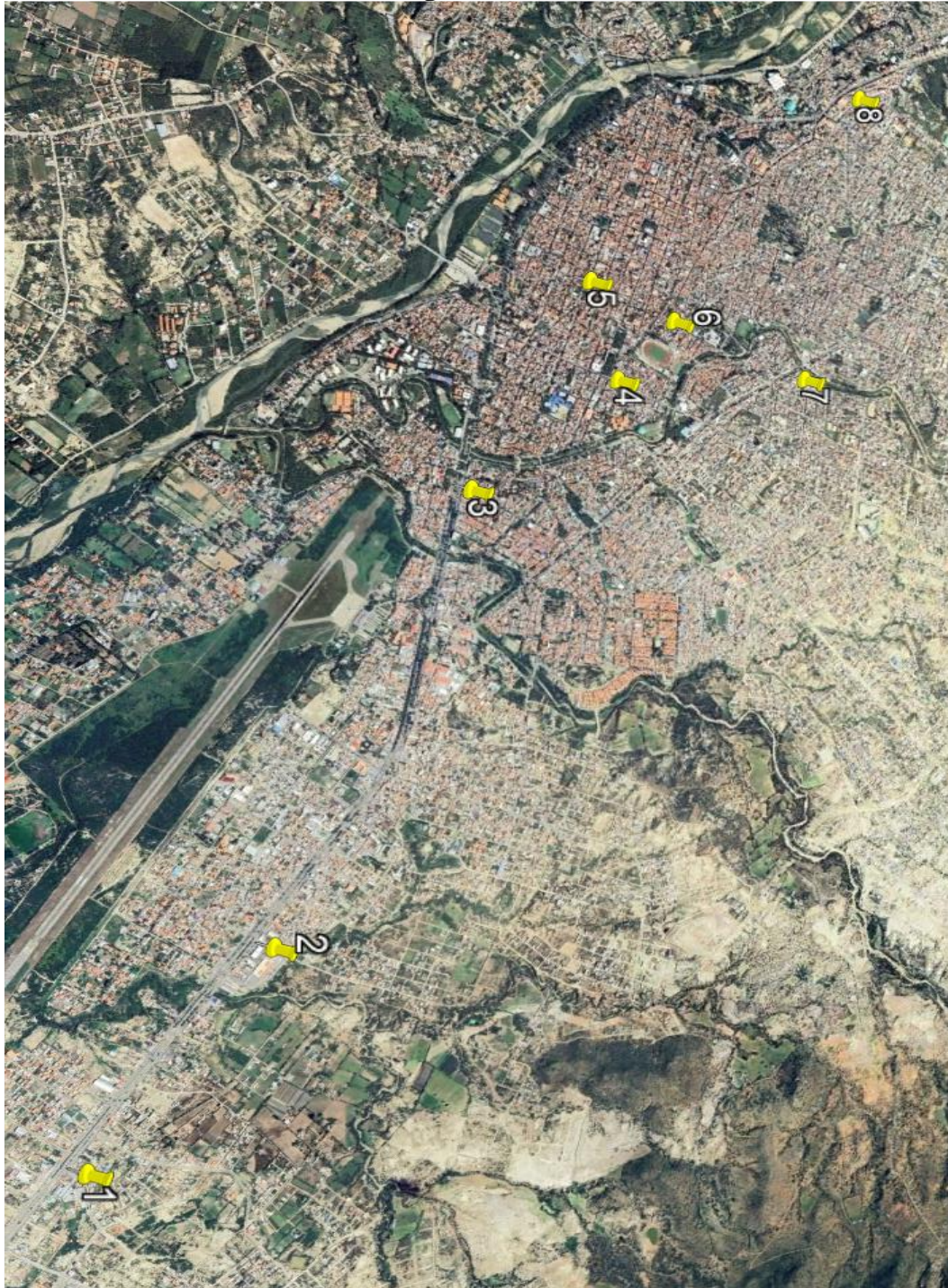
**Tabla 52 Puntos de estudio**

Punto de estudio N <sup>a</sup>	Intersección de estudio
1	Av. Panamericana-Calle sin nombre
2	Av. Panamericana-Calle Simón Rodríguez
3	Av. Panamericana- Calle Alto de la Alianza
4	Av. La Paz-Calle Libertador Simón Bolívar
5	Calle Virginio Lema-Calle Junín
6	Av. Potosí-Calle Junín
7	Av. Circunvalación-Av. San Bernardo
8	Av. Panamericana- Calle Froilan Tejerina

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestra en el plano los puntos de estudio definidos de acuerdo a la Tabla 52

**Figura 31 Puntos de estudios**



Fuente: Elaboración propia

### 3.10.2 Procesamiento de datos

Datos de aforos en el punto 1

Los aforos se realizaron en un periodo de un mes los días martes, jueves y sábado en las horas pico, en un intervalo de tiempo de 15 minutos ya que se considera que este es el intervalo más corto durante el cual puede presentarse un flujo estable.

**Tabla 53 Datos aforados semana 1 – Punto de estudio 1**

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Martes	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		113	3		5	0		24	0	21		268	0		53	1		4
12:00-13:00		124	5		2	0		20	0	36		236	0		45	0		2
18:00-19:00		105	1		0	0		31	0	16		244	0		39	1		5

Día	Acceso 3								
Martes	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	186	84		36	18		2	5	
12:00-13:00	228	96		39	24		4	9	
18:00-19:00	172	76		26	15		2	4	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Jueves	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		134	5		3	0		28	0	37		274	0		54	0		4
12:00-13:00		113	2		1	0		23	0	29		250	0		39	1		0
18:00-19:00		104	4		0	0		19	0	21		231	0		33	0		8

Día	Acceso 3								
Jueves	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	191	107		43	21		4	8	
12:00-13:00	195	92		34	19		4	4	
18:00-19:00	163	83		30	11		2	6	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Sábado	Av. Panamericana									calle S/N								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		125	4		2	0		12	0	23		200	0		42	2		5
12:00-13:00		92	2		1	0		9	0	14		225	0		31	1		3
18:00-19:00		78	2		0	0		6	0	11		200	0		25	0		3

Día	Acceso 3								
Sábado	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	155	72		25	29		3	4	
12:00-13:00	141	63		21	15		2	4	
18:00-19:00	126	45		18	12		2	2	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 54 Datos aforados semana 2 – Punto de estudio 1**

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Martes	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		128	7		5	0		25	0	35		286	0		55	2		6
12:00-13:00		135	5		3	0		16	0	31		259	0		41	0		4
18:00-19:00		103	2		1	0		25	0	23		229	0		29	1		4

Día	Acceso 3								
Martes	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	215	92		35	20		2	7	
12:00-13:00	195	76		29	16		4	5	
18:00-19:00	168	68		24	14		2	2	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Jueves	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		132	4		3	0		25	0	40		291	0		59	0		8
12:00-13:00		115	4		2	0		19	0	35		284	0		44	1		4
18:00-19:00		95	2		0	0		16	0	29		254	0		37	0		5

Día	Acceso 3								
Jueves	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	195	100		50	26		8	8	
12:00-13:00	199	91		38	19		4	6	
18:00-19:00	168	78		25	15		4	6	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Sábado	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		131	4		2	0		10	0	30		182	0		45	4		6
12:00-13:00		103	2		2	0		6	0	16		169	0		29	2		4
18:00-19:00		80	2		1	0		6	0	12		152	0		25	4		4

Día	Acceso 3								
Sábado	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	145	84		32	35		4	5	
12:00-13:00	140	75		27	19		2	3	
18:00-19:00	131	59		18	13		4	5	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 55 Datos aforados semana 3 – Punto de estudio 1**

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Martes	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		128	6		4	0		19	0	25		234	0		52	2		4
12:00-13:00		117	4		3	0		15	0	37		228	0		43	0		5
18:00-19:00		103	2		4	0		24	0	16		225	0		42	2		4

Día	Acceso 3								
Martes	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	172	71		32	16		4	8	
12:00-13:00	204	82		35	20		2	4	
18:00-19:00	183	65		21	12		4	4	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Jueves	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		125	5		4	0		27	0	40		287	0		48	2		4
12:00-13:00		110	3		2	0		21	0	33		254	0		36	2		0
18:00-19:00		99	4		1	0		15	0	29		228	0		31	1		4

Día	Acceso 3								
Jueves	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	185	100		41	7		5	8	
12:00-13:00	187	91		30	3		3	4	
18:00-19:00	130	76		30	4		4	6	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Sábado	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		120	4		3	0		15	0	25		186	0		40	3		4
12:00-13:00		95	2		1	0		8	0	12		165	0		28	2		2
18:00-19:00		87	4		1	0		5	0	9		150	0		20	2		2

