

CAPÍTULO I

"MODELOS DE PROYECCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y ASIGNACIÓN DE TRÁFICO A VÍAS CONGESTIONADAS APLICADO AL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA"

1.1.- GENERALIDADES

El gran crecimiento de la población y el parque automotor en la ciudad ha ocasionado el surgimiento de conflictos de circulación, tanto de vehículos como de peatones, en las distintas vías urbanas.

Este aumento del flujo vehicular ha generado problemas a la ciudad, pero sobre todo al área central, cuya capacidad de albergar al parque automotor existente ha colapsado. Lamentablemente las instituciones responsables, hasta el momento no han podido dar solución sobre todo a la problemática generada por el aumento de volúmenes de tráfico y las actividades que se desarrollan al interior del casco central de la ciudad.

Entre los problemas del tráfico vehicular, debemos señalar el referido a las existencia de estacionamientos laterales en la calzada, la concentración de equipamientos como: el mercado central, entidades bancarias, oficinas del Gobierno Municipal, oficinas del Gobierno Departamental, Corte Superior de Justicia, Universidades Católica, Domingo Sabio, colegios, ferias semanales y actividades comerciales en el área central, están generando que una gran cantidad de vehículos saturan el área central y adyacentes, sobre todo si incluimos a esta concentración de vehículos, las paradas de ciertos sindicatos de taxistas en zonas bastante concurridas. La ausencia de parqueos en los edificios que concentran gran cantidad de personas, ha generado que algunas viviendas en franco deterioro, se transformen en playas de estacionamiento, los que además de no presentar un buen aspecto, no cubren la demanda de estacionamiento requerido por la ciudad.

Debido a la tendencia generalizada de priorizar al vehículo, muy por encima del peatón, en la ciudad de Tarija, se ha perdido la tradición del uso de la bicicleta, tan sólo los niños que pueden acudir a la Plaza Sucre, pueden disfrutar de un paseo en bicicleta.

El medio ambiente, es otro de los sistemas que está siendo alterado debido al tráfico vehicular, tanto por la emisión de gases de parte de vehículos que debieran estar fuera de servicio, como por los ruidos emitidos y el congestionamiento vehicular.

Todo este problema que mencionamos anteriormente se produce por la falta de planificación el cual se va incrementando con el pasar del tiempo debido a la falta de estudio en nuestra ciudad hablando específicamente de los volúmenes de tráfico que van en aumento sin control alguno, por lo que surgen la necesidad de realizar investigaciones, estudios de tráfico la cual vayan a resolver el problema y dar una pronta solución, para así dar una mejoría al departamento de Tarija, evitando producir un caos vehicular en toda la zona central, alterando la calidad de vida, deterioro de la infraestructura vial, contaminación ambiental.

Lo que se pretende con este proyecto es elaborar un estudio de volumen de tráfico vehicular actual, para así poder aplicar los modelos de proyección vehicular mediante los modelos matemáticos que nombramos a continuación: Regresión lineal simple, Regresión curvilínea de tipo exponencial, Regresión curvilínea de tipo potencial, Regresión curvilínea de tipo logarítmico ya que para proyectar una calle o se tenga que realizar un planificación de tráfico; es de suma importancia determinar el volumen de tráfico proyectado, a lo que se suma la variación, tasa de crecimiento y de su composición. Los errores durante esa fase llevan a que el proyecto sirva por escaso tiempo o que no sea una solución sostenible.

1.2.-JUSTIFICACIÓN

Las condiciones actuales en las que está inmerso el tráfico de la ciudad de Tarija amerita realizar acciones preventivas y correctivas a objeto de no llegar a un caos que a futuro podría presentarse donde las soluciones pueden ser más costosas.

Con lo mencionado anteriormente surge la necesidad de contar con estimaciones de los volúmenes de tráfico vehicular proyectado lo más próximo a los que se darán en la realidad, de tal manera que se puedan construir mejoras de mayor calidad técnico/económicas.

El comportamiento de tráfico es dinámico en las ciudades, más aún teniendo que en los últimos años ha existido en nuestro país un incremento inusual del parque automotor en las ciudades, dando lugar a un volumen de tráfico en los centros de las ciudades donde muchas de sus vías están a punto de llegar al congestionamiento.

El presente estudio tiene como finalidad la comparación de los modelos, que se mencionaran, para la determinación del crecimiento normal del tráfico, tendientes a ofrecerle al planificador herramientas que faciliten la selección adecuada del modelo a utilizar, pero que en ninguno de los casos remplazan la experiencia y el criterio del mismo.

Es necesario realizar el presente trabajo ya que sólo de esa manera será posible contar con la suficiente información de los volúmenes de tráfico en el casco central de la ciudad de Tarija de manera que se pueda determinar el grado de congestionamiento que tienen estas vías. Con el análisis que se realizara utilizando diferentes métodos, se determinará el método más aplicable y el que mejor se ajuste a las condiciones de nuestro medio, además de que tenga mayor certeza y resultados más óptimos o similares a los que se darán en la realidad

Los resultados podrán utilizarse por las instituciones encargadas del tráfico y transporte para plantearse acciones de carácter inmediato, mediato y a futuro con el propósito de evitar vías congestionadas en el casco central de la ciudad de Tarija.

1.3.-DISEÑO TEÓRICO

1.3.1.- Situación Problemica

Sin duda que una de las preocupaciones más importantes en la ciudad de Tarija, es el constante incremento del parque automotor y por ende el mayor volumen de tráfico que circulan por las vías urbanas, generando en muchas de ellas el congestionamiento vehicular.

También la concentración de líneas y buses que saturan en las calles estrechas del centro dañinas para la imagen urbana y para la calidad de aire. La falta de atención a la problemática e importancia a la situación del tráfico vehicular en vía urbana especialmente en la zona central de Tarija, conlleva a desarrollar una ciudad con trancadera, la semaforización que no está actualizada, falta de parqueos de transporte público, falta de señalización contaminación, inseguridad vial. En síntesis, una ciudad con baja calidad de vida genera incomodidad a sus habitantes .La situación se agrava en la ciudad debido a los problemas de diseño y la conservación en la vialidad de la ciudades, estilo de conducción que no respeta a los demás, defectuosas información sobre la condiciones de transito y gestión inapropiada de las autoridades competentes. Además, reciben perjuicios todos los habitantes de las urbes, en término de deterioro de su calidad de vida en aspectos tales como mayor contaminación acústica y atmosférica, impacto negativo sobre la salud y sostenibilidad de las ciudades a largo plazo, todo lo cual hace necesario mantener la congestión bajo control.

1.3.2.- Problema

¿A partir de la utilización de modelos matemáticos para la proyección del tráfico se pueden determinar las condiciones críticas que tienen las vías de la ciudad de Tarija y su incidencia de los volúmenes proyectados en su semaforización?

1.4.- OBJETIVOS DEL TRABAJO

Los objetivos del presente trabajo son los que enunciamos a continuación:

1.4.1.- Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de la proyección del tráfico, utilizando diferentes modelos de proyección y así poder establecer cuál es el modelo más aplicable a nuestro medio que se desarrollara en el casco central de la ciudad de Tarija y plantear la distribución de los volúmenes proyectados y asignación de tiempos verdes en la semaforización de las vías estudiadas.

1.4.2.-Objetivos Específicos

- Analizar en un marco teórico de ingeniería de tránsito con respecto a los parámetros de volumen de tráfico, modelos de regresión simple para la proyección de los volúmenes de tráfico y la semaforización para la asignación de los tiempos verdes en vías de estudio.
- Determinar el área central conflictiva para aplicar los modelos de proyección, para posteriormente obtener una nueva distribución de sus volúmenes a partir de los nuevos volúmenes proyectados y realizar asignación de tiempos verdes en la semaforización.
- Realizar aforos de vehículos, mediante un conteo manual en intersecciones dentro el casco central de Tarija, para posteriormente mediante procedimientos estadísticos determinar los volúmenes de tráfico actuantes.
- Realizar las mediciones de tiempos de ciclos y fases en intersecciones con semáforos existentes en las vías de estudio.
- Analizar los diferentes modelos de regresión simple para la proyección del volumen de tráfico (regresiones lineales y curvilíneas): regresión lineal simple, regresión curvilínea de tipo exponencial, regresiones curvilíneas de tipo potencial, y regresión curvilínea de tipo logarítmica

- Realizar la proyección de los volúmenes de tráfico en las intersecciones de estudio, utilizando los modelos matemáticos: regresiones lineales y curvilíneas
- A partir de los resultados del modelo de proyección realizar la distribución del flujo vehicular en la misma vía con sus nuevos respectivos volúmenes proyectados.
- Realizar el ajuste de tiempos de ciclos y fases en las intersecciones con semáforos existentes y diseñar tiempos de ciclos y fases en intersecciones que no cuentan con semáforos, con sus respectivos volúmenes obtenidos y los volúmenes proyectados.
- Analizar comparativamente los diferentes modelos de proyección aplicados en las vías congestionadas
- Plantear acciones a la problemática de las vías congestionadas para el mejoramiento de la circulación vehicular en el casco central de la ciudad de Tarija.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones

1.5.- DISEÑO METODOLÓGICO

1.5.1.- Unidades de Estudio Decisión Muestra.

Las unidades de estudio son las siguientes:

a) Unidad de Estudio

Volúmenes de tráfico y semaforización en las vías urbanas de la ciudad de Tarija.

b) Población

Volúmenes de tráfico y semaforización en el casco central de la ciudad de Tarija.

c) Muestra

Volúmenes de tráfico y semaforización en dieciséis intersecciones del casco central

d) Muestreo

Son las siguientes intersecciones:

CUADRO NRO.1 LAS 16 INTERSECCIONES DE ESTUDIO DEL CASCO CENTRAL DE LA CIUDAD DE TARIJA

Nº	Intersecciones
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo
3	Calle Ingavi - Calle Colón
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón
8	Calle La Madrid - Calle Suipacha
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha
11	Calle Bolívar -Calle Méndez
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz
14	Calle Santa Cruz - Calle La Madrid
15	Calle Bolívar -Calle Junín
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín

Fuente: Elaboración Propia

1.5.2.- Métodos y Técnicas Empleadas

a) Método

EL método que se utilizara será en inductivo (es decir a mayor volumen a través de los años proyectados va a ver diferentes comportamientos del tráfico vehicular y por consiguiente se necesitan diferentes tiempos de ciclo y fase de semaforización.)

b) Técnicas empleadas

Mediciones y aforos de tipo experimental (Trabajo de Campo en este punto se aplica la técnica de aforo manual para ello es necesario contar con la información necesaria de la zona de estudio por lo que tenemos un plano del área específico donde fijaremos puntos claves para luego realizar los aforos de forma ordenada y correcta)

1.5.3.-Medios

- Se utilizara un cronometro y reloj, se dispone de una planilla que tenga todas las características y todos los datos necesarios para realizar un buen aforo de vehículos de forma clara, sencilla y para ello es necesario contar con una tabla de apoyo. El bolígrafo para realizar las anotaciones de los datos necesarios.
- Computadora: es importante, sustancial para procesar los datos que se obtendrán especialmente utilizando la herramienta el Excel sobre todo la hoja de cálculo y las gráficas para su mejor interpretación y el análisis de sus resultados

1.5.4.- Metodología

a) Recopilación de datos

Para iniciar el estudio de tráfico se necesita la información de campo, donde su magnitud abarca la recolección de datos, es decir volúmenes de tráfico, comportamientos de los semáforos existentes.

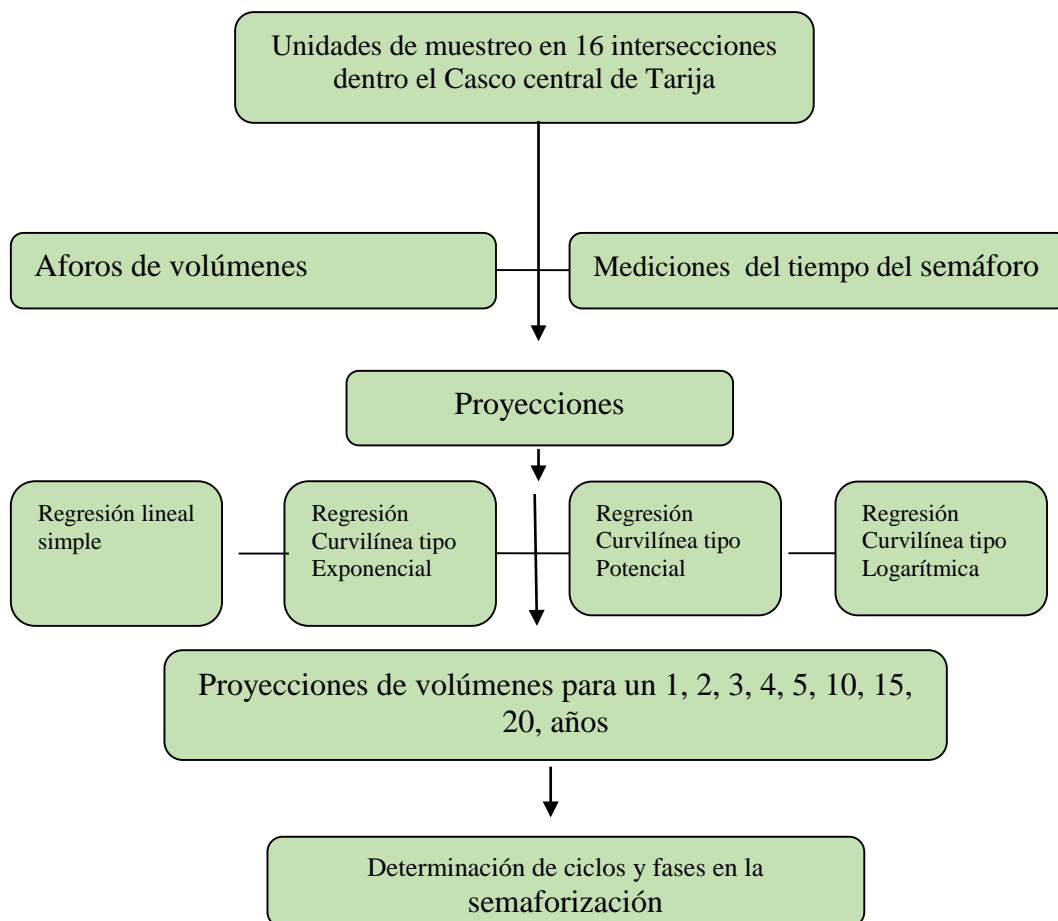
b) Procesamiento y análisis

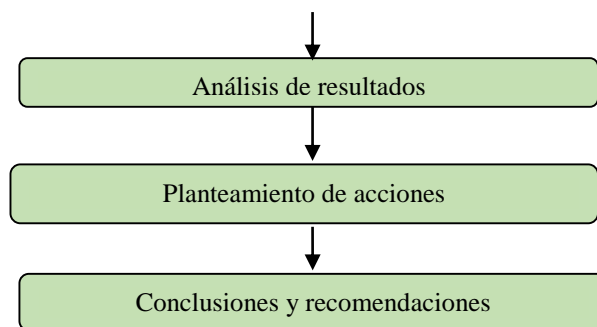
Toda información que se obtenga de la recolección de datos serán procesados, para lo cual programas computacionales principalmente estadísticos pueden ser de utilidad; es también útil la representación de la información procesados en esquemas gráficos que ayuden visualmente al análisis del problema. Se hará un análisis de toda la información procesada

c) Planteamiento de acciones

Como el resultado del análisis se plantea acciones con un orden de priorización, es decir habrán algunas actividades inmediatas, otras a mediano plazo y otras a largo plazo todas las acciones tendrán que ser técnicas y que apunten a ser de bajo costo.

GRÁFICA NRO. 1 METODOLÓGICA PARA ELABORACIÓN DEL PROYECTO





Fuente: Elaboración Propia

1.6.- ALCANCE DEL ESTUDIO

El trabajo contiene una breve introducción inicialmente, sobre generalidades de tráfico, para un buen estudio de proyección del tráfico en las intersecciones elegidas, para el estudio se tomara en cuenta datos históricos de las vías de estudio, donde se plantea elaborar un comparación en base a datos históricos y datos actuales, para poder realizar la determinación de la proyección del trafico. Se plantea el problema que será objeto de resolución mediante el estudio que se realizara.

En cuanto a la justificación del estudio sobre el tema se hace un enfoque de cómo la información de volúmenes de trafico proyectados es necesaria para las autoridades correspondientes, para que ellas con esta información puedan tomar acciones en cuanto a mejoramiento o reordenamiento de las diferentes intersecciones en estudio, además de que al determinar la proyección del trafico por diferentes modelos , se pueda realizar una comparación de los resultados y establecer un modelo que se adecue mejor a nuestro medio.

En la parte de los objetivos perseguidos, el objetivo general es de realizar un estudio para determinar la proyección del trafico por diferentes modelos, en base a datos históricos y mediciones actuales del tráfico vehicular para establecer el modelo más adecuado, realizar la distribución direccional con los volúmenes proyectados y asignación de tiempos verdes en la semaforización con sus respectivos volúmenes de demanda del parque automotor. En cuanto a objetivos específicos estudiar aspectos generales de la ingeniera de tráfico, establecer metodologías para analizar el flujo

vehicular, detallar los métodos que se emplearan para realizar la proyección de volúmenes de tráfico, realizar una recopilación de la información disponible y aforos en puntos determinados de las intersecciones escogidos, y de llevar a cabo el procesamiento de los datos para obtener los resultados esperados.

También describiremos los aspectos generales de la ingeniería de tráfico se tomara en cuenta conceptos de la ingeniería de tráfico generales, función de la ingeniería de tráfico, organización de la ingeniería de tráfico, los elementos fundamentales del tráfico, en parámetros fundamentales se estudiara el volumen, en bases generales para tener un entendimiento de cada aspecto, en parámetros complementarios de tráfico se estudiara señalización, semaforización.

Asimismo se analizaran los volúmenes de tráfico, tipos, se verán las metodologías más usadas para la elaboración de los aforos, uso de los volúmenes de tráfico, características de los volúmenes de tráfico, distribución y composición de los volúmenes de tráfico, variación del volumen de tráfico donde se estudiara Variación horaria del volumen de tráfico, se realizara un estudio de los modelos que se utilizaran para la determinación de los volúmenes de tráfico futuro como por ejemplo: (regresiones lineales simples y curvilíneas)

La aplicación práctica contiene: Ubicación del área de estudio donde se detallara , ubicación del área de estudio en cuanto a zona, provincia, departamento y país, características del área de estudio donde se estudiaran las intersecciones en el casco central, se obtendrán los datos históricos en el área de estudio, se hará una recolección de datos para el estudio, donde se procederá al aforo de volúmenes, mediante el cual por el periodo de un día en diferentes vías para establecer horas picos para proceder a aforos de volúmenes máximos en las diferentes intersecciones de estudio, en el procesamiento de datos se determinara la proyección de volúmenes de tráfico por los modelos de (regresiones lineales simples curvilíneas), se procederá a un análisis comparativo entre los diferentes modelos que se utilizaran para la determinación de la proyección de volúmenes de tráfico para establecer el modelo que mejor se adecue a nuestro medio.

Finalmente estableceremos las conclusiones a las que se llegaran luego de haber concluido el trabajo, observando cuales de los objetivos se realizaron de forma exitosa, además de especificar las posibles recomendaciones, con las cuales se podrá determinar el método más adecuado a nuestro medio

CAPÍTULO II

ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

2.1.- INTRODUCCIÓN

Unos de los objetivos de este capítulo es el de conceptualizar de una manera muy clara y general todos los elementos y parámetros del tráfico en cuanto se refiere al estudio de aplicación de los modelos de proyección de volúmenes de tráfico, y su incidencia en la semaforización, tomando en cuenta que la ingeniería de tránsito para conseguir que la circulación de personas y mercancías sea segura, rápida y económica

2.2.- LA INGENIERÍA DE TRÁFICO

La ingeniería de tráfico es una rama de la ingeniería cuyo objetivo es estudiar, analizar y dar soluciones a la problemática del transporte. Se entiende por transporte a toda forma o medio de llevar de un punto a otros pasajeros o cargas¹.

2.3.-SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Para plantear una solución al problema de tráfico se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- La circulación de vehículos de diferentes tipos y características por un mismo camino o carretera
- La superposición de vehículos en caminos inadecuados

¹ Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 31

- La falta de planificación del tráfico y las condiciones físicas por donde circule
- La falta de consideración al automóvil como una necesidad pública
- La falta de responsabilidad y asimilación del problema por parte de las entidades de gobierno y los mismos usuarios.

En base al análisis de esos factores principales o básicos se plantean 3 tipos de soluciones que son:

- a) Solución Integral
- b) Solución Parcial de alto costo
- c) Solución parcial de bajo costo

a).- Solución Integral

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

b).- Solución Parcial de Alto Costo

Esta solución consiste en realizar cambios necesarios en las vialidades aprovechando al máximo lo que se tiene, cuyos cambios requerirán fuertes inversiones económicas, por ejemplo: ensanchamiento de calles, modificaciones de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados, etc.

c).- Solución Parcial de Bajo Costo

Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con cambios que requieran poca inversión. En este tipo de solución tiene una gran importancia y

participación la reglamentación del tránsito así como la disciplina y educación de parte del usuario².

2.3.1.-Bases de La Solución

Para encontrar una solución y que ésta sea la más adecuada de menor costo económico se tienen pilares importantes que son las bases de esta solución como ser:

- La ingeniería de tráfico
- La educación vial
- La normalización o reglamentación adecuada
- Vigencia o control policial

2.3.2.- Metodología

Para atacar este problema se deben seguir seis pasos sucesivos que permitirán el planteamiento del mismo, de tal manera que la solución sea lógica y práctica³:

- Observación de la problemática
- Formulación de la hipótesis de la problemática y solución.
- Recopilación de datos
- Análisis de datos
- Proposición concreta y detallada
- Estudio de los resultados obtenidos

2.4.- ELEMENTOS DE TRÁFICO

Los elementos fundamentales básicos que hacen que produzcan los flujos de tránsito y que por lo tanto interactúan entre sí, esto son:

- El Usuario
- Vehículo
- El camino

² Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 19

³ Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 24

2.4.1 Elemento Usuario

Consideramos elemento usuario a los conductores y peatones ambos dentro del problema de tráfico están regidos como usuarios⁴

a).-conductor.- El conductor constituye el elemento de tránsito más importante, ya que el movimiento y calidad de circulación de los vehículos dependerá fundamentalmente de ello para adaptarse a las características de la vía y de la circulación. Es necesario conocer el comportamiento o factores que influye en sus condiciones físicas y psíquicas.

.CUADRO NRO.2 FACTORES QUE AFECTAN AL CONDUCTOR

Factores internos	Psicológicos	Motivacion Experiencia Personalidad Estado de ánimo
	Físicos	Vista Adaptación luminosa Altura del ojo Otros sentidos
	Psicosomáticos	Cansancio Sexo Edad
Factores externos	Tiempo(meteorológico) Uso del suelo Tráfico Características de la vía Estado del firme	

Fuente: Manual de Carreteras Luis Blañon Blázquez

Elaboración Propia⁵

b).- El peatón

El peatón es considerado a toda la población en general, son todas aquellas personas desde un año hasta cien años de edad, es un usuario mucha más indisciplinado que el conductor, siendo uno de los que más incumple con las reglamentaciones y normas de tránsito⁶.

⁴ Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 42

⁵ Elementos de Proyecto Manual de Carreteras Luis Blañon Blázquez Pág. 41

⁶ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 43

GRAFICO NRO.2 ELEMENTOS FUNDAMENTALES EN TRÁFICO



Fuente: Elaboración Propia

2.4.2.- Elemento vehículo

Es el elemento que permite el transporte de carga y pasajeros de un punto a otro, es el elemento que circula en vías urbanas y carreteras, es el que mayor avance tecnológico ha tenido con el pasar de los años y por lo tanto es el menos conformante con las vías.

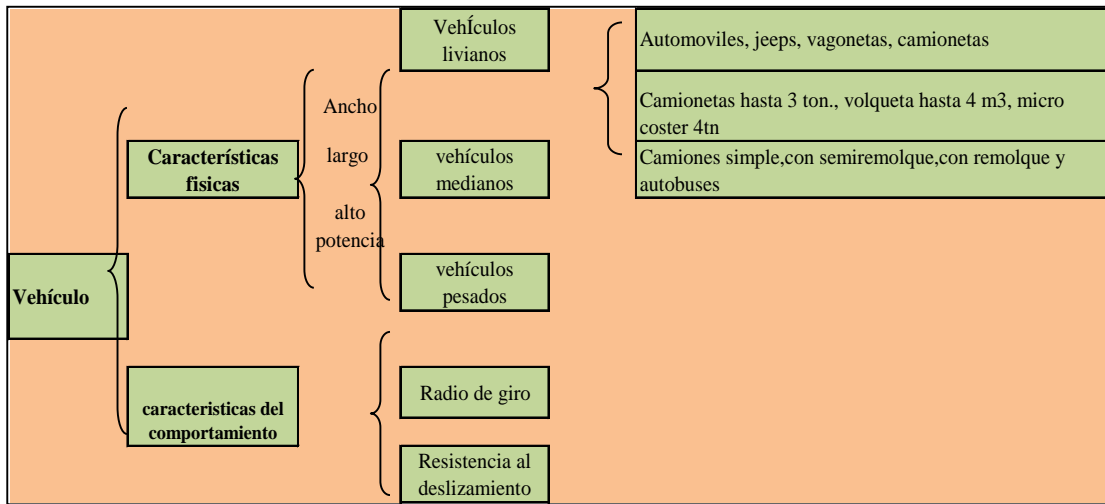
CUADRO NRO.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICA DE LOS VEHÍCULOS

Automóviles	Dimensiones	Máximo	Mínimo
	Largo	6.0 m.	4.56 m.
	Ancho	2.06 m.	1.14 m.
	Alto	1.75 m.	1.25 m.
camiones	Dimensiones	Máximo	Mínimo
	Largo	12.25 m.	7.15 m.
	Ancho	2.44 m.	2.44 m.
	Alto	2.9 m.	2.44 m.
autobuses	Dimensiones	Máximo	Mínimo
	Largo	11.0 m.	5.75 m.
	Ancho	2.44 m.	1.88 m.
	Alto	3.81 m.	1.75 m.