Día	Acceso 3								
Sábado	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	139	80		32	24		4	4	
12:00-13:00	115	62		27	14		1	4	
18:00-19:00	108	57		16	10		2	2	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 56 Datos aforados semana 4 – Punto de estudio 1**

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Martes	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		96	4		6	0		19	0	20		268	0		45	2		4
12:00-13:00		121	6		2	0		24	0	24		287	1		49	0		2
18:00-19:00		98	2		2	0		26	0	21		235	0		38	2		0



Día	Acceso 3								
Martes	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	169	72		29	16		4	8	
12:00-13:00	208	81		35	20		2	4	
18:00-19:00	169	69		18	15		5	4	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Jueves	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		142	5		4	0		33	0	33		286	0		62	2		5
12:00-13:00		128	3		2	0		25	0	25		274	0		41	0		2
18:00-19:00		112	4		2	0		19	1	26		224	0		35	1		8

Día	Acceso 3								
Jueves	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	184	92		48	29		4	7	
12:00-13:00	174	98		42	17		2	5	
18:00-19:00	152	76		24	11		5	6	

Día	Acceso 1									Acceso 2								
Sabado	Av. Panamericana									Calle sin nombre								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados			Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00		128	2		2	0		9	0	30		187	2		48	4		6
12:00-13:00		125	4		2	0		7	1	17		169	0		33	2		4
18:00-19:00		117	2		0	0		6	0	16		145	1		17	1		4

Día	Acceso 3								
Sabado	Av. Panamericana								
Hora	Livianos			Medianos			Pesados		
	GI	DF	GD	GI	DF	GD	GI	DF	GD
7:00-8:00	147	70		23	5		4	6	
12:00-13:00	138	62		28	2		2	8	
18:00-19:00	125	53		18	3		3	4	

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.3 Cálculamos el volumen de tráfico

**Tabla 57 Volumen total-Hora: 7:00-8:00**

Mes	Intersección: Av. Panamericana			
	Día	Hora 7:00 - 8:00		
		Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3
Semana 1	Martes	145	347	331
	Jueves	170	369	374
	Sábado	143	272	288
Semana 2	Martes	165	384	371
	Jueves	164	398	387
	Sábado	147	267	305
Semana 3	Martes	157	317	303
	Jueves	161	381	346
	Sábado	142	258	283
Semana 4	Martes	125	339	298
	Jueves	184	388	364
	Sábado	141	277	255
<b>Media Aritmética</b>		153,67	333,08	325,42
<b>Desviación estándar</b>		16,06	52,90	42,64
<b>Rango superior</b>		169,73	385,98	368,06
<b>Rango inferior</b>		137,60	280,19	282,77

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 58 Volumen total-Hora 12:00-13:00**

Mes	Intersección: Calle sin nombre			
	Día	Hora 12:00 - 13:00		
		Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3
Semana 1	Martes	151	319	400
	Jueves	139	319	348
	Sábado	104	274	246
Semana 2	Martes	159	335	325
	Jueves	140	368	357
	Sábado	113	220	266
Semana 3	Martes	139	313	347
	Jueves	136	325	318
	Sábado	106	209	223
Semana 4	Martes	153	363	350
	Jueves	158	342	338
	Sábado	139	225	240
<b>Media Aritmética</b>		136,42	301,00	313,17
<b>Desviación estándar</b>		19,12	55,65	55,74
<b>Rango superior</b>		155,54	356,65	368,91
<b>Rango inferior</b>		117,30	245,35	257,43

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 59 Volumen total-Hora 18:00-19:00**

Mes	Intersección: Av. Panamericana			
	Día	Hora 18:00 - 19:00		
		Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3
Semana 1	Martes	137	305	295
	Jueves	127	293	295
	Sábado	86	239	205
Semana 2	Martes	131	286	278
	Jueves	113	325	296
	Sábado	89	197	230
Semana 3	Martes	133	289	289
	Jueves	119	293	250
	Sábado	97	183	195
Semana 4	Martes	128	296	280
	Jueves	138	294	274
	Sábado	125	184	206
<b>Media Aritmética</b>		118,58	265,33	257,75
<b>Desviación estándar</b>		18,37	50,61	38,86
<b>Rango superior</b>		136,96	315,94	296,61
<b>Rango inferior</b>		100,21	214,73	218,89

Fuente: Elaboración propia

**3.10.4 Cálculo del volumen total**

Los valores dentro de las casillas de color  representan los valores fuera de rango, los cuales no se tomarán en cuenta para el cálculo del volumen final

**Tabla 60 Depuración de valores fuera del rango**

Intersección: Av. Panamericana-Calle sin nombre									
Día	Hora 7:00 - 8:00			Hora 12:00 - 13:00			Hora 18:00 - 19:00		
	Acceso1	Acceso2	Acceso3	Acceso1	Acceso2	Acceso3	Acceso1	Acceso2	Acceso3
Martes	145	347	331	151	319	400	137	305	295
Jueves	170	369	374	139	319	348	127	293	295
Sábado	143	272	288	104	274	246	86	239	205
Martes	165	384	371	159	335	325	131	286	278
Jueves	164	398	387	140	368	357	113	325	296
Sábado	147	267	305	113	220	266	89	197	230
Martes	157	317	303	139	313	347	133	289	289
Jueves	161	381	346	136	325	318	119	293	250
Sábado	142	258	283	106	209	223	97	183	195
Martes	125	339	298	153	363	350	128	296	280
Jueves	184	388	364	158	342	338	138	294	274
Sábado	141	277	255	139	225	240	125	184	206

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 61 Parámetros sin tomar en cuenta los valores fuera del rango**

Intersección: Av. Panamericana-Calle sin nombre									
Parámetros	Hora 7:00 - 8:00			Hora 12:00 - 13:00			Hora 18:00 - 19:00		
	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3
Media Aritmética	151,67	360,71	314,75	135,78	318,14	331,13	125,14	286,88	276,33
Desviación estándar	9,96	26,89	29,04	22,35	21,9	29,43	6,99	20,12	22,66
Rango superior	161,63	387,6	343,79	158,13	340,04	360,55	132,13	307	298,99
Rango inferior	141,7	333,83	285,71	113,42	296,25	301,7	118,16	266,75	253,68
Media Aritmética	152	361	315	136	319	332	126	287	277

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 62 Volúmenes totales**

Volúmenes Total	Acceso 1	Acceso 2	Acceso 3
	138,00	322,33	308,00

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.5 Cálculo de maniobras

Asimismo, para el cálculo de los porcentajes de giro izquierda, giro derecha, vehículos que realizan la trayectoria de frente y el porcentaje de vehículos pesados que circulan por las intersecciones de estudio, para determinar el cálculo de los porcentajes de los giros se realizó el siguiente procedimiento:

Las tablas detallan el volumen de vehículos livianos, medianos y pesados que ejecutaron giros a la izquierda, derecha y se desplazaron en línea recta para acceder al punto 1, en los horarios de 7:00 a 8:00, 12:00 a 13:00 y 18:00 a 19:00. Se calculó el total de vehículos para cada tipo de giro y trayectoria, y se expresaron como porcentajes del total de vehículos que circularon por la intersección.

Es importante destacar que para este cálculo no se consideraron datos que se encontraban fuera del rango previamente establecido.

**Tabla 63 Porcentajes de maniobras en el acceso 1 – Punto de estudio 1**

Hora	Acceso 1					
	7:00-8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
145,00	0	0,00	3	2,07	142,00	97,93
143,00	0	0,00	4	2,80	139,00	97,20
165,00	0	0,00	7	4,24	158,00	95,76
164,00	0	0,00	4	2,44	160,00	97,56
147,00	0	0,00	4	2,72	143,00	97,28
157,00	0	0,00	6	3,82	151,00	96,18
161,00	0	0,00	5	3,11	156,00	96,89
142,00	0	0,00	4	2,82	138,00	97,18
141,00	0	0,00	2	1,42	139,00	98,58
X		0,00		2,83		97,17
Hora	12:00-13:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
151,00	0	0,00	5	3,31	146,00	96,69
139,00	0	0,00	2	1,44	137,00	98,56
140,00	0	0,00	4	2,86	136,00	97,14
139,00	0	0,00	4	2,88	135,00	97,12
136,00	0	0,00	3	2,21	133,00	97,79
153,00	0	0,00	6	3,92	147,00	96,08
139,00	0	0,00	5	3,60	134,00	96,40
X		0,00		2,89		97,11
Hora	18:00-19:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
127,00	0	0,00	4	3,15	123,00	96,85
131,00	0	0,00	2	1,53	129,00	98,47
113,00	0	0,00	2	1,77	111,00	98,23
133,00	0	0,00	2	1,50	131,00	98,50
119,00	0	0,00	4	3,36	115,00	96,64
128,00	0	0,00	2	1,56	126,00	98,44
125,00	0	0,00	2	1,60	123,00	98,40
X		0,00		2,07		97,93
Promedio		0,00		2,59		97,41