Fuente: Ley de cargas SNC Vías Bolivia

Elaboración Propia

CUADRO NRO.4 EL VEHÍCULO Y SUS CARACTERÍSTICAS



Fuente: Elaboración Propia⁷

2.4.3.- Elemento Camino

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. **Vía urbana:** autopista y vías rápidas, calles principales, calles colectoras y calles locales. Tipos de **Carreteras** según su transitabilidad: de tierra, revestida pavimentada

GRÁFICA NRO.3 VÍAS URBANAS CON ELEVADO FLUJO VEHICULAR

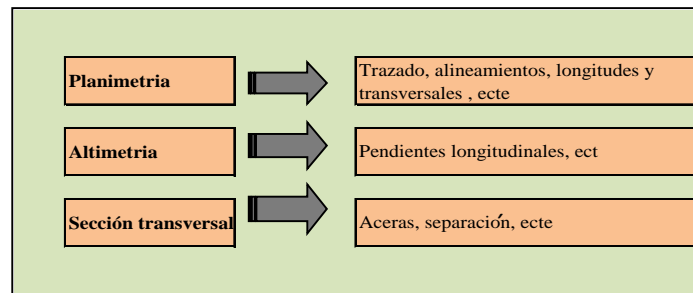


Fuente: Elaboración Propia

⁷ Apuntes de clase ingeniería de tráfico Ing. Johnny Orgaz Fernández

Por tanto su magnitud y calidad puede ser un indicador del grado de desarrollo de un País, todos los aspectos que relacionan en las vías en ingeniería de tráfico son aspectos geométricos:

CUADRO NRO.5 ASPECTOS GEOMÉTRICOS EN VÍAS URBANAS Y CARRETERAS



Fuente: Elaboración Propia

2.5.- PARÁMETROS DEL TRÁFICO

En este estudio teórico de los parámetros de tráfico, sólo se verán los parámetros de tráfico más importantes en los que estén orientados y relacionados conceptualmente con el tema modelos de proyección de volúmenes de tráfico vehicular.

2.5.1. Volumen del Tráfico

Se define volumen de tráfico a la cantidad de vehículos que circulan por una calle o carretera, por un determinado tiempo. Esta unidad de tiempo puede ser horario o diario, a partir de ésta definición se pueden determinar volúmenes diarios y horarios conocidos como: TPH (tráfico promedio horario) TPD (tráfico promedio diario)

El TPH es la cantidad de vehículo que circulan por una carretera o calle en un espacio de tiempo determinado de una hora. Es aquel que se mide en tiempos de una hora y resultará más significativo ya que nos muestra su comportamiento de la circulación durante cada hora. El TPH puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuáles son las horas de mayor volumen u horas pico.

TPDA es la cantidad de vehículos que pasa en una determinada sección de vía ya sea urbana o carretera durante 24 horas de un tiempo es un indicador que se utiliza para dimensionar estructuras: carreteras y vías urbanas

TPDH es la cantidad de vehículos que pasa en una determinada sección de una vía urbana o carretera en periodos de cada hora que corresponde todo los días durante un año es el que más se utiliza para realizar análisis de tráfico. ⁸

En ingeniería de tránsito, la medición básica más importante es el conteo o aforo ya sea de vehículos, ciclista, pasajeros y peatones. Los conteos se realizan para volumen Tasa de flujo, Demanda, Capacidad donde estos parámetros se relacionan entre sí.

2.5.2.- 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”. Para algunos proyectos de menor envergadura también se han utilizado de ese mismo ordenamiento el valor 50 o el valor 80 como volúmenes directrices.

2.5.3.- Características del Volumen de Tráfico

Los volúmenes de tráfico siempre deben ser considerados como **dinámicos**, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos. Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y en los diferentes lugares.

Por lo tanto, es fundamental en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tráfico dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año,

⁸ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 172

aún más también es importante conocer las variaciones de los volúmenes de tráfico en función de su distribución por carriles, su distribución direccional su composición⁹.

2.5.4.- Aforos de Volumen

Los aforos de volumen pueden ser de dos tipos:

- Aforos manuales.
- Aforos automáticos.

a).-Aforos manuales.- Son las que se registran en carreteras y vías urbanas utilizando libretas de campo, una persona por cada punto de aforo, la ventaja es que estos aforos pueden ser clasificados: Por tipos de vehículo, por uso, por tipo de servicio, por flujo direccional. La desventaja es que se requiere personal lo cual implica inversión económica.

b).- Recuentos automáticos.- Estos recuentos son con apoyo de equipos de medición automáticos la cual el paso en sección de carretera o vía urbana se utilizan diferentes equipos: Como ser membranas eléctricas, sistemas satélites

2.5.6.- Uso de los Volúmenes de Tráfico

La información sobre volúmenes de tránsito es de gran utilidad en la planeación del transporte, diseño vial, operación del tránsito e investigación. Varios tipos de estudio de volúmenes y sus aplicaciones se ilustran en la siguiente tabla¹⁰

CUADRO NRO.6 ASPECTOS GEOMÉTRICOS EN VÍAS URBANAS Y CARRETERAS



⁹ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 178

¹⁰ Programa de Asistencia Técnica en Transporte Urbano para las Ciudades Medias Mexicanas Pág. 6

TIPO DE VOLUMEN	APLICACIÓN
Volumen Medio Diario: VMD o volumen total de tránsito	Estudios de tendencias; Planeación de carreteras, programación de carreteras; selección de rutas, cálculo de Tasas de Accidentes; Estudios Fiscales; Evaluaciones Económicas.
volúmenes Clasificados: por tipo de vehículo número de ejes, y/o peso	Análisis de Capacidad: Diseño Geométrico; Diseño Estructural; Cómputos de Estimados de recolección de impuestos de los usuarios de vialidades.
específicos: durante horas pico, horas valle y por dirección	Aplicación de Dispositivos de Control del Tránsito; Vigilancia Selectiva, Desarrollo de Reglamentos de Tránsito: Diseño Geométrico.

Fuente: Asistencia Técnica en Transporte Urbano

Elaboración Propia

2.6.- DISPOSITIVOS PARA REGULAR EL TRÁNSITO

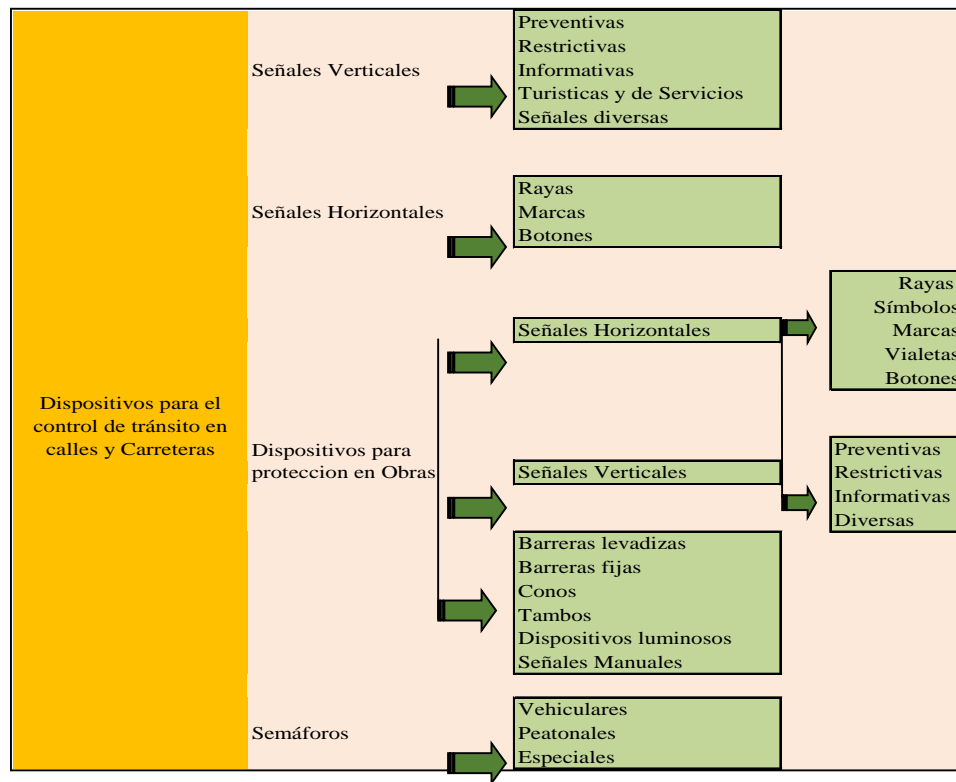
Se denominan dispositivo de control del tránsito a las señales, marcas, semáforos y cualquier otros dispositivo que se coloque sobre o adyacentes a las calles o carreteras por una autoridad pública, para prevenir, regular, y guiar a los usuarios de las mismas. Los dispositivos de control indican a los usuarios las precauciones que deben tener en cuenta (prevenciones), las limitaciones (restricciones) que gobierna el tramo en circulación y las informaciones (guías) estrictamente necesarias dadas las condiciones específicas de la calle o carretera.

Los requisitos para cualquier dispositivo para el control del tránsito debe cubrir el siguiente requisito fundamental: Satisfacer una necesidad, llamar la atención, transmitir un mensaje simple y claro, imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras, estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar.

Existen cuatro consideraciones básicas para asegurar que los dispositivos de control sean efectivos: Diseño, ubicación, uniformidad, conservación.¹¹

. CUADRO NRO.7 DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRÁNSITO EN CALLES Y CARRETERAS

¹¹ Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 125



Fuente: Elaboración Propia

a).- **La Señales verticales.**- Son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

b).- **Señalización Horizontal.**- Son marcas o elementos instalados sobre el pavimento que mediante el uso de los símbolos y leyendas determinadas cumplen función de ordenar y regular el uso de la calzada. Las demarcaciones mediante líneas y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada.

c.-Dispositivos para la protección de obras.- Las señales y medidas de seguridad para trabajos en la vía tiene como objeto fundamental que el tránsito o en los bordes de la zona donde se realizan las obras sea seguro y expedido alterando los menos posible las condiciones normales de circulación, garantizando a su vez la seguridad de los trabajadores y las obras.

2.6.1- EL ESTACIONAMIENTO

Uno de los parámetros de tráfico que tienen mucha incidencia en el comportamiento de la circulación vehicular son los estacionamientos. Se entiende por estacionamiento el espacio destinado a la detención de vehículos en tiempos largos, si estos estacionamientos son sobre la calzada reciben el nombre de estacionamiento lateral o si este estacionamiento es fuera de la calzada recibe el nombre de parqueos.

2.6.2.- Parqueo

Son áreas destinadas al estacionamiento vehicular en superficie a nivel o a distintos niveles destinados exclusivamente al estacionamiento de vehículos por tiempos determinados. Un parqueo consta básicamente de las casillas de estacionamiento y los accesos de entrada y salida¹².

2.7.- SEMAFORIZACIÓN

La principal función de un semáforo en el control de una intersección es el de dar el paso a distintos grupos de vehículos (y peatones), de manera de que éstos pasen a través de la intersección con un mínimo de problemas, riesgos y demoras.

Los objetivos del diseño de un semáforo de una intersección controlada por semáforos pueden resumirse como sigue:

- Reducir y prevenir accidentes en la intersección y su cercanía inmediata.

¹² Ingeniería de Transito Fundamentos y Aplicación Rafael Cal y Mayor 8ª. Edición Pág. 487

- Reducir las demoras que sufren los peatones y vehículos al cruzar la intersección, incluyendo evitar el bloqueo de cruces por largas colas.
- Reducir el consumo de combustibles en la intersección
- Reducir la emisión de los combustibles en la intersección¹³

Las dos primeras objetivos reciben generalmente la más alta prioridad en una intersección.

2.7.1.- Tipos de Semáforos

- Semáforos vehiculares
- Semáforos peatonales
- Semáforos especiales

a).-Semáforos vehiculares.- Son los dispositivos que se colocan en las intersecciones con el propósito de regular el flujo vehicular este tipo de semáforo a su vez de clasifica en:

- Semáforo de tiempo predeterminado son aquellos semáforos vehiculares que han sido diseñados para ejercer un control a través de señales luminosa cuyo tiempo de fase haya sido previamente determinado en función de las características volumétricas de la intersección. Las características fundamentales de este tipo de semáforo es fijo el ciclo y el tiempo de cada fase que compone el ciclo (fase verde, fase amarilla, fase roja)
- Los semáforos accionados por el tráfico son aquellos que ya sea que en forma manual o automática su operacionalidad dependerá del volumen de tráfico que circula en los accesos los que directamente determinara el tiempo de cada fase.

b).-Los semáforos peatonales

¹³ <https://www.medellin.gov.co.documents>

Son aquellos cuyo objetivo principal es regular el flujo peatonal tanto en intersecciones como en punto críticos donde existen volúmenes importantes del flujo peatonal. Una de las características particular es que éstas tengan una sola cara y dos focos que son de color rojo y verde cuya simbología corresponde a pare o siga, su colocación es perpendicular al flujo peatonal de manera de manera que el usuario peatón pueda visualizar fácilmente al semáforo.

La combinación en cuanto a tiempo de fases están relacionados con los semáforos vehiculares de manera que cuando se tiene fase verde vehicular corresponde fases roja peatonal y viceversa.

c).-Los semáforos especiales

Su objetivo es regular el flujo vehicular cuya ubicación está definida por algún cruce de flujos distintos al que por normalmente se presenta en las intersecciones. Algunos de estos semáforos especiales son los que están colocados en las salidas de los parques, subterráneos de edificios, en las cruces de las vías férreas, etc.¹⁴.

2.7.2.-Elemento que Componen el Semáforo

El semáforo consta de una serie de elementos físico, como la cabeza, soportes, lentes, viseras y placa. La cabeza es la armadura que contiene las partes visibles del Semáforo, las estructuras se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos donde el usuario tenga buena visibilidad.

2.7.3.-Ubicación de los Semáforos

Los semáforos, de acuerdo al tipo de intersección, deben ser ubicados en cada uno de los accesos de la intersección totalmente visible a los conductores

CUADRO NRO.8 POR SU UBICACIÓN EN LA INTERSECCIÓN, LOS SOPORTES SE CLASIFICAN:

¹⁴ Apuntes de clase Ingeniería de Tráfico Ing. Johnny Orgaz Fernández

Ubicación	Tipo de soporte	Altura (metros)	
		Mínima	Maxima
Ubicación a un lado de la Vía	Semáforos con poste	2.5	4.50
	Semáforos con ménsula corta	2.5	
Ubicación en la Vía	Semáforos con ménsula larga sujetas a postes laterales	4.50	6.00
	Semáforos suspendidos por cables	4.50	6.00
	Semáforos com postes y pedestales en islas	4.50	6.00

Fuente: Elaboración Propia

2.7.4.- Equipo de control

Es un mecanismo electromecánico o electrónico que sirve para ordenar los cambios de luces en el semáforo.

2.7.5.-Condiciones de Instalación

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

a).- 1era Condición volumen mínimo

Es deseable la instalación de semáforos cuando se excede durante un periodo de 8 horas los volúmenes de un día promedio dado ver el siguiente Cuadro Nro. 9. Cuando el número de habitantes de la ciudad es menor a 10000 la condición de volumen mínimo, para los volúmenes de la calles principal son elevado, es lógico esperar que el trafico de la vía secundaria sufra retardos excesivos¹⁵.

CUADRO NRO. 9 VOLÚMENES MÍNIMOS

¹⁵ Apuntes de clase Ingeniería de Tráfico Ing. Johnny Orgaz Fernández

No Carriles en cada acceso		Volumen Horario	
Calle Principal	Calle Secundaria	Calle Principal	Calle Secundaria
1	1	500	150
2 o mas	1	600	150
2 o mas	2 o mas	600	200
1	2 o mas	500	200

Fuente: Elaboración Propia

b).- 2da Condición de demoras en el tráfico

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

Esta condición recomienda la instalación de semáforos si se exceden los valores durante 8 horas consecutivas de un día promedio (ver el siguiente cuadro):

CUADRO NRO. 10 VOLÚMENES MÍNIMOS POR DEMORAS EN CALLE SECUNDARIA

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

Fuente: Elaboración Propia

c).- 3era Condición volumen mínimo de peatones

Se recomienda la instalación de semáforos de tiempo predeterminado cuando los volúmenes de peatones (ver el siguiente cuadro):

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

CUADRO NRO. 11 VOLUMEN MÍNIMO DE VEHÍCULOS Y PEATONES

Tipo de Intersecciones	vehículo/hora		Total peatones/hora	Periodo de mantenimiento
	Calzada no dividida	Calzada con Cantero Central		
Fuera del área escolar	600	1000	150	8
En área Escolar	800	800	250	2

Fuente: Elaboración Propia

d).- 4ta Condición del sistema coordinado de semáforos

La condición de movimiento coordinado exige que:

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

e).-5ta Condición de prevención de accidentes

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

- Que se presenten en el término de un año no menos de 5 accidentes de regular importancia que puedan ser evitados
- Que no exista ninguna medida preventiva adecuada

- Que los valores de demanda de las 3 primeras condiciones sean superiores a un 80% a los expresados en las tablas correspondientes¹⁶.

f).-6ta Condición combinación de condiciones

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

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

2.7.6.-Ciclos y Fases

Un semáforo deberá tener un análisis sobre la duración total del ciclo y la distribución de tiempos entre las fases.

La opción del tiempo de ciclo es delicado y muy difícil de determinar en forma óptima, sólo la experiencia del proyectista y la experiencia en otros trazos urbanos ya semaforizados podrán dar una pauta para la adopción del tiempo de ciclo.

El empleo de ciclos excesivamente largos y una inadecuada distribución de tiempos de la fase hacen perder la eficiencia en la circulación del tráfico y disminuye a las condiciones de seguridad.

Pueden prever dos o tres distribuciones de tiempo para dar cabida a diferentes volúmenes de demanda en distintos periodos del día.

En la determinación de los tiempos debe prestarse mucha atención a las siguientes variables:

- Volumen de demanda vehicular.
- Composición del tráfico.
- Volumen de demanda peatonal.

¹⁶ Apuntes de clase Ingeniería de Trafico Ing. Johnny Orgaz Fernández

- Movimientos de giro.

2.7.7.-Duración Total del Ciclo

Es difícil determinar en forma óptima el tiempo de ciclo, sin embargo para fines de diseño con las experiencias recogidas se establece el rango en el cual puede adoptarse el tiempo de ciclo es de 35 y 120 segundos.

2.7.8.- Asignación de Tiempos en Fase Amarilla

La fase amarilla tiene como objetivo avisar al conductor que va a aparecer la fase roja a la fase verde y permitirle un tiempo suficiente para detener el vehículo o culminar una maniobra del cruce de la intersección.

Para asignar un tiempo a esta fase debemos tomar en cuenta la distancia de visibilidad de frenado. La velocidad de circulación media y el ancho de la intersección, teniéndose como relación que involucra estas acciones la siguiente.

La relación $T_a = \frac{D}{V} + \frac{a}{V}$

CUADRO NRO.12 TIEMPOS DE FASE AMARILLA PARA LAS DISTINTAS VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN.

Velocidad de circulación	Tiempo de fase amarilla Ancho de intersección	
	15 ó menos	15 ó más
30	3,4	4
40	3,3	3,8
50	3,5	3,9
60	3,8	4,1

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede ver en la tabla los valores para la fase amarilla están entre 3 y 4 segundos, sin embargo esta tabla sólo considera a un vehículo en posición crítica, pero en la práctica puede darse hasta 2 ó 3 vehículos en posición crítica, lo que permite establecer que el rango para la fase amarilla pueda llegar hasta 8 segundos

2.7.9.-Asignación de Tiempos de Fase Roja y Verde

Adoptado el valor del ciclo y determinado el tiempo de fase amarilla se procede a determinar los tiempos de fase roja y fase verde y en realidad son tiempos cuyo objetivo es el proporcionar un tiempo razonable para que un conjunto de vehículos puedan cruzar la intersección de tal manera que se procure tener un flujo continuo.

Estos tiempos deben estar muy en relación con la demanda y esa demanda está dada por los volúmenes en cada uno de los accesos de la intersección, si a los volúmenes los consideramos como valores totales la relación de equilibrio será

CUADRO NRO.13 DIVISIÓN DEL TIEMPO TOTAL DEL CICLO

$$\frac{VA * ta_A}{tv_A} = \frac{VB * ta_B}{tv_B}$$

$$Ciclo = tv_A + tv_B + ta_A + ta_B$$

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

VA = Volumen del acceso A

VB = Volumen del acceso B

tv_A = Tiempo fase verde del acceso A

tv_B = Tiempo fase verde del acceso B

ta_A = Tiempo fase amarillo acceso A

ta_B = Tiempo fase amarilla acceso B

2.8 MODELOS DE PROYECCIÓN

2.8.1 ¿Qué es un Modelo?

Actualmente la palabra modelo está asociada frecuentemente con una descripción cuantitativa de algún proceso, es utilizada diariamente para describir distintas cosas u objetos, ya sea para seguir determinado patrón y obtener resultados que nos llevarán a tomar decisiones.

- **Modelado:** Es el proceso de identificar y asociar objetos, procesos físicos, administrativos, sociales, etc.; mediante símbolos o estructuras, relaciones entidades, atributos y actividades de un sistema.

Existen muchas definiciones de un modelo, sin embargo algunas de ellas pueden ser:

- El modelo es una representación cualitativa o cuantitativa de un sistema, en el cual se muestran las relaciones predominantes entre los elementos de un sistema.
- El modelo es una representación cualitativa o cuantitativa de un proceso o esfuerzo de muestra los efectos de aquellos factores que son significativos para los resultados y conclusiones del sistema.
- El modelo también se puede definir como la representación de una abstracción de un sistema, que muestra relaciones (directas o indirectas) y las interrelaciones de la acción y la mención en términos de causa y su efecto. Como el modelo es considerado como una abstracción de un sistema real, generalmente es menos complicado que el sistema. Para que el modelo sea de utilidad, debe ser representativo las características del sistema que se desean estudiar. Un modelo no puede incluir todos los aspectos del sistema real, si no solamente los más importantes. El proceso de decidir cuáles son los elementos que serán incluidos es parte del proceso del modelado.

Algo que es común a todas las definiciones de modelo, es el uso de símbolos o palabras que representan los aspectos, datos o situaciones del sistema real.

Una de las consideraciones que se debe tomar en cuando se trabaja con modelos es que no existen reglas rígidas para formular un modelo. Los modelos son el resultado de un proceso mental, el cual es llevado a cabo por un ser humano, el cual como persona es único y no tiene porqué pensar del mismo modo que otro.

Por lo tanto es posible, que dos personas diferentes representen mediante un modelo completamente distinto el mismo sistema. Sin embargo, esto no significa que los resultados que se obtengan de ambos modelos tengan que ser discrepantes.

Eso quiere decir que dos modelos planteados de una manera distinta pueden representar apropiadamente a un mismo sistema¹⁷.

2.8.2.- Modelos Matemáticos

Un modelo matemáticos, pueden formularse en muchos grados de complejidad, desde un simple ecuación de primer grado, hasta un sistema de ecuaciones diferenciales parciales. Sin embargo en todos los niveles de complejidad, existen algo en común: el uso de las variables.

Las variables, pueden representar el estado del sistema en un momento dado, o también sus entradas y salidas.

Lo modelos matemáticos se pueden clasificar en muchos tipos, pero una clasificación de especial interés para este trabajo, es la de modelos determinísticos o probabilísticos.

Se dice que un modelo matemático, es determinístico cuando todas las variables que intervienen en el son determinísticas, lo cual quiere decir que no existe incertidumbre en sus valores y siempre se pueden conocer con exactitud, por ejemplo, el modelo de programación lineal.

Por el contrario, un modelo es probabilístico, cuando interviene variables aleatorias, en las cuales existe cierto grado de incertidumbre en sus valores, es decir no se pueden conocer con exactitud, si no que sólo se conoce (o se supone) sus función de distribución de probabilidad.

¹⁷ <https://www.tesis.uson.mx>tesis>docs>Capitulo 1>

También existen muchas clasificaciones para las variables que intervienen en los modelos, pero son de interés especial los siguientes tipos:

- **Variable independiente:** es el elemento (fenómeno o situación) que explica condiciona o determina la presencia de otro elemento.
- **Variable dependiente:** se puede definir como el elemento (fenómeno o situación) explicado o que está en función de otro¹⁸.
- **Variable interviniente:** es el elemento que puede estar presente en una relación entre variable independiente y la dependiente, es decir influye en la aparición de otro elemento, pero solo en forma indirecta.

Las variables mencionadas pueden ser cualitativas o cuantitativas. Las primeras son aquellas que sólo pueden tomar un número restringido de valores (sexo, ocupación, estado civil): en cambio, las cuantitativas pueden ser discretas si son susceptibles de adquirir únicamente valores enteros (números de cuartos en la vivienda, número de hijos, etc.) o en cambio, continuas si pueden tomar cualquier valor en la escala de los números reales (longitud, temperatura, edad).

Es importante señalar que las categorías en que se clasifican los modelos y las variables, no son excluyentes, es decir un modelo matemático, puede ser probabilístico y ser de tipo discreto; una variable, puede ser determinística, de tipo continuo y ser una variable independiente de un modelo.

El empleo de los modelos matemáticos permite una mejor descripción y comprensión de los hechos, presenta factores y descubre relaciones que no se aprecian en otro tipo de modelos. Esto hace posible que se ocupe del problema en su totalidad y permite considerar simultáneamente todas las variables del problema.

2.8.3.-Utilidad de los Modelos para Tomar Decisiones

¹⁸ <https://www.tesis.uson.mx>tesis>docs>Capitulo 1>

Los modelos son una herramienta muy útil para el tomador de decisiones, ya que por el simple hecho de plantear el modelo, el decisor tiene que haber realizado un análisis del sistema en cuestión; con lo que se enriquece su percepción y comprensión del mismo.

Los modelos proporcionan al decisor, información valiosa de una manera organizada, permitiéndole ver (gracias al análisis que se realizó) hechos que no serían observados de otra manera. Además, cuando se toma una decisión, apoyándose en algún modelo la decisión será más objetiva que si ésta se efectúa sin usar un modelo¹⁹.

La computadora que es miles de veces más rápida que el cerebro humano para efectuar operaciones aritméticas, puede además manejar enormes volúmenes de información y no comete los errores que podría cometer un ser humano, ésta, por lo tanto, especialmente capacitada para resolver modelos matemáticos, siempre que se le proporcione el programa adecuado y la información requerida.

Sin embargo, lo que si debe de dominar, es la técnica de la modelación, así como la identificación de un modelo apropiado para la situación; ya que un modelo mal planteado o mal identificado, proporcionará información incorrecta, la cual conducirá a decisiones errónea

2.8.4.-Modelos de regresión

El termino de regresión fue utilizado por primera vez a finales del siglo pasado por un investigador llamado Francis Galton, quien observó que aunque existe un tendencia de los padres altos a tener niños altos, y de los padres bajo a tener niños bajos, la distribución de las estaturas, no cambiarían sustancialmente de una generación a otra. Su explicación consistió en que había una tendencia de la estatura promedio de “regresar” a la estatura promedio de toda la población.

La interpretación moderna de la regresión es algo diferente. En términos generales, el análisis de regresión trata de la dependencia de una variable, la variable dependiente, en una o más variables explicatorias o independiente, con el objeto de estimar o

¹⁹ <https://www.tesis.uson.mx>tesis>docs>Capitulo 1>

predecir la media o valor promedio (poblacional) de la primera con base a los valores conocidos o fijados (en muestras repetidas) de las segundas.

Reconsiderando la ley de Galton desde el punto de vista moderno, el problema no consiste en explicar por que el promedio de estatura de un determinado grupo, “regresa” al promedio de la comunidad; sino que trata de descubrir cómo cambia de la estatura promedio de los hijos, a partir de la estatura de los padres. En otras palabras trata de predecir la altura promedio de los hijos, en base a la estatura de los padres²⁰.