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 64 Porcentajes de maniobras en el acceso 2 – Punto de estudio 1**

Hora	Acceso 2					
	7:00-8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
347,00	22	6,34	325	93,66	0,00	0,00
369,00	37	10,03	332	89,97	0,00	0,00
384,00	37	9,64	347	90,36	0,00	0,00
317,00	27	8,52	290	91,48	0,00	0,00
381,00	42	11,02	339	88,98	0,00	0,00
339,00	22	6,49	317	93,51	0,00	0,00
388,00	35	9,02	353	90,98	0,00	0,00
277,00	36	13,00	241	87,00	0,00	0,00
X		9,26		90,74		0,00
Hora	12:00-13:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
319,00	36	11,29	283	88,71	0,00	0,00
319,00	30	9,40	289	90,60	0,00	0,00
274,00	15	5,47	259	94,53	0,00	0,00
335,00	31	9,25	304	90,75	0,00	0,00
313,00	37	11,82	276	88,18	0,00	0,00
325,00	35	10,77	290	89,23	0,00	0,00
342,00	25	7,31	317	92,69	0,00	0,00
X		9,33		90,67		0,00
Hora	18:00-19:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
305,00	17	5,57	288	94,43	0,00	0,00
293,00	21	7,17	272	92,83	0,00	0,00
239,00	11	4,60	228	95,40	0,00	0,00
286,00	24	8,39	262	91,61	0,00	0,00
289,00	18	6,23	271	93,77	0,00	0,00
293,00	30	10,24	263	89,76	0,00	0,00
296,00	23	7,77	273	92,23	0,00	0,00
294,00	27	9,18	267	90,82	0,00	0,00
X		7,39		92,61		0,00
Promedio		8,66		91,34		0,00

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 65 Porcentajes de maniobras en el acceso 3 – Punto de estudio 1**

Hora	Acceso 3					
	7:00-8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
331,00	224	67,67	0	0,00	107	32,33
288,00	183	63,54	0	0,00	105	36,46
305,00	181	59,34	0	0,00	124	40,66
303,00	208	68,65	0	0,00	95	31,35
346,00	231	66,76	0	0,00	115	33,24
283,00	175	61,84	0	0,00	108	38,16
298,00	202	67,79	0	0,00	96	32,21
364,00	236	64,84	0	0,00	128	35,16
X		65,05		0,00		34,95
Hora	12:00-13:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
348,00	233	66,95	0	0,00	115	33,05
325,00	228	70,15	0	0,00	97	29,85
357,00	241	67,51	0	0,00	116	32,49
266,00	169	63,53	0	0,00	97	36,47
347,00	241	69,45	0	0,00	106	30,55
318,00	220	69,18	0	0,00	98	30,82
350,00	245	70,00	0	0,00	105	30,00
338,00	218	64,50	0	0,00	120	35,50
X		67,66		0,00		32,34
Hora	18:00-19:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
295,00	200	67,80	0	0,00	95	32,20
295,00	195	66,10	0	0,00	100	33,90
278,00	194	69,78	0	0,00	84	30,22
296,00	197	66,55	0	0,00	99	33,45
230,00	153	66,52	0	0,00	77	33,48
289,00	208	71,97	0	0,00	81	28,03
250,00	164	65,60	0	0,00	86	34,40
280,00	192	68,57	0	0,00	88	31,43
274,00	181	66,06	0	0,00	93	33,94
X		67,66		0,00		32,34
Promedio		66,79		0,00		33,21

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 66 Porcentajes de vehículos pesados-Punto de estudio 1**

7:00-8:00								
Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3		
Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros
145,00	24	121,00	347,00	5	342,00	331,00	7	324,00
143,00	12	131,00	369,00	4	365,00	288,00	7	281,00
165,00	25	140,00	384,00	8	376,00	305,00	9	296,00
164,00	25	139,00	317,00	6	311,00	303,00	12	291,00
147,00	10	137,00	381,00	6	375,00	346,00	13	333,00
157,00	19	138,00	339,00	6	333,00	283,00	8	275,00
161,00	27	134,00	388,00	7	381,00	298,00	12	286,00
142,00	15	127,00	277,00	5	272,00	364,00	11	353,00
141,00	9	132,00						
151,67	18,44		350,25	5,88		314,75	9,88	
X	12,16		X	1,68		X	3,14	
12:00-13:00								
Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3		
Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros
151,00	20	131,00	319,00	2	317,00	348,00	8	340,00
139,00	23	116,00	319,00	1	318,00	325,00	9	316,00
140,00	19	121,00	274,00	4	270,00	357,00	10	347,00
139,00	15	124,00	335,00	4	331,00	266,00	5	261,00
136,00	21	115,00	313,00	5	308,00	347,00	6	341,00
153,00	24	129,00	325,00	2	323,00	318,00	7	311,00
139,00	8	131,00	342,00	2	340,00	350,00	6	344,00
						338,00	7	331,00
142,43	18,57		318,14	2,86		331,13	7,25	
X	13,04		X	0,90		X	2,19	
18:00-19:00								
Acceso 1			Acceso 2			Acceso 3		
Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros	Total	Pesados	Otros
127,00	19	108,00	305,00	6	299,00	295,00	6	289,00
131,00	25	106,00	293,00	8	285,00	295,00	8	287,00
113,00	16	97,00	239,00	3	236,00	278,00	4	274,00
133,00	24	109,00	286,00	5	281,00	296,00	10	286,00
119,00	15	104,00	289,00	6	283,00	230,00	9	221,00
128,00	26	102,00	293,00	5	288,00	289,00	8	281,00
125,00	6	119,00	296,00	2	294,00	250,00	10	240,00
			294,00	9	285,00	280,00	9	271,00
						274,00	11	263,00
125,14	18,71		286,88	5,50		276,33	8,33	
X	14,95		X	1,92		X	3,02	
Promedio	10,21			1,12			2,21	

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 67 Porcentajes de maniobras de la intersección - Punto de estudio 1**

<b>Maniobras</b>	<b>Acceso 1</b>	<b>Acceso2</b>	<b>Acceso3</b>
% Giro izquierda	0,00	8,66	66,79
% Giro derecha	2,59	91,34	0,00
% Frente	97,41	0,00	33,21
% Pesados	10,21	1,12	2,21

Fuente: Elaboración propia

### 3.10.6 Cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio en las intersecciones

Se desarrollará el cálculo detallado de la capacidad y el nivel de servicio para cada uno de los puntos de estudio. Se ha considerado todas las características y factores específicos de cada punto.

En vista de que nuestro análisis se centra en vías interrumpidas, se optó por emplear el método HCM, que se describe a continuación y se ajusta mejor a las características de nuestro estudio.

A continuación, se describen los parámetros utilizados para el estudio

**Volumen de circulación:** Se determina a partir de los volúmenes aforados en las horas pico para cada acceso que estudio sin tomar en cuenta los valores que se encuentra fuera del rango inferior y superior.

Se determina a partir de los volúmenes aforados en las horas picos para cada acceso de estudio, se calcula los siguientes parámetros:

- Media aritmética
- Desviación estándar
- Rango superior e inferior

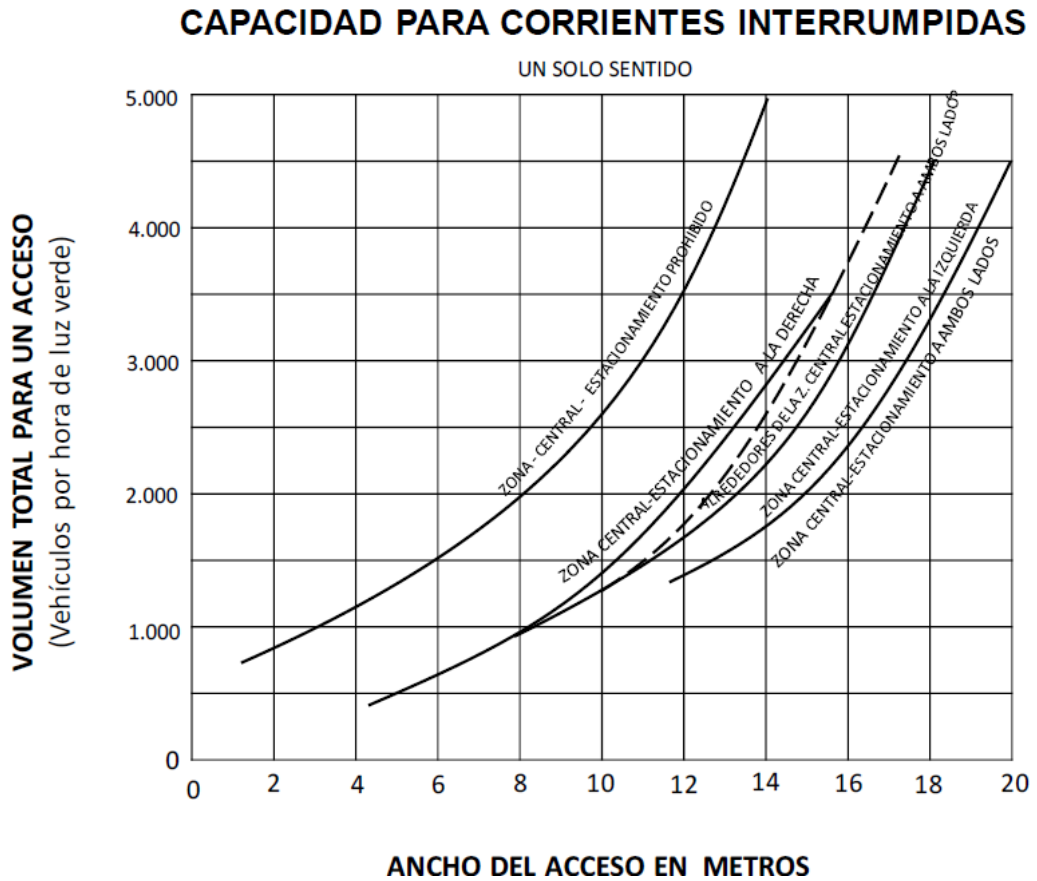
Se depuran los valores que se encuentran fuera de los rangos superiores e inferiores posteriormente se calcula nuevamente los parámetros mencionados obteniendo así el volumen que utilizaremos para el cálculo el cual es la media de las medias.

**Número de sentidos:** Puede ser de un sentido o doble sentido, este dato es requerido para ingresar al ábaco.

**Ancho de acceso:** Este dato es requerido para ingresar al ábaco.

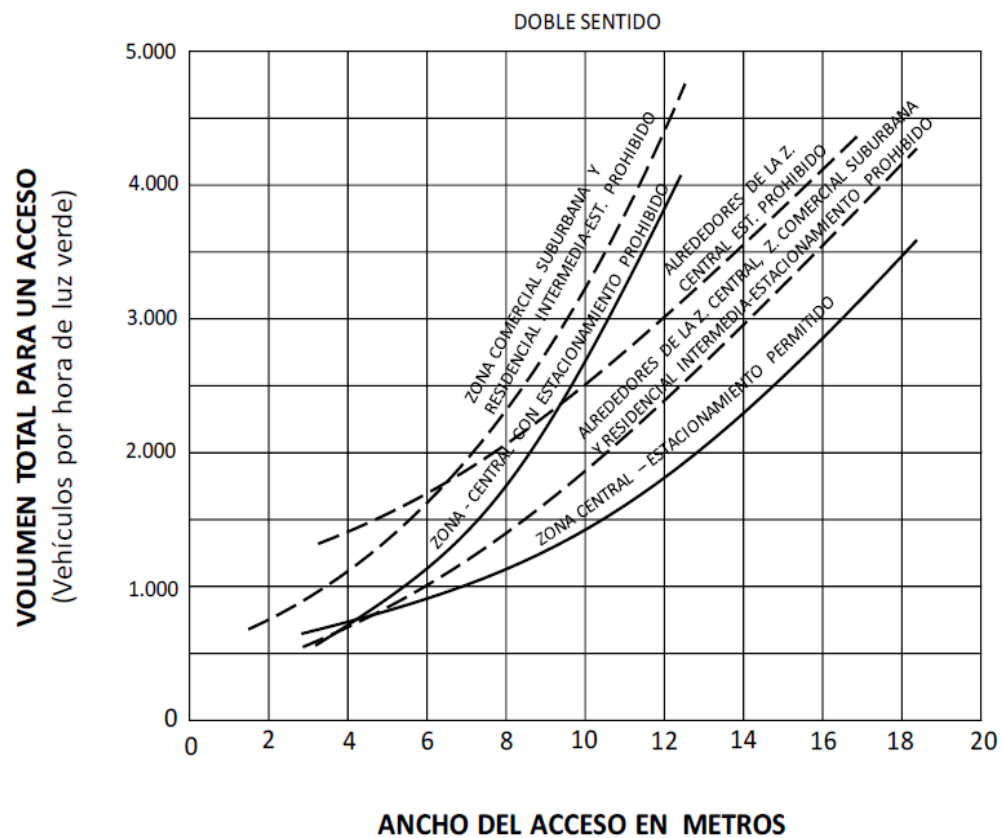
**Capacidad teórica:** La obtención de este dato se realiza mediante el ábaco presentado en las figuras 29 y 30. El ábaco considera dos variables principales: el número de carriles de la vía (uno o dos) y la zona en la que se encuentra ubicada la vía en estudio.

**Figura 32 Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas en un solo sentido**



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

**Figura 33** Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido



Fuente: Manual de ingeniería de tránsito

**% Vehículos pesados:** Se calculará como la media aritmética de los porcentajes de vehículos pesados aforados en cada acceso durante las tres horas pico.

**% Vehículos giro izquierda:** Promedio de los porcentajes de vehículos que realizan el giro a la izquierda registrados en cada acceso durante las tres horas pico.

**% Vehículos giro derecha:** Promedio de los porcentajes de vehículos que realizan el giro a la derecha en cada acceso durante las tres horas pico.

**Por Paradas:** Se debe restar un 10% a la capacidad por paradas de ómnibus antes de la intersección. En el caso de paradas después de la intersección, se restará un 5% en zonas centrales y un 10% en zonas intermedias.

### 3.10.7 Procedimiento de determinación de la capacidad y nivel de servicio

A continuación, se muestra como ejemplo el procedimiento para la determinación de la capacidad real y nivel de servicio en las intersecciones en el punto de estudio 1.

Intersección: Av. Panamericana y Calle sin nombre

#### Datos de entrada

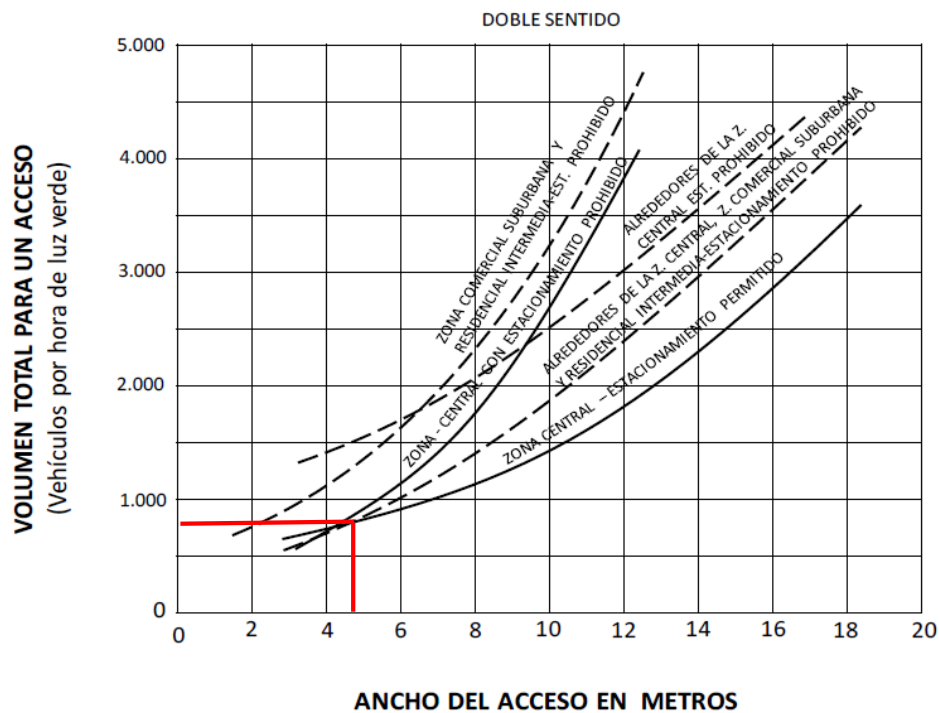
Volumen total  $V=138,00$  veh/hora

#### Capacidad teórica

Numero de sentidos= 2

Ancho de acceso= 4,60 m

**Figura 34** Ábaco para capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido



Fuente: Elaboración propia

Capacidad teórica según el ábaco= 800 veh/h

**Capacidad práctica**

$$Cap. práctica = Cap. teórica * 0,90$$

$$Cap. práctica = 800 \frac{veh}{h} * 0,90$$

$$Cap. práctica = 720 \frac{veh}{h}$$

**Factor de reducción por vehículos pesados**

% de vehículos pesados salientes de acceso 1

VP= 10,21%

$$FVP = 1 - \frac{(\%VP - 10)}{100}$$

$$FVP = 1 - \frac{(10,21 - 10)}{100}$$

$$FVP = 1,00$$

**Factor de reducción por giro a la izquierda**

% de vehículos que realizan el giro a la izquierda salientes del acceso 1

GI=0,00

$$FGI = \frac{(100 - \%GI)}{100}$$

$$FGI = \frac{(100 - 0,00)}{100}$$

$$FGI = 0,00$$

**Factor de reducción por giro a la derecha**

% de vehículos que realizan el giro derecha salientes del acceso 1

GD= 2,59%

$$FGD = 1 - \frac{(\%GD - 10)}{100}$$

$$FGI = 1 - \frac{(2,59 - 10)}{100}$$

$$FGI = 1,07$$

**Factor de reducción por paradas % de paradas antes del acceso**

% de paradas antes del acceso = 0%

% de paradas después del acceso = 0%

$$FPA = \frac{(100 - \%Parada)}{100}$$

$$FPA = \frac{(100 - 0)}{100}$$

$$FPA = 1,00$$

**Capacidad real**

$$Cap.real = Cap.práctica * F_{VP} * F_{GI} * F_{GD} * F_{PASA}$$

$$Cap.real = 720 \frac{veh}{h} * 1,00 * 1,00 * 1,07 * 100$$

$$Cap.real = 772 \frac{veh}{h}$$

**Nivel de servicio**

$$NS = \frac{Volumen}{Capacidad} = \frac{V}{C}$$

$$NS = \frac{138veh/h}{772 veh/h}$$

$$NS = 0,18$$

**Tabla 68 Clasificación del nivel de servicio del acceso 1 del punto de estudio 1**

Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0
B	Flujo estable	≤0,10
<b>C</b>	<b>Flujo estable</b>	<b>≤0,30</b>
D	Próximo al flujo inestable	≤0,70
E	Flujo inestable	≤1,00
F	Flujo Forzado	>1,00

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, en el acceso 1 de la intersección de la Av. Panamericana y calle sin nombre presenta un nivel de servicio C, es decir, que presenta un flujo estable. Este procedimiento debe realizarse para cada uno de los accesos de los puntos de estudio.

A continuación, en la siguiente tabla se muestran los resultados de los tres accesos que tiene la Av. Panamericana y calle sin nombre.

**Tabla 69 Resultados de capacidad y nivel de servicio del punto de estudio 1**

Acceso	Capacidad real veh/h	Relación V/C	N. S.	Tipo de flujo
1	772	0,18	C	Flujo estable
2	560	0,58	D	Próximo al flujo inestable
3	625	0,49	D	Próximo al flujo inestable

Fuente: Elaboración propia

El nivel de servicio de los tres accesos que tiene el punto 1 será el más crítico de la intersección.

Es decir; el nivel de servicio de la intersección de la Av. Panamericana y Calle sin nombre es “D” (Próximo al flujo inestable).

La capacidad real será la menor de los accesos pertenecientes a la Av. Panamericana y Calle sin nombre, ya que a mayor capacidad mejores condiciones de circulación, y a menor capacidad menores condiciones de fluidez en la vía, escogemos el valor más crítico para la intersección; que para este caso será = 560 veh/h.

El desarrollo del cálculo de la capacidad vehicular y nivel de servicio de cada intersección de estudio se puede observar en Anexos.

# **CAPÍTULO IV**

## **RESULTADOS Y ANÁLISIS**



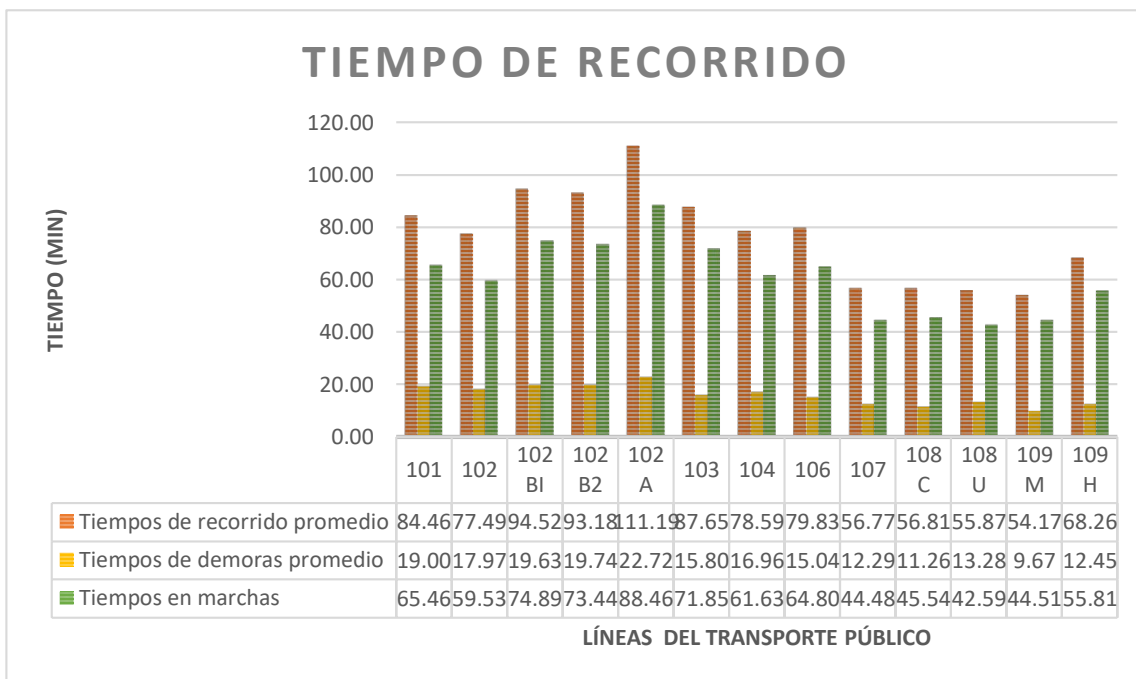
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

#### 4.1 Eficiencia en tiempo de recorrido

A continuación, presentamos los datos recopilados durante los aforos realizados.

**Figura 35 Tiempos de recorrido del transporte público**

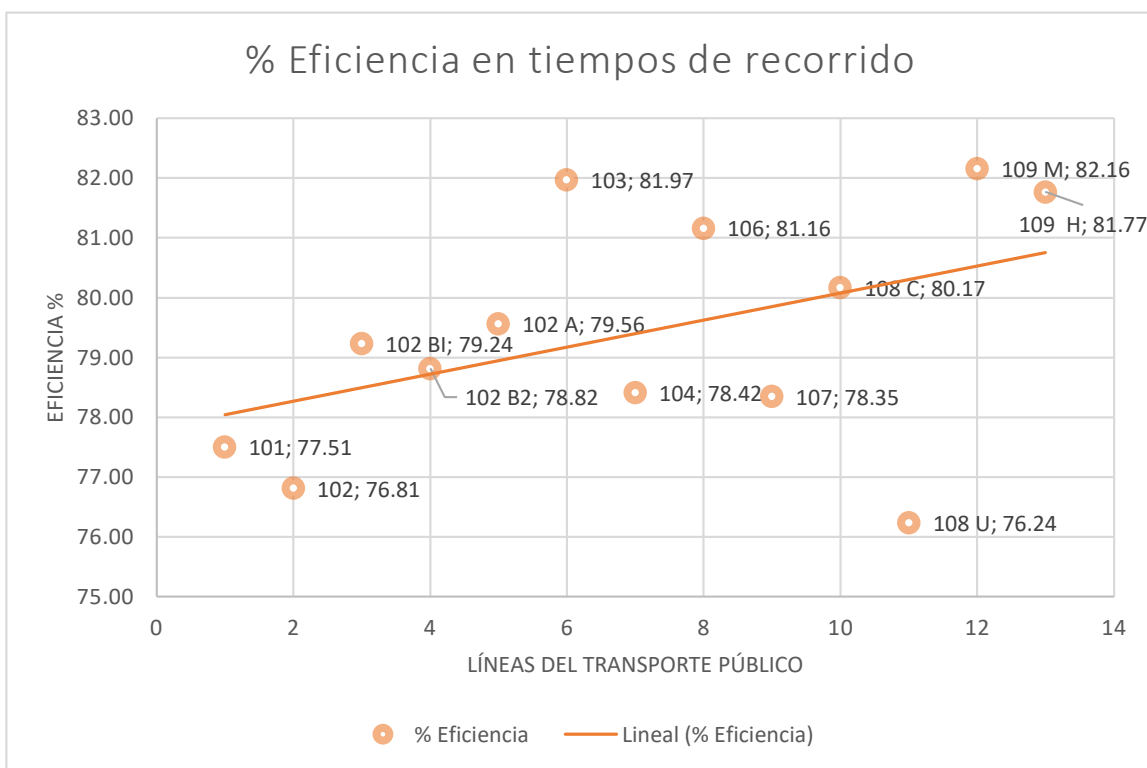


Fuente: Elaboración propia

La figura muestra la recopilación de datos de un periodo de 30 días la cual muestra los tiempos de recorrido, demora y en marcha de las líneas de transporte público.