Dicho de otro modo, los modelos de regresión tratan de estimar o predecir el valor de una variable dependiente en función de valores conocidos de variables explicativas o independientes.

Aún cuando existen muchos tipos de modelo de regresión como el lineal , el cuadrático, el polinomial, exponencial, logarítmico,etc.

El más simple es el de regresión lineal, este modelo, trata de explicar mediante una relación funcional de tipo lineal, los cambios en la media de la variable dependiente debidos a los cambios en las variables explicatorias.

Todos los modelos de regresión que existen, funcionan de un modo similar en todos ellos, se calcula un conjunto de valores que le asignan un peso a cada variable explicativa.

Los valores calculados se obtienen de la información que se tiene de las variables independientes. Sin embargo, lo métodos para calcular estos valores pueden ser distintos de un modelo a otro. Para hacer un uso efectivo de los modelo de regresión, es necesario identificar el modelo que mejor se adapta a nuestro problema en particular, ya que utilizando un modelo erróneo, las estimaciones hechas no serán de utilidad.

2.8.5.-Clases de Regresión

Las regresiones pueden ser Lineal y Curvilínea o no lineal, ambos tipos de regresión pueden ser a su vez: Regresión simple y Regresión Múltiple.

²⁰ <https://www.tesis.uson.mx>tesis>docs>Capítulo 2>

a).-Regresión Simple

Este tipo se presenta cuando una variable independiente ejerce influencia sobre otra variable dependiente. Ejemplo $y=f(x)$

Esta regresión se utiliza con mayor frecuencia en las ciencias económicas, y sus disciplinas tecnológicas. Cualquier función no lineal, es transformada en lineal para su estudio y efectos.

El objetivo de la regresión lineal simple:

- Determinar la relación de dependencia que tiene una variable respecto a otra.
- Ajustar la distribución de frecuencias de una línea, es decir, determinar la forma de la línea de regresión.
- Predecir un dato desconocido de una variable partiendo de los datos conocidos de otra variable.

b).- Regresión múltiple.-

Este tipo se presenta cuando dos o más variables independientes influyen sobre una variable dependiente $y=f(x, y, z)$

2.8.6.- Regresión Lineal Simple

Nos centraremos en primer lugar, en el caso de que la función que relaciona las dos variables “**x**” y “**y**” sea la más simple posible, es decir, una línea recta.

Por ello pasaremos a interpretar los coeficientes que determinan una línea recta. Toda función de la forma $y= a+bx$ determina, al representarla en el plano una línea recta, donde “**x**” y “**y**” son variables y “**a**” y “**b**” son constantes.

Significado de “**a**” es la ordenada, es decir es la altura a la que la recta corta eje Y. se denomina también término independiente, **b** también denominada pendiente es la inclinación de la recta, es decir es el incremento que se produce en la variable Y cuando la variable X aumenta una unidad.

Dos características importantes de una ecuación lineal:

- La independencia de la recta
- La localización de la recta en algún punto. Una ecuación lineal tiene forma lineal

2.8.7.-Método de los Mínimos Cuadrados

Es el procedimiento más utilizado por adaptar una recta a un conjunto de punto se le conoce como método de mínimos cuadrados. La recta resultante presenta dos características importantes:

- Es nula la suma de desviaciones verticales en los puntos a partir de la recta.
- Es mínima la suma de los cuadrados de dichas desviaciones

Por lo tanto se puede decir que a cualquier X_i le corresponde un valor observado Y_i (real) y un valor estimado Y_i (teórico).

La suma de los cuadrados de desviación se llama suma de cuadrados por falla. Esta suma de cuadrados proporciona la medida de que tan bien se ajusta la línea al conjunto completo de puntos.

Si esta suma de cuadrados por falla es cero, implica que los puntos caen exactamente sobre la línea. Por lo contrario, entre más grandes es la suma de cuadrados por falla respecto de cero, menor es el ajuste. La recta que tenga una suma de cuadrados menor para un conjunto de puntos, que cualquier otra línea recta es la línea recta llamada de regresión de los mínimos cuadrados.

Las ecuaciones normales son un conjunto de ecuaciones cuya solución produce un valor único para la pendiente y la ordenada.

2.8.8.-Correlación

La correlación, o el grado de relación entre las variables, se estudian para determinar en qué medida una ecuación lineal o de otro tipo describe o explica de una forma adecuada la relación entre variables. El análisis de correlación intenta medir la fuerza de las relaciones entre dos variables por medio de un solo número llamado coeficiente de correlación.

Si todos los valores de las variables satisfacen exactamente una ecuación, se dice que las variables están correlacionadas perfectamente o que hay una correlación perfecta entre ellas. Cuando se trata de dos variables solamente, se habla de correlación simple y de regresión simple. Cuando se trata de más de dos variables se habla de correlación múltiple y de regresión múltiple²¹

2.8.9.-Función Exponencial, Potencial y Logarítmica

El problema de ajustar un modelo potencial, de la forma $y=ax^b$ y uno exponencial $y= ab^x$ se reduce al de la función lineal, con solo tomar logaritmos.

2.8.10.-Regresión Curvilínea Tipo Potencial

Si tomamos logaritmos en la expresión de la función potencial, obtendremos:

$$\text{Log } y = \log a + b \log x$$

Como vemos es la ecuación de una recta: $y=a+bx$, donde ahora $a = \log a$. De modo que el problema es sencillo, basta con transformar y en $\log y$ y x en $\log x$ y ajustar una recta a los valores transformados. El parámetro b del modelo potencial coincide con el coeficiente de regresión de la recta ajustada a los datos transformados, y a lo obtenemos mediante el antilog(a).

2.8.11.-Regresión Curvilínea Tipo Exponencial

Tomando logaritmos en la expresión de la función exponencial, obtendremos:

$$\text{Log } y = \log a + x \log b$$

También se trata de la ecuación de una recta $y= a+ bx$, pero ahora ajustándola a $\log y$ y a x ; de modo que, para obtener el parámetro a del modelo exponencial, basta con hacer antilog(a), y el parámetro b se obtiene tomando antilog (b).

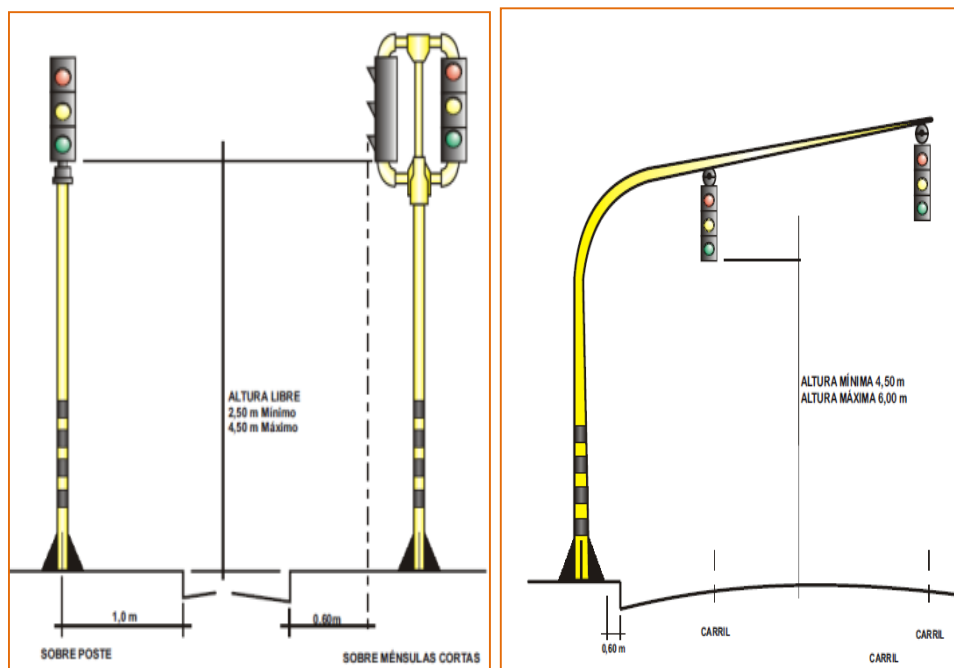
2.8.12.-Regresión Curvilínea tipo logarítmica

²¹ www.um.es>FEIR

La curva logarítmica $y = a + b \log x$ es también una recta, pero en lugar de estar referida a las variables originales x e y , está referida a $\log x$ y a y^{22} .

A continuación en los siguientes cuadros se tienen los procedimientos para determinar las ecuaciones con el método mínimo cuadrado para la ecuación de regresión lineal simple, ecuación regresión curvilínea tipo exponencial, ecuación tipo curvilínea tipo potencial, ecuación curvilínea tipo logarítmico.

GRÁFICA NRO. 4 UBICACIÓN DE LOS SEMÁFOROS

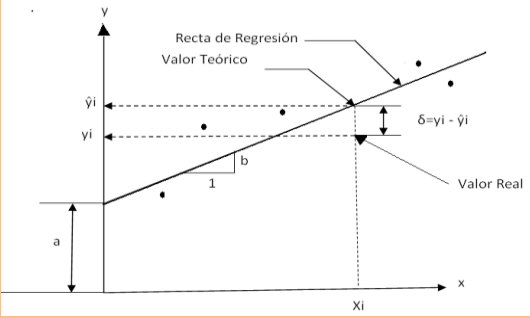


Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 14 ECUACIONES PARA DETERMINAR LA REGRESIÓN LINEAL SIMPLE CON EL MMC

²² www.um.es>FEIR

1.- Plantear la ecuación de Regresión Lineal Simple	$\hat{y}_i = a + bx_i$
2.- Diferencia entre el valor observado y el valor estimado, se denomina δ	$\delta = y_i - \hat{y}_i$
3.- Suma de los cuadrados de los errores, alrededor de la línea debe Ser mínima.	$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \text{Minimo}$
4.-Reemplazando la ecuación de regresión a la ecuación de la suma de los cuadrados de los errores	$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$
5.-Primera derivada parcial respecto a a debe ser igual a cero	$\frac{\delta}{\delta a} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \right] = -2 \left[\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) \right] = 0$
6.-Primera derivada parcial respecto a b debe ser igual a cero	$\frac{\delta}{\delta b} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2 \right] = -2 \left[\sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)x_i \right] = 0$
7.-El primer término de la ecuación primera debe ser igual a cero	$\sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n a - b \sum_{i=1}^n x_i = 0$
8.- Donde del primer término se obtiene la primera ecuación normal	$na + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i$
9.-El segundo término de la primera derivada debe ser igual a cero	$\sum_{i=1}^n x_i y_i - a \sum_{i=1}^n x_i - b \sum_{i=1}^n x_i^2 = 0$

<p>10.- Del segundo término se obtiene la segunda ecuación normal</p>	$\left(\sum_{i=1}^n x_i\right) a + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2\right) b = \sum_{i=1}^n x_i y_i$																																										
<p>11.- El coeficiente de relación r se obtiene la siguiente relación</p>	$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$																																										
<p>12.- Mediante el siguiente cuadro se procede a obtener los sumatorias de los respectivos procedimientos con el fin de que esta sumatorias sean reemplazada a las ecuaciones normales para luego encontrar los parámetros y la correlación</p>																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7" style="background-color: #d9ead3;">Primer Método</th> </tr> <tr> <th colspan="7" style="background-color: #f4cccc;">Regresión Lineal Simple</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">Año</th> <th style="width: 15%;">TPH Veh./Hora</th> <th style="width: 10%;">X_i</th> <th style="width: 10%;">Y_i</th> <th style="width: 10%;">X_i²</th> <th style="width: 10%;">X_iY_i</th> <th style="width: 10%;">Y_i²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">n</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #d9ead3;">Sumatorias</th> <td style="text-align: center;">ΣX_i</td> <td style="text-align: center;">ΣY_i</td> <td style="text-align: center;">ΣX_i²</td> <td style="text-align: center;">ΣX_iY_i</td> <td style="text-align: center;">ΣY_i²</td> </tr> </tbody> </table>		Primer Método							Regresión Lineal Simple							Año	TPH Veh./Hora	X _i	Y _i	X _i ²	X _i Y _i	Y _i ²	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	Sumatorias		ΣX _i	ΣY _i	ΣX _i ²	ΣX _i Y _i	ΣY _i ²
Primer Método																																											
Regresión Lineal Simple																																											
Año	TPH Veh./Hora	X _i	Y _i	X _i ²	X _i Y _i	Y _i ²																																					
n	n	n	n	n	n	n																																					
n	n	n	n	n	n	n																																					
Sumatorias		ΣX _i	ΣY _i	ΣX _i ²	ΣX _i Y _i	ΣY _i ²																																					
<p>13.- Es el valor que toma la variable dependiente “y” cuando la variable dependiente “x” vale cero</p>	a																																										
<p>14.- Es el incremento negativo o positivo que sufre la variable dependiente “y” cada vez que la variable o independiente “x” se incrementa en una unidad</p>	b																																										
<p>15.- Gráfica de regresión Lineal Simple Por lo tanto como se puede decir que cualquier xi le corresponde un valor observado real y un valor estimado teórico</p>																																											

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 15 ECUACIONES PARA DETERMINAR LA REGRESIÓN EXPONENCIAL CON EL MMC

1.-Ecuación de regresión tipo Curvilínea exponencial	$\hat{y}_i = ab^{x_i}$
2.- Parámetros para definir la curva de regresión tipo exponencial	a
3.- Parámetros para definir la curva de regresión tipo exponencial	b
4.- Sacando logaritmo a la ecuación se tiene	$\ln \hat{y}_i = \ln a + x_i \ln b$
5.- Se realiza la siguiente transformación para aplicar el MMC	$\ln y = y'$ $\ln \hat{y}_i' = \hat{y}_i'$ $\ln a = \ln a'$ $\ln b = b'$ $\hat{y}_i' = a' + b'x_i$
6.- Diferencia entre el valor observado y el valor estimado, se denomina δ	$\delta = y_i - \hat{y}_i$
7.- Suma de los cuadrados de los errores, alrededor de la línea debe Ser mínima.	$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \text{Minimo}$
8.-Reemplazando la ecuación de regresión a la ecuación de la suma de los cuadrados de los errores	$\sum_{i=1}^n \delta_i'^2 = \sum_{i=1}^n (y_i' - \hat{y}_i')^2 = \sum_{i=1}^n (y_i' - a' - b'x_i)^2$

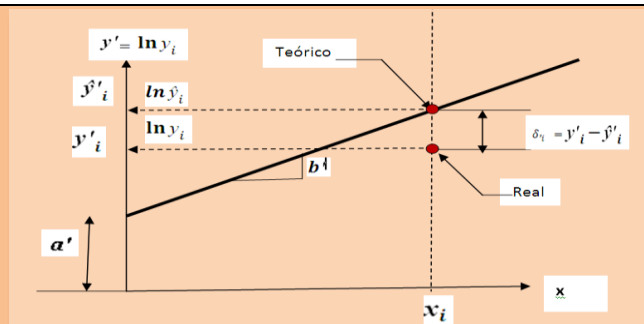
9.-Primera derivada parcial respecto a a	$na' + \left(\sum x_i\right) b' = \sum y'_i$
10.-Primera derivada parcial respecto a b	$\left(\sum x_i\right) a' + \left(\sum x_i^2\right) b' = \sum x_i y'_i$
11.-El primero ecuación normal	$n(lna) + \left(\sum X_i\right) (lnb) = \sum lny_i$
12.- Segunda ecuación normal	$\left(\sum X_i\right) (lna) + \left(\sum x_i^2\right) (lnb) = \sum X_i(lny_i)$
13.- El coeficiente de relación r se obtiene la siguiente relación	$r = \frac{n[\sum x_i(lny_i)] - (\sum x_i)(\sum lny_i)}{\sqrt{[n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n\sum (lny_i)^2 - (\sum y_i)^2]}}$

14.- Mediante el siguiente cuadro procede a obtener los sumatorias de los respectivos procedimientos con el fin de que esta sumatorias sean reemplazada a las ecuaciones normales para luego encontrar los parámetros y la correlación

Regresión curvilíneo tipo exponencial							
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	X_i^2	$ln y_i$	$X_i(ln y_i)$	$(ln y_i)^2$
n	n	n	n	n	n	n	n
n	n	n	n	n	n	n	n
Sumatorias		$\sum X_i$		$\sum X_i^2$	$\sum ln y_i$	$\sum X_i(ln y_i)$	$\sum (ln y_i)^2$

15.- Gráfica de regresión Curvilínea tipo Exponencial

Por lo tanto como se puede decir que cualquier x_i le corresponde un valor observado real y un valor estimado teórico



Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO. 5 EL VEHÍCULO CONSIDERADO COMO UN ELEMENTO IMPORTANTE



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 16 ECUACIONES PARA DETERMINAR LA REGRESIÓN POTENCIAL CON EL MMC

1.- Ecuación de regresión curvilínea tipo potencial	$\hat{y}_i = ax_i^b$
2.- Parámetros para definir la curva de regresión	a
3.- Parámetros para definir la curva de regresión	b
4.- Sacando logaritmo a la ecuación se tiene	$\ln \hat{y}_i = \ln a + b \ln x_i$
5.- Se realiza la siguiente transformación para aplicar el MMC	$\ln y = y'$ $\ln x_i = x_i'$ $\ln a = \ln a'$ $\hat{y}'_i = a' + b'x_i$
6.- Diferencia entre el valor observado y el valor estimado, se denomina δ	$\delta = y_i - \hat{y}_i$
7.- Suma de los cuadrados de los errores, alrededor de la línea debe	$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \text{Minimo}$

Ser mínima.								
8.-Primera derivada parcial respecto a a	$na' + \left(\sum x'_i\right) b = \sum y'_i$							
9.-Primera derivada parcial respecto a b	$\left(\sum x'_i\right) a' + \left(\sum x'^2_i\right) b = \sum x'_i y'_i$							
10.-El primero ecuación normal	$n(\ln a) + \left(\sum_{i=1}^n \ln x_i\right) b = \sum_{i=1}^n \ln y_i$							
11.- Segunda ecuación normal	$\left(\sum_{i=1}^n \ln x_i\right) (\ln a) + \left[\sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2\right] b = \sum_{i=1}^n (\ln x_i)(\ln y_i)$							
12.- El coeficiente de relación r se obtiene la siguiente relación	$r = \frac{n[\sum(\ln x_i)(\ln y_i)] - (\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{\sqrt{[n \sum(\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2][n \sum(\ln y_i)^2 - (\sum \ln y_i)^2]}}$							
13.- Mediante el siguiente cuadro procede a obtener los sumatorias de los respectivos procedimientos con el fin de que esta sumatorias sean reemplazada a las ecuaciones normales para luego encontrar los parámetros y la correlación								
Regresión curvilíneo tipo potencial								
Año	TPH Veh./Ho	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$\ln y_i$	$(\ln x_i)^2$	$(\ln y_i)^2$	$(\ln x_i)(\ln y_i)$
n	n	n	n	n	n	n	n	n
n	n	n	n	n	n	n	n	n
Sumatorias				$\sum \ln x_i$	$\sum \ln y_i$	$\sum (\ln x_i)^2$	$\sum (\ln y_i)^2$	$\sum (\ln x_i)(\ln y_i)$

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO.6 INCREMENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN TODO EL MUNDO



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 17 ECUACIONES PARA DETERMINAR LA REGRESIÓN LOGARÍTMICA CON EL MMC

1.- Plantear la ecuación de Regresión curvilíneas tipo logarítmica	$\hat{y}_i = a + b \ln x_i$
2.- Parámetros para definir la curva de regresión	a
3.- Parámetros para definir la curva de regresión	b
4.- Se realiza la siguiente transformación para aplicar el MMC	$\ln x = x' \qquad \hat{y}_i = a + bx'_i$
5.- Diferencia entre el valor observado y el valor estimado, se denomina δ	$\delta = y_i - \hat{y}_i$
6.- Suma de los cuadrados de los errores, alrededor de la línea debe Ser mínima.	$\sum_{i=1}^n \delta_i^2 = \text{Minimo}$
7.-Primera derivada parcial respecto a a	$na + \left(\sum_{i=1}^n x'_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i$
8.-Primera derivada parcial respecto a b	$\left(\sum_{i=1}^n x'_i \right) (a) + \left(\sum_{i=1}^n (x'^2_i) \right) b = \sum_{i=1}^n (x'_i)(y_i)$

<p>9.-El primero ecuación normal</p>	$na + \left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i$																																												
<p>10.- Segunda ecuación normal</p>	$\left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) (a) + \left(\sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2 \right) b = \sum_{i=1}^n (\ln x_i)(y_i)$																																												
<p>11.- El coeficiente de relación r se obtiene la siguiente relación</p>	$r = \frac{n[\sum(\ln x_i)(y_i)] - (\sum \ln x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum(\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2][n \sum(y_i)^2 - (\sum y_i)^2]}}$																																												
<p>Continuación</p> <p>12.- Mediante el siguiente cuadro procede a obtener los sumatorias de los respectivos procedimientos con el fin de que esta sumatorias sean reemplazada a las ecuaciones normales para luego encontrar los parámetros y la correlación</p>																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #f4a460;"> <th colspan="8">Regresión curvilíneo tipo logarítmica</th> </tr> <tr> <th>Año</th> <th>TPH Veh./Ho</th> <th>X_i</th> <th>Y_i</th> <th>$\ln x_i$</th> <th>$(\ln x_i)^2$</th> <th>$(y_i)^2$</th> <th colspan="2">$(\ln x_i)(y_i)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> <td>n</td> </tr> <tr style="background-color: #c8e6c9;"> <td colspan="3">Sumatorias</td> <td>$\sum y_i$</td> <td>$\sum \ln x_i$</td> <td>$\sum (\ln x_i)^2$</td> <td>$\sum (y_i)^2$</td> <td colspan="2">$\sum (\ln x_i)(y_i)$</td> </tr> </tbody> </table>		Regresión curvilíneo tipo logarítmica								Año	TPH Veh./Ho	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	$(y_i)^2$	$(\ln x_i)(y_i)$		n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	Sumatorias			$\sum y_i$	$\sum \ln x_i$	$\sum (\ln x_i)^2$	$\sum (y_i)^2$	$\sum (\ln x_i)(y_i)$	
Regresión curvilíneo tipo logarítmica																																													
Año	TPH Veh./Ho	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	$(y_i)^2$	$(\ln x_i)(y_i)$																																						
n	n	n	n	n	n	n	n	n																																					
n	n	n	n	n	n	n	n	n																																					
Sumatorias			$\sum y_i$	$\sum \ln x_i$	$\sum (\ln x_i)^2$	$\sum (y_i)^2$	$\sum (\ln x_i)(y_i)$																																						

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO.7 A PARTIR DE LOS MODELOS DE PROYECCIÓN PODEMOS PREDECIR EL INCREMENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR



Fuente: Elaboración Propio

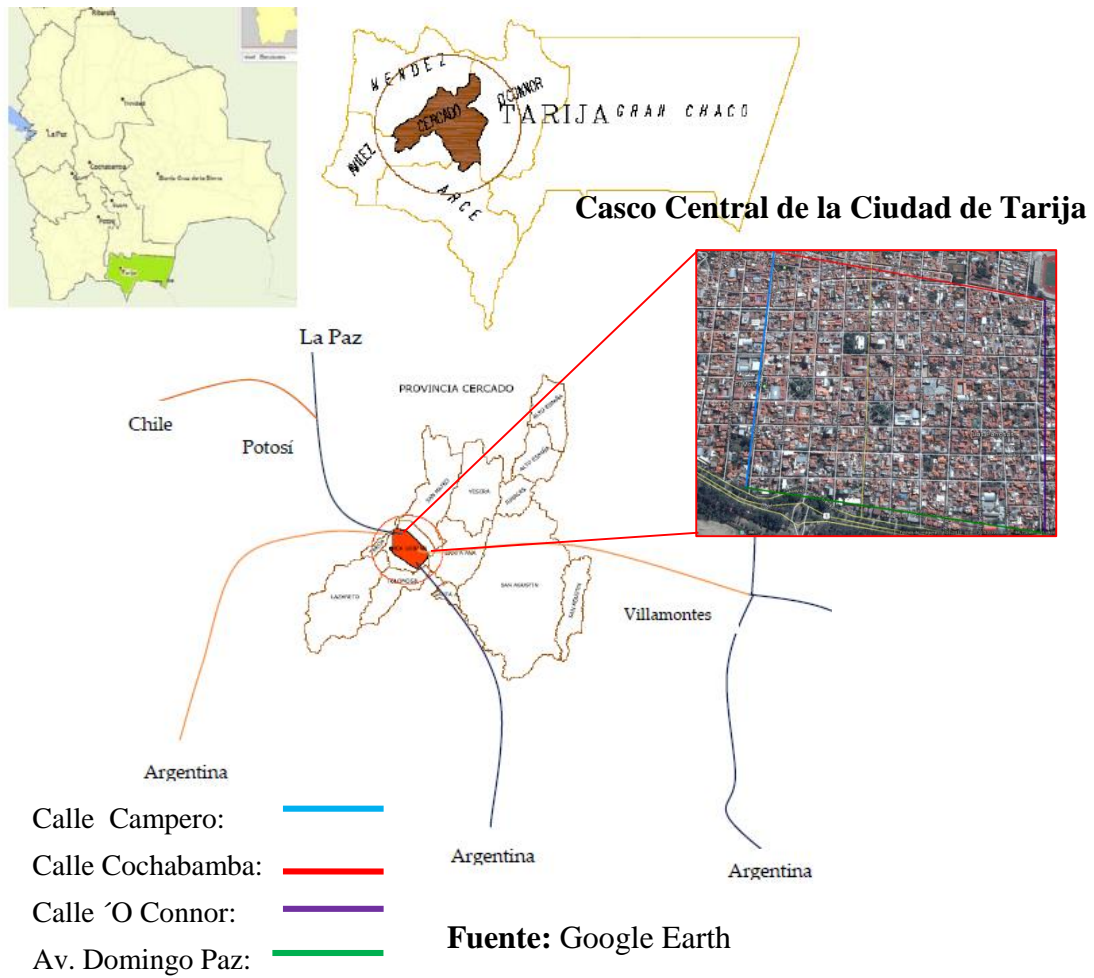
CAPÍTULO III

APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE PROYECCIÓN

3.1.- UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ubicación de estudio donde se desarrolla el proyecto comprende el casco central de la ciudad de Tarija. Está definida por las siguientes calles o avenidas: Entre la Calle Cochabamba, Calle Campero, Avenida Víctor Paz Estensoro y Calle O'Connor

GRÁFICO NRO.8 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



3.2.- ESTUDIO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO

3.2.1.- Ubicación de los Puntos de Aforo Dentro el Área de Estudio

Para comenzar a realizar el estudio de volúmenes primero se tuvo que determinar las horas pico del tráfico vehicular en el lapso de 12 horas en diferentes vías como indica el Cuadro N°22, contando de forma manual para luego obtener la grafica de volúmenes o variación horarias desde 07:00 a 19:00 horas y luego se determinaron las horas pico para las 16 intersecciones

GRÁFICO NRO.9 UBICACIÓN DE LOS AFOROS DE VOLÚMENES DE VEHÍCULOS



Fuente: Google Earth

Elaboración Propia

- Aforos de vehículos continuos durante 12 horas
- Aforos de vehículos en horas picos durante un mes



3.2.2.- Características del Área de Estudio

Las 16 de intersecciones de estudio dentro el casco central presenta similares características físicas, presenta calles estrechas con un parque automotor dinámicos en el centro más del 50% de actividades comerciales se encuentran en el centro de la ciudad (bancos, instituciones públicas y privadas universidades, colegios, comercios, etc.) Esto hace que las personas al dirigirse al centro de la ciudad para cumplir las actividades que se realizan en un diario vivir están ocupando el espacio en las calles con un vehículo público o privado especialmente en hora pico; particularmente al mediodía vemos importantes cantidades de vehículos que se concentran en las estrechas calles del centro generando trancaderas por la existencia de mayores volúmenes de flujos vehiculares que va en aumento de una manera muy desconsiderada. En la mayoría de ellas vehículos livianos tanto particulares como público, la implementación de nuevos forma de transporte los taxi trufis, la presencia de semáforos en algunas intersecciones, la ausencia en otras y algunas en mal estados genera un problema para la circulación de los vehicular dentro el casco central, la presencia de vehículos en estacionamientos no permitido. Las señalizaciones horizontales se encuentran borrosas en el casco central, las paradas de los transportes públicos no son respetadas, De no tomar medidas concretas y comprometidas seriamente con la problemática estaremos sin duda alguna y en el futuro inmediato, ante una verdadera emergencia vial de características dramáticas de lo cual nadie puede estar ajeno.