Al analizar el gráfico, podemos identificar que durante las horas pico, las líneas con mayores tiempos de recorrido son las siguientes: 101, 102 B1, 102 B2, 102 A y 103.

En cuanto a los tiempos de demoras, observamos que las líneas presentan mayores retrasos son las siguientes; 101, 102 B1, 102 B2 y 102 A, estas líneas presentan mayor tráfico en horas picos lo cual ocasiona altas demoras y mayor congestionamiento.

**Figura 36 Eficiencia en Tiempos de recorrido**

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia del transporte público se determinó considerando tanto el tiempo de retraso como el tiempo total de demora de cada línea, también se consideró los tiempos de recorrido que cada línea tiene en su respectivo tramo.

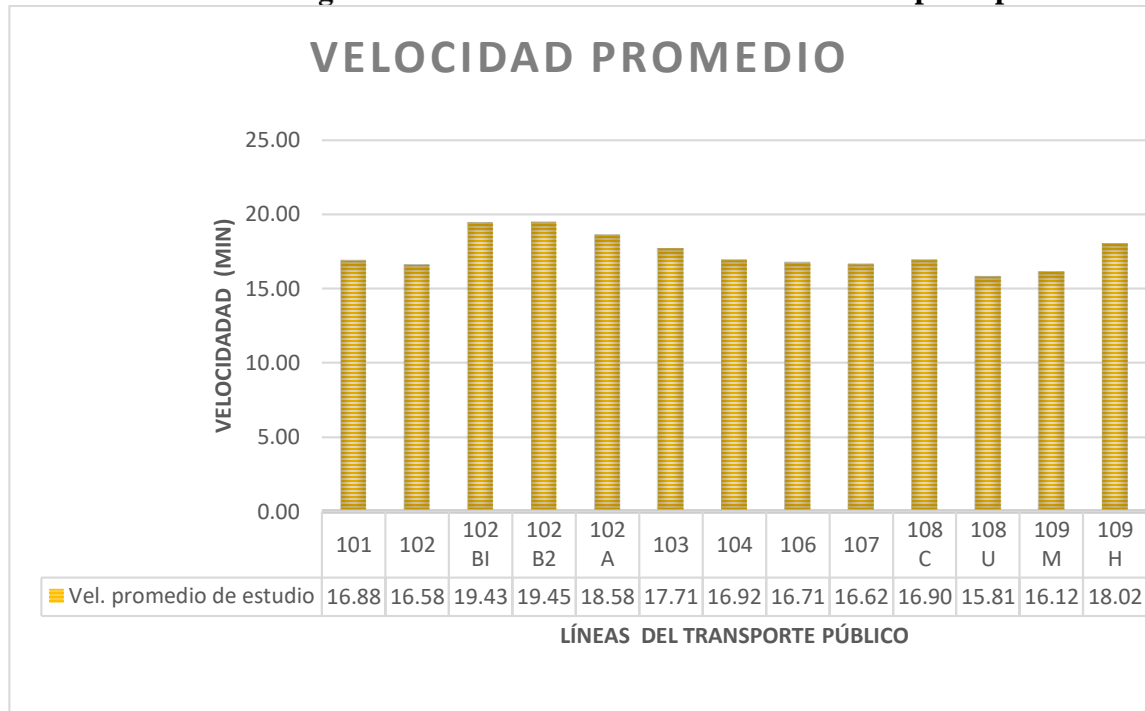
En el gráfico podemos observar las líneas con menor eficiencia, las cuales son las siguientes; 101, 102, 102 B2, 104, 107 y 108 U. Estas líneas son las que experimentan mayores demoras en su tiempo de recorrido.

Por otro lado, las líneas que están por encima de la línea de referencia presentan retrasos aceptables.

## 4.2 Eficiencia en velocidad recorrido

A continuación, presentamos los datos recopilados durante los aforos realizados.

**Figura 37 Velocidades de recorrido del transporte público**



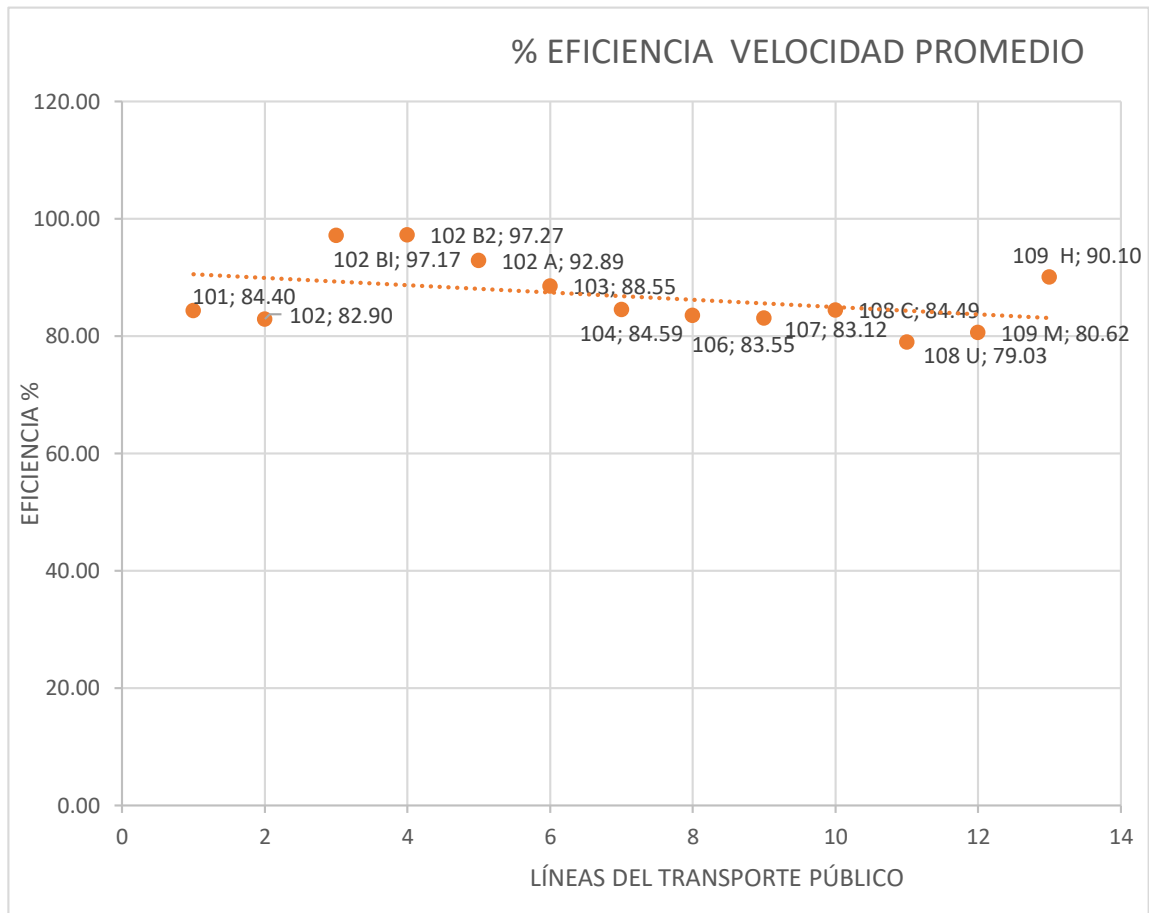
Fuente: Elaboración propia

La figura muestra las velocidades medias calculadas tomando en consideración los resultados de los cuatro aforos realizados en relación a los tiempos de recorrido y la distancia de cada línea.

Es importante destacar que, durante las horas pico, las velocidades de recorrido pueden variar considerablemente entre las diferentes líneas, proporcionándonos una visión del comportamiento promedio de la velocidad a lo largo de la totalidad del trayecto de cada línea.

El gráfico muestra que las velocidades varían significativamente según la línea.

La línea 108 U tiene la velocidad promedio más baja, con 15,81 km/hr. La línea 102 B2 tiene la velocidad promedio más alta, con 19,45 km/hr.