GRÁFICO NRO. 10 AVENIDA DOMINGO PAZ Y CALLE SANTA CRUZ



La mayoría de las vías dentro el casco central

Las señales horizontales se encuentran en un mal estado en la mayoría borrosas aquí se encuentra un rompe muelle casi a la puerta de una unidad educativa en la intersección N°13 Avenida Colón – Calle

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO.11 CONDICIONES DE CIRCULACIÓN ACTUAL EN EL CASCO CENTRAL DE TARIJA



2



3



4



5

3 y 4 Los parqueos de los flujos vehiculares reducen la capacidad de las calzadas, las señalizaciones horizontales son borrosas están en mal estado.

5.- Intersección (Domingo Paz y Calle Suipacha), las señales horizontales están en malas condiciones, presencia mayores de flujo vehicular, presencia de los vehículos estacionadas en las calzadas, y la falta de educación vial y conciencia de los conductores de moto que paran en cualquier lugar

Fuente: Elaboración de Propia

GRÁFICA NRO.12 CONDICIONES DE CIRCULACIÓN EN EL CENTRO DE TARIJA



7 y 9.- (En la Calle Bolívar y Calle Méndez) las características que presenta en el casco central se observa la reducción de capacidad en la calzada, a medida que aumenta la cantidad de vehículos en el centro de la ciudad, los conductores tienen que caminar mayores distancias de su lugar de parqueo hasta su destino final,

La presencia de parqueo de vehículos permanentes, la situación que presenta este panorama produce pérdida de tiempos en actividades diarias, en estos puntos presenta también mucha contaminación ambiental en las horas pico presentan un mayor flujo vehicular la cual habrá que tomar controles a futuro en estos puntos críticos del tráfico vehicular

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO.13 CARACTERÍSTICAS DE LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO



10.- (Calle Daniel Campos-Calle Bolívar)

La Calle Bolívar es una de las más críticas con la presencia mayor flujo vehicular, si bien la concentración de actividades económicas y de servicios, a la vez que es una fortaleza del sector, también es uno de los problemas, pues alrededor de éstas se han articulado las actividades terciarias como el comercio informal, ventas de ambulantes sin control, y la mala situación de la calzada con la presencia de fisuras

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.- Mediciones y Aforos

3.2.3.1 Estaciones de control

El objetivo de los conteos de vehículos durante doce horas continuas en diferentes calles dentro el casco central, es de mayor importancia, porque se logra obtener la variación horaria de flujo vehicular durante las 12 horas y establecer las horas pico.

Una vez determinadas las horas pico se llevo a cabo el estudio de volúmenes de tráfico, mediante un conteo manual en el lapso de un mes esto se realizo para cada intersección en estudio.

Fecha de ejecución : Los conteos vehiculares manuales fueron realizados los días 16, 17, 20, 24, 25, 26, 27 de marzo de 2015, durante 12 horas continuas de 07:00 a 19:00 horas se observa que en el transcurso del día existe mayor presencia del flujo vehicular que en la noche.

Materiales y logísticas.- Al realizar el conteo se contó con todo el material necesario para realizar el trabajo de campo como, tableros, planillas, lápices, reloj, etc.

Considerando que el sector de estas vías tiene un estado uniforme, son calles representativas, con la presencia de flujos vehiculares debido al movimiento económico del sitio y sobre todo contar con las facilidades logísticas de estudio

Los volúmenes en horas picos que se determinaron durante los conteos de 12 horas continuas fueron las siguientes: de 09:00 a 10:00, 11:00 a 12:00 y 18:00 a 19:00 horas para todos los estaciones, con la diferencia de que cada uno presenta diferentes datos respecto a los volúmenes de vehículos, tomando en cuenta los tipos de vehículos automóviles, vagonetas, jeep, camionetas, micros, camiones, etc.

(En el Anexo 1 se muestran los aforos continuos durante doce 12 horas, se presenta en gráfica la variación del flujo vehicular y se muestra las horas picos que fueron determinadas).

CUADRO NRO.18 UBICACIÓN DE CONTEOS DE VEHÍCULOS DURANTE 12 HORAS
CONTINUAS

N°	Calle	Entre	
1	Calle General Trigo	Calle Cochabamba	Calle Fray Manuel Mingo
2	Calle Sucre	Calle Virginio Lema	Calle 15 De Abril
3	Calle Colón	Calle Virginio Lema	Calle 15 De Abril
4	Avenida Domingo Paz	Calle Colón	Calle Suipacha
5	Calle Suipacha	Calle Madrid	Calle Ingavi
6	Calle 15 de Abril	Calle Colón	Calle Suipacha
7	Calle Bolívar	Calle O'Connor	Calle Junín

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.19 UBICACIÓN DE CONTEOS DE VEHÍCULOS EN HORAS PICO EN UN MES

N°	Intersección
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo
3	Calle Ingavi - Calle Colón
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón
8	Calle Madrid - Calle Suipacha
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha
11	Calle Bolívar -Calle Méndez
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid
15	Calle Bolivar -Calle Junín
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.20 PLANILLA DE AFORO DE 12 HORAS CONTINUAS EN LA CALLE COLON ENTRE (VIRGINIO LEMA – CALLE 15 ABRIL)

ANEXO N °1 Tabla 1.3 Aforos continuos durante 12 horas en la estación N°3 Calle Colón entre (Virginio Lema - Calle 15 De Abril)

AFOROS VEHICULARES CONTINUOS DURANTE 12 HORAS

Ubicación : Calle Colón entre (Virginio Lema - Calle 15 De Abril)

De las: 07:00 horas a las 19:00 horas

Fecha: 20/03/2015

Sentido : 1

Estacion N° : 3

Día : Viernes

Horas	Automóviles	Vagonetas	Jeep	Camionetas Hasta 2 ton	Minibuses 7 a 15 asientos	Microbuses dos ejes 16 a 21 asientos	Camiones dos ejes hasta 10 ton	Volquetas dos ejes hasta 10 ton	Otros vehículos	Total
07:00 - 08:00	170	22	12	21	0	12	1	0	0	238
08:00 - 09:00	234	41	13	32	1	28	0	0	0	349
09:00 - 10:00	274	62	16	38	3	29	3	0	0	425
10:00 - 11:00	178	55	12	48	8	25	1	0	0	327
11:00 -12:00	261	74	19	146	9	26	6	0	0	541
12:00 -13:00	201	48	13	29	1	21	0	2	0	315
13:00 - 14:00	121	36	12	16	4	24	1	0	0	214
14:00 - 15:00	213	49	20	32	2	25	0	0	0	341
15:00 - 16:00	246	55	17	46	3	22	3	1	0	393
16:00 - 17:00	249	73	20	57	3	28	1	0	0	431
17:00 -18:00	280	69	17	57	11	24	0	0	0	458
18:00 - 19:00	327	102	27	54	1	26	3	0	0	540

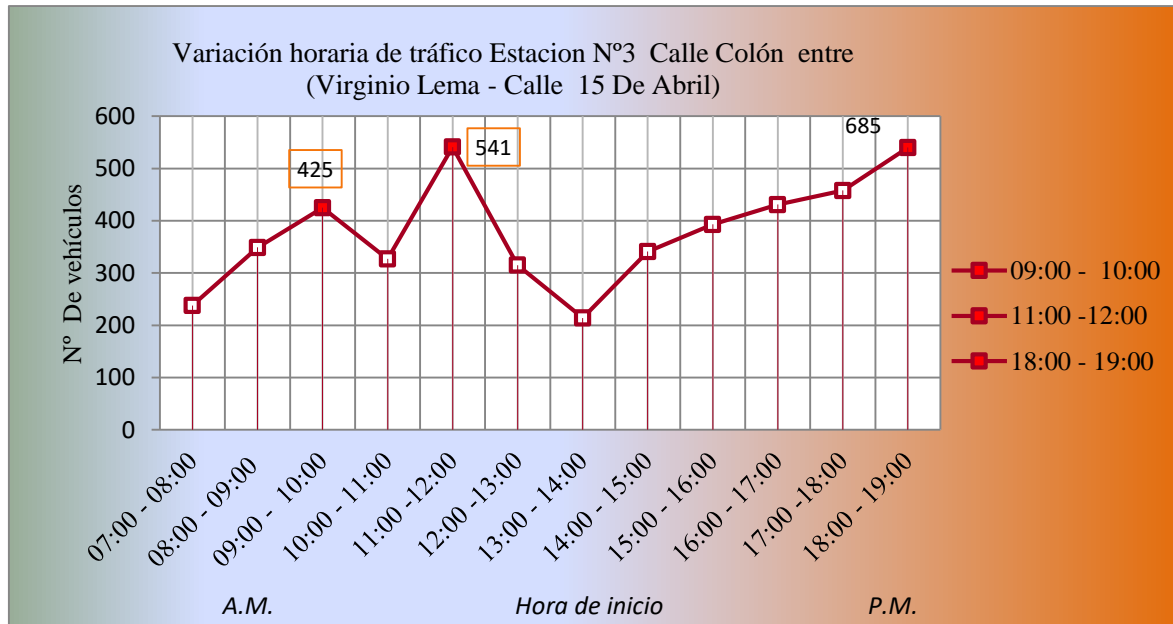
Fuente: Elaboración Propia

En la estación N°3 presenta mayor flujo de 425veh./hora a las 09:00 a 10:00 horas por la mañana la cual queda como hora pico.

Y presenta 541 veh./hora a las 11:00 a 12:00 horas la cual queda como hora pico, por la tarde 540 veh./hora 18:00 a 19:00hora.

CUADRO NRO.21 VARIACIÓN HORARIA VEHICULAR DURANTE DE 12 HORAS CONTINUAS EN LA ESTACIÓN NRO.13

GRÁFICA N° 1.3 VARIACIÓN HORARIA DE TRÁFICO ESTACIÓN N° 3



Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 1.3.1 Volúmenes horarios continuos

Horas	VOUMEN DE VEHÍCULO /HORA
07:00 - 08:00	238
08:00 - 09:00	349
09:00 - 10:00	425
10:00 - 11:00	327
11:00 -12:00	541
12:00 -13:00	315
13:00 - 14:00	214
14:00 - 15:00	341
15:00 - 16:00	393
16:00 - 17:00	431
17:00 -18:00	458
18:00 - 19:00	540

Fuente: Elaboración Propia

3.2.3.2.- Aforos en horas pico

Los horarios pico determinados fueron 09:00 a 10:00, 11:00 a 12:00 y de 18:00 a 19:00 horas, estos horarios picos se obtuvieron de los aforos continuos durante 12 horas (ver anexo 1)

Con el fin de organizar los aforos de horas pico durante el mes de estudio se los realizó considerando dos días hábiles y un día no hábil.

Para ello se procedió a dividir en dos grupos las 16 intersecciones:

a).-Primer grupo 8 intersecciones

Se determinaron las horas pico: Los días hábiles son: Lunes y Viernes y día no hábil Domingo

b).-Segundo grupo 8 intersecciones

Se determino las horas pico: los días hábiles son: Martes y Jueves, día no hábil Sábado.

Los conteos vehiculares manuales fueron realizados durante el mes de abril de 2015 en las intersecciones de estudio que menciona el Cuadro Nro.23 durante las horas pico.

Se contó con todo el material necesario para realizar el trabajo, como tableros, planillas, lapiceras, etc.

La categoría de vehículos a registrar fueron livianos, medianos, pesados.