**Figura 38 Eficiencia en velocidades de recorrido**

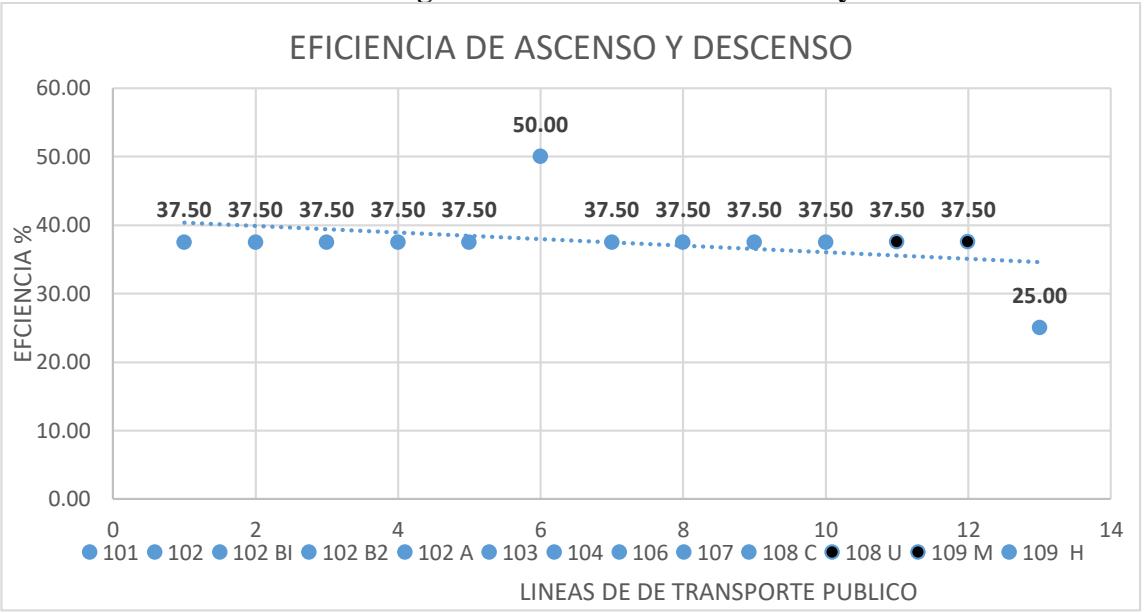
Fuente: Elaboración propia

La figura muestra los resultados de las líneas menos eficientes en relación a su velocidad son las siguientes, 102, 106, 107, 108 U y 109 M debemos recordar que la eficiencia en la velocidad, toma en cuenta el tiempo de recorrido, pero también la distancia a recorrer esto hace que muchas líneas que no tienen un buen tiempo de recorrido puedan tener una mejor eficiencia en su velocidad. Las líneas con mayor eficiencia en cuanto a la velocidad son 102 BI, 102 B2, 102 A, 103 y 109 H

El porcentaje de eficiencia promedio es relativamente alto. Esto sugiere que los taxis turísticos en Tarija son relativamente eficientes en términos de velocidad.

**4.3 Eficiencia de ascenso y descenso**

**Figura 39 Eficiencia en ascenso y descenso**



Fuente: Elaboración propia

La figura muestra la recopilación de datos obtenidos en un periodo de 30 días la cual muestra que las líneas más eficientes son; 101, 102 BI, 102 B2, 102 A, 103, 106 y 107 se puede decir que estas líneas tienen mayor eficiencia ya que en su tramo de recorrido no transita otro tipo de transporte como micros o taxis micro por estas zonas, también hay que analizar las líneas con baja demanda de pasajeros en comparación a las demás líneas son; 102, 108 C, 108 U, 109 M y 109 H.

Las líneas que operan durante las horas pico tienen un porcentaje de eficiencia de ascenso y descenso promedio más alto que las líneas que operan fuera de las horas pico.

Las líneas que recorren distancias más cortas tienen un porcentaje de eficiencia de ascenso y descenso promedio más alto que las líneas que recorren distancias más largas.

**4.4 Cálculo de la eficiencia total de las líneas**

A continuación, se muestra una tabla resumen del cálculo de la eficiencia del transporte público taxi-trufi “El Chapaco” en la ciudad de Tarija.

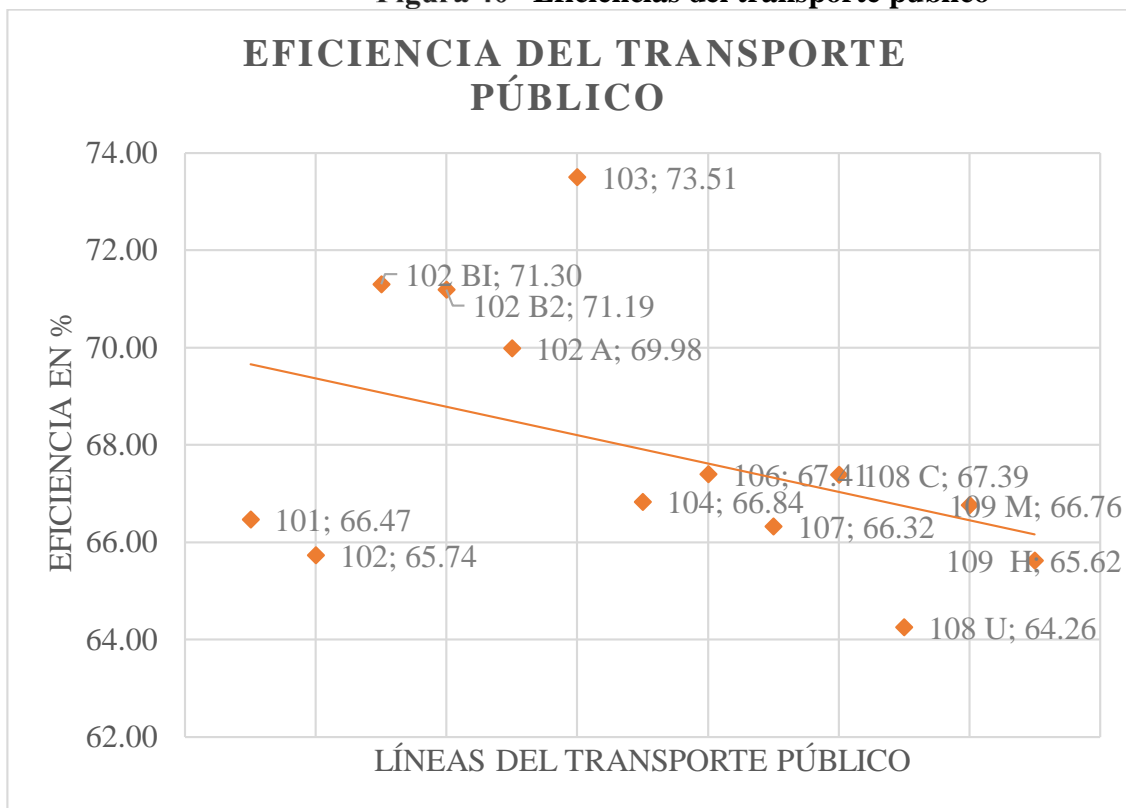
La eficiencia se calculó ponderando los resultados de tres parámetros: ascenso y descenso, tiempo de recorrido y velocidad media.

**Tabla 70 Eficiencias del transporte público**

Asociación	Lineas	Cantidad de asientos	Asc y Ds%	Tiempos de recorrido %	Velocidades de recorrido %	Eficiencia %
Los Chapacos	101	8	37,50	77,51	84,40	66,47
	102	8	37,50	76,81	82,90	65,74
	102 BI	8	37,50	79,24	97,17	71,30
	102 B2	8	37,50	78,82	97,27	71,19
	102 A	8	37,50	79,56	92,89	69,98
	103	8	50,00	81,97	88,55	73,51
	104	8	37,50	78,42	84,59	66,84
	106	8	37,50	81,16	83,55	67,41
	107	8	37,50	78,35	83,12	66,32
	108 C	8	37,50	80,17	84,49	67,39
	108 U	8	37,50	76,24	79,03	64,26
	109 M	8	37,50	82,16	80,62	66,76
	109 H	8	25,00	81,77	90,10	65,62

Fuente: Elaboración propia

Con esta planilla tenemos los datos finales que nos ayudarán a graficar la eficiencia total de las líneas dl transporte público.

**Figura 40 Eficiencias del transporte público**

Fuente: Elaboración propia

En la figura final se observa los resultados del cálculo de la eficiencia del transporte público en la cual se muestra el resumen de los tres parámetros analizados y estudiados en un periodo de 30 días.

La línea que tiene mayor eficiencia es 103 con un porcentaje del 73,51 % y la de menor eficiencia es 108 U con un porcentaje de 64,26 y la 102 con un porcentaje de 65,74 de eficiencia.

Como podemos apreciar en la tabla final de resultados se observa que las líneas tienen una eficiencia mayor al 60%, lo cual significa que el transporte público taxi trufi cumple con tres parámetros, y para que sea realmente aceptable como tendría que tener 70% eficiencia en estos tres parámetros, en nuestros resultados podemos observar que casi la mitad de las líneas no cumplen con estos estándares con un estudio del sistema de transporte público.

Con un estudio mucho mayor y más minucioso por cada línea se tendría datos mucho más exactos que ayudarían con mayor comodidad a mejorar el sistema de transporte público.

#### **4.5 Resultados de la determinación de la capacidad y nivel de servicio**

Se presentan la tabla resumen de los resultados de la determinación de las capacidades y niveles de servicio de para todos los puntos de estudio.

La capacidad real será la menor de los accesos pertenecientes ya que a mayor capacidad mejores condiciones de circulación, y a menor capacidad menores condiciones de fluidez en la vía, escogemos el valor más crítico para la intersección.

La capacidad real de los puntos de estudio, se calculó en base a los porcentajes medios de los vehículos que pasan por la intersección y realizan giros izquierda, derecha o tienen trayectoria de frente, también incluye el factor de vehículos de pesados, factor de paradas.

Para el nivel de servicio que es hallado de tablas a partir de la relación volumen/capacidad.

El desarrollo del cálculo de cada intersección se puede observar en Anexos.

**Tabla 71      Resumen de resultados de la capacidad y nivel de servicio de los 8 puntos**

<b>Punto de estudio</b>	<b>Intersección de estudio</b>	<b>Capacidad real veh/h</b>	<b>Nivel de servicio</b>
1	Av. Panamericana-Calle sin nombre	560	D
2	Av. Panamericana-Calle Simón Rodriguez	336	E
3	Av. Panamericana- Calle Alto de la Alianza	824	F
4	Av. La Paz-Calle Libertador Simón Bolivar	732	F
5	Calle Virginio Lema-Calle Junin	704	D
6	Av. Potosi-Calle Junin	605	E
7	Av. Circunvalación-Av. San Bernardo	609	E
8	Av. Panamericana- Calle Froilan Tejerina	1463	F

Fuente: Elaboración propia

Tras llevar a cabo el análisis de la capacidad y el nivel de servicio en las intersecciones de los puntos seleccionados, se pudo notar una amplia variedad de vehículos en circulación, que van desde automóviles y vagonetas hasta furgonetas, camionetas, taxis, taxitrufris y micros. Además, se identificó la presencia de maquinaria pesada, en su mayoría perteneciente al Servicio Departamental de Caminos. Es importante destacar que tanto el transporte público como el privado transitan por estas calles urbanas.

### **Capacidad**

Analizando la capacidad de los 8 puntos de estudio, obtuvimos valores máximos mínimos y medios, como capacidad mínima tenemos al punto de estudio número 2 la intersección Av. Panamericana-Calle Simón Rodriguez con una capacidad de 336 veh/h, como capacidad máxima tenemos al punto de estudio número 8 la intersección Av. Panamericana- Calle Froilan Tejerina con una capacidad de 1463 veh/h y como capacidad media tenemos al punto de estudio numero 4 la intersección Av. La Paz-Calle Libertador Simón Bolivar.

### **Nivel de Servicio**

Realizados los cálculos para la determinación del nivel de servicio de los puntos de estudio, pudimos determinar que de los 8 puntos, 2 puntos tienen un nivel de servicio D presentando un flujo próximo al inestable, 3 puntos tienen un nivel de servicio E presentando un flujo inestable y por ultimo 3 puntos tienen un nivel de servicio F presentando un flujo forzado.



**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y**  
**RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Mediante el análisis de las 4 asociaciones de transporte público taxi-trufi en la ciudad de Tarija, se seleccionó como zona de estudio a la asociación de transporte taxi-trufi “El Chapaco” porque es la asociación pionera de la ciudad, tiene más rutas de recorrido, también presenta mayor control y es la más consolidada, lo que permite tener mayor solidez en los datos.
- Del recuento de ascenso y descenso de pasajeros realizado en todas las líneas taxi trufi “El Chapaco” en base a los aforos realizados se confirma que en las horas pico existe la mayor cantidad de pasajeros en este caso en las líneas 101, 102B2, 103, 104 y 106.
- Para determinar los tiempos de recorrido se debe realizar los aforos de tiempo de demora como el tiempo de recorrido total donde se procede a abordar un taxi trufis en las horas pico y con ayuda de dos cronómetros se controlará y registrará los tiempos.
- Los puntos para realizar el recuento de pasajeros en las horas de máxima demanda, deben ser las calles con mayor demanda de pasajero que en este caso son la Calle Froilán Tejerina, Av. Gran Chaco, Calle Colón, Calle Santa Cruz, Av. Domingo Paz, Calle España, Av. América y algunas paradas de las líneas que se encuentran en zonas periurbanas, esto permitirá obtener una visión más completa del comportamiento de la demanda en diferentes sectores de la ciudad.
- Para evaluar la eficiencia del sistema de transporte público taxi trufis "El Chapaco" se debe analizar los siguientes indicadores: tiempo de recorrido, velocidad promedio y ascenso y descenso de pasajeros. Para obtener una medida integral de la eficiencia del sistema de transporte, se calculó el promedio de los valores obtenidos para cada uno de los tres indicadores mencionados anteriormente.
- El sistema de transporte público taxi trufi "El Chapaco" presenta una alta eficiencia en los parámetros de tiempo de recorrido y velocidades promedio, con un

porcentaje superior al 70%, esto se debe principalmente a su capacidad para circular por zonas menos congestionadas que no perturban el flujo vehicular de la ciudad, lo que les permite evitar el tráfico vehicular pesado y optimizar sus tiempos de viaje.

- La línea que tiene mayor eficiencia es la 103 con un porcentaje del 73,51 ya que presenta mayor control, tiene frecuencia mucho más corta, su ruta está bien planificada y tiene menor tiempo de demora y la de menor eficiencia es la 108 U con un porcentaje de 64,26 de eficiencia debido a que presenta poca demanda de pasajeros y sus tiempos de espera son más largos.
- Para determinar la capacidad vehicular y el nivel de servicio en las calles urbanas de la ciudad de Tarija en los puntos estudiados mediante el método HCM, tomando en cuenta los porcentajes de las maniobras. La capacidad vehicular varía entre 336 y 1463 vehículos por hora, mientras que el nivel de servicio oscila entre D y F. Estos datos servirán como base para futuros estudios.

## **5.2 Recomendaciones**

El transporte público es una parte esencial de la movilidad urbana. Es una forma de transporte sostenible que puede ayudar a reducir la congestión vehicular, la contaminación y las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para que el transporte público sea realmente eficiente, es necesario tomar medidas para mejorar su calidad y accesibilidad.

- Para mejorar el servicio de transporte público taxi-trufi se recomienda incluir moviidades de mayor capacidad, que pueda transportar mayor número de pasajeros. ya que la población lo prefiere por su menor tiempo de viaje y su cobertura a zonas periurbanas que los micros y taxis no suelen cubrir.
- Se debe mejorar los servicios de transporte público deben ser frecuentes, puntuales y asequibles. Esto incluye aumentar la frecuencia de los servicios, reducir los tiempos de espera y ofrecer tarifas accesibles.
- Las líneas que tienen rutas por zonas alejadas como la 102 BI, 102 B2, 102 A y 103, se recomienda ampliar los horarios de servicio para cubrir las necesidades de los usuarios en horarios nocturnos y fines de semana.

- Se debería realizar nuevos estudios en las líneas 102, 106, 108 y 109 para identificar las nuevas rutas con mayor afluencia de pasajeros y ajustar los recorridos en consecuencia ya que presentan poca demanda de pasajeros.
- Las líneas que tienen mayor demanda de pasajeros como la 101,103,104 y 107 debería implementar un sistema de horarios dinámicos que se adapte a la demanda de pasajeros en diferentes horas picos del día
- Implementar campañas de sensibilización para promover el uso del taxi-trufis como una alternativa eficiente, segura y accesible para la población.
- Desarrollar aplicaciones móviles que permitan a los usuarios consultar rutas, horarios, tiempos de espera y realizar pagos electrónicos
- Se recomienda evitar la creación de nuevas líneas de transporte público en zonas congestionadas de la ciudad. Si el crecimiento demográfico lo exige, se sugiere modificar las rutas de líneas existentes o crear bifurcaciones en las mismas.
- Es necesario promover la concientización de la población sobre la importancia de la educación vial y la educación genera.