- **Vehículos pesados:** Camiones simples, camiones con semirremolques, camiones con remolque, Autobuses.
- **Vehículos medianos:** Camionetas de hasta 3 ton., volquete hasta 4m³, micros hasta 29 pasajeros.
- **Vehículos livianos:** Automóviles, jeeps, vagonetas, camionetas

CUADRO NRO.22 DÍAS HÁBILES Y DÍAS NO HÁBILES PARA LOS AFOROS DE HORAS PICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Intersecciones			
Días de aforos Lunes , Viernes y Domingo		Días de aforos Martes, Jueves y Sábado	
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo
3	Calle Ingavi - Calle Colón	4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	11	Calle Bolívar -Calle Méndez
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez
15	Calle Bolívar -Calle Junín	16	Calle 15 de Abril -Calle Junín

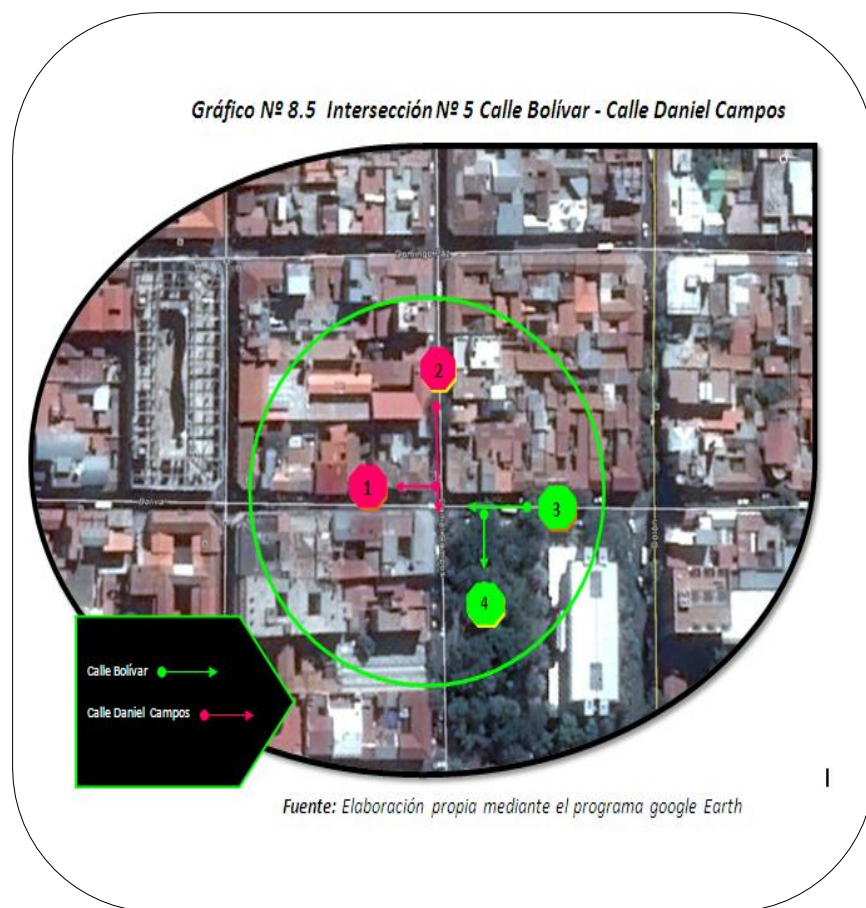
Fuente: Elaboración Propia

Las horas picos durante el mes de abril de 2015 fueron de 09:00 a 10:00, 11:00 a 12:00 y 18:00 a 19:00 horas.

Todas las intersecciones se encuentran dentro el casco central de la ciudad de Tarija, son intersecciones que presentan mayores flujos vehiculares.

A continuación se presenta: La **Gráfica Nro. 14** La ubicación y la dirección del flujo vehicular las cuales se encuentran distribuidas en la intersección N°5 (Calle Bolívar - Calle Daniel Campos), planillas de aforos con sus respectivos volúmenes en horas pico durante un mes, clasificando a los vehículos: livianos, medianos, pesados (ver el anexo 2 todas las planillas de aforos de volúmenes de vehículos en horas pico para todas las intersecciones de estudio)

GRÁFICA NRO. 14 INTERSECCIÓN N° 5 (CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS)



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 23 DATOS DE AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN Nº 5 PRIMERA SEMANA

1º Semana		ANEXO Nº2 Tabla 2.5 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección Nº 5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)												
Fecha: Martes 31/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	225	166	0	0	87	2	0	0	0	0	480
	C/ Daniel Campos	192	199	0	0	2	39	0	0	0	2	0	0	434
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	201	145	0	0	92	1	0	0	1	0	440
	C/ Daniel Campos	186	176	0	0	3	36	0	0	0	0	0	0	401
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	213	159	0	0	83	2	0	0	3	0	460
	C/ Daniel Campos	174	189	0	0	2	41	0	0	0	3	0	0	409
Fecha: Jueves 2/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	246	145	0	0	90	2	0	0	2	0	485
	C/ Daniel Campos	189	186	0	0	2	42	0	0	0	2	0	0	421
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	225	156	0	0	85	1	0	0	0	0	467
	C/ Daniel Campos	178	175	0	0	3	39	0	0	0	0	0	0	395
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	199	128	0	0	79	3	0	0	0	0	409
	C/ Daniel Campos	166	192	0	0	2	36	0	0	0	0	0	0	396

Fuente:Elaboración propia

CUADRO NRO.24 DATOS DE AFORO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN N° 5 PRIMERA Y SEGUNDA SEMANA

ANEXO N°2 Tabla 2.5.1 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección N° 5
(Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)

Fecha: Sábado 4/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	300	155	0	0	79	2	0	0	0	0	536
	C/ Daniel Campos	201	178	0	0	5	41	0	0	0	0	0	0	425
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	225	165	0	0	86	6	0	0	0	0	482
	C/ Daniel Campos	189	188	0	0	7	38	0	0	0	1	0	0	423
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	286	175	0	0	83	5	0	0	2	0	551
	C. / Daniel Campos	175	175	0	0	3	39	0	0	0	2	0	0	394
2° Semana														
Fecha: Martes 7/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	200	169	0	0	87	2	0	0	2	0	460
	C. / Daniel Campos	175	175	0	0	0	42	0	0	0	1	0	0	393
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	213	145	0	0	85	3	0	0	0	0	446
	C. / Daniel Campos	166	201	0	0	0	39	0	0	0	2	0	0	408
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	225	153	0	0	78	3	0	0	2	0	461
	C. / Daniel Campos	156	189	0	0	2	41	0	0	0	1	0	0	389

Fuente:Elaboración Propia

CUADRO NRO.25 DATOS DE AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN N° 5 SEGUNDA SEMANA

ANEXO N°2 Tabla 2.5.2 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección N° 5
(Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)

Fecha: Jueves 9 /04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	201	201	0	0	92	0	0	0	1	0	495
	C. / Daniel Campos	156	186	0	0	3	39	0	0	0	1	0	0	385
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	225	199	0	0	89	5	0	0	2	0	520
	C. / Daniel Campos	142	192	0	0	5	35	0	0	0	0	0	0	374
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	236	173	0	0	93	3	0	0	3	0	508
	C. / Daniel Campos	168	184	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0	394
Fecha: Sábado 11/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	100	117	0	0	85	2	0	0	2	0	306
	C. / Daniel Campos	147	180	0	0	2	47	0	0	0	3	0	0	379
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	253	267	0	0	77	0	0	0	0	0	597
	C. / Daniel Campos	189	200	0	0	5	42	0	0	0	1	0	0	437
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	213	140	0	0	92	3	0	0	1	0	449
	C. / Daniel Campos	147	200	0	0	2	39	0	0	0	1	0	0	389

Fuente:Elaboración Propia

CUADRO NRO. 26 DATOS DE AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN N° 5 TERCERA SEMANA

3º Semana		ANEXO N°2 Tabla 2.5.3 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección N° 5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)												
Fecha: Martes 14 /04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	200	126	0	0	89	3	0	0	3	0	421
	C. / Daniel Campos	127	180	0	0	0	27	0	0	0	2	0	0	336
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	307	153	0	0	86	2	0	0	0	0	548
	C. / Daniel Campos	167	300	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	500
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	200	145	0	0	92	1	0	0	2	0	440
	C. / Daniel Campos	159	320	0	0	1	32	0	0	0	1	0	0	513
Fecha: Jueves 16/04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	207	233	0	0	80	2	0	0	1	0	523
	C. / Daniel Campos	133	173	0	0	1	38	0	0	0	1	0	0	346
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	307	146	0	0	100	0	0	0	0	0	553
	C. / Daniel Campos	155	300	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	496
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	260	133	0	0	90	0	0	0	2	0	485
	C. / Daniel Campos	163	265	0	0	2	39	0	0	0	1	0	0	470

Fuente:Elaboración Propia

CUADRO NRO. 27 DATOS DE AFORO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN N° 5 TERCERA Y CUARTA SEMANA

**ANEXO N°2 Tabla 2.5.4 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección N° 5
(Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)**

Fecha: Sábado 18 /04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	187	133	0	0	96	0	0	0	1	0	417
	C. / Daniel Campos	159	127	0	0	2	47	0	0	0	1	0	0	336
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	113	147	0	0	86	1	0	0	0	0	347
	C. / Daniel Campos	145	140	0	0	2	37	0	0	0	0	0	0	324
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	147	173	0	0	62	2	0	0	0	0	384
	C. / Daniel Campos	162	160	0	0	1	42	0	0	0	2	0	0	367
4° Semana														
Fecha: Martes 21 /04/2015		Volúmenes												Totales
Hora	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	213	173	0	0	89	3	0	0	2	0	480
	C. / Daniel Campos	173	213	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	433
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	240	227	0	0	92	2	0	0	0	0	561
	C. / Daniel Campos	187	233	0	0	1	44	0	0	0	0	0	0	465
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	215	220	0	0	87	4	0	0	1	0	527
	C. / Daniel Campos	165	200	0	0	3	39	0	0	0	1	0	0	408

Fuente:Elaboración Propia

CUADRO NRO.28 DATOS DE AFORO DE VOLÚMENES DE TRÁFICO EN HORAS PICOS EN LA INTERSECCIÓN N° 5 CUARTA SEMANA
 ANEXO N°2 Tabla 2.5.5 Aforo Vehicular (Horas Pico) de la intersección N° 5
 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos)

Fecha: Jueves 23/03/2015

Hora	Tipo de vehículo Intersección	Volúmenes												Totales
		Liviano				Mediano				Pesado				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	153	173	0	0	87	2	0	0	1	0	416
	C. / Daniel Campos	180	133	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	357
11:00-12:00	Calle Bolívar	0	0	166	213	0	0	90	1	0	0	0	0	470
	C. / Daniel Campos	155	147	0	0	2	39	0	0	0	0	0	0	343
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	146	198	0	0	89	5	0	0	0	0	438
	C. / Daniel Campos	180	136	0	0	1	41	0	0	0	0	0	0	358

Fecha: Sábado 25/04/2015

Hora	Tipo de vehículo Intersección	Volúmenes												Totales
		Liviano				Mediano				Pesado				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	200	4	3	2	3	0	0	2	3	0	217
	C. / Daniel Campos	125	0	0	0	1	0	85	4	1	0	1	4	221
11:00-12:00	Calle Bolívar	145	0	0	0	5	0	96	0	0	0	0	0	246
	C. / Daniel Campos	0	0	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
18:00-19:00	Calle Bolívar	0	0	165	0	2	0	93	0	0	0	0	0	260
	C. / Daniel Campos	136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136

Fuente:Elaboración Propia

3.2.4.- Análisis Estadísticos de los Aforos de Volúmenes Obtenidos y Depuración de Datos

Lo más importante es que los datos de aforos que han sido recolectados en el campo durante el mes, la información debe ser procesada para ser analizada. La evaluación de los resultados de los estudios debe ser evaluada utilizando el método estadístico apropiado.

Después de haber obtenido los aforos correspondientes se procede a realizar las depuraciones. Estas depuraciones son necesarias para optimizar los datos obtenidos de los aforos, y así poder incrementar la calidad de información obtenida.

A continuación presentamos la planilla de análisis estadísticos de los aforos de volúmenes obtenidos en la intersección N°5 y su resumen de su aplicación.

En la hora pico de 09:00 – 10:00 tenemos los aforos correspondientes de cada día durante las cuatro semanas del mes, con esto pasamos a realizar el cálculo de la media de todos los Martes, Jueves (días hábiles) y Sábado (día no hábil) durante un mes.

Como segundo paso se calcula la desviación para posteriormente obtener la media más la desviación y la media menos la desviación con esto adquirimos nuestro rango de cantidad máxima y mínima de vehículos y los que no se encuentran dentro de este rango son eliminados. En la tabla anterior, después de la depuración procedemos a sacar nuevamente la media de los valores que se encuentran dentro del rango. De esa manera se realiza el mismo procedimiento para la hora pico de 11:00 – 12:00 y de 18:00 – 19:00. Con todas estas medias depuradas obtenidas en las diferentes horas pico obtenemos una tabla resumen surgida de la depuración de datos donde se puede apreciar el volumen horario de cada hora pico de los dos días hábiles y el día no hábil. Con estos datos volvemos a sacar una nueva tabla denominada tabla de resultados (TPH). Una media de las tres horas pico del día para los tipos de vehículos livianos, mediano, pesados en cada acceso. A continuación presentamos un ejemplo:

(Todos las planillas de análisis estadísticos y depuración de datos ver Anexo 3)

CUADRO NRO.29 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS HÁBILES EN HORAS (09:00 A 10:00)

Hora Pico : 09:00 - 10:00		Volúmenes del día Martes												Volúmenes del día Jueves											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1ª Semana	Calle Bolívar	0	0	225	166	0	0	87	2	0	0	0	0	0	0	246	145	0	0	90	2	0	0	2	0
	C. / Daniel Campos	192	199	0	0	2	39	0	0	0	2	0	0	189	186	0	0	2	42	0	0	0	2	0	0
2ª Semana	Calle Bolívar	0	0	200	169	0	0	87	2	0	0	2	0	0	0	201	201	0	0	92	0	0	0	0	1
	C. / Daniel Campos	175	175	0	0	0	42	0	0	0	1	0	0	156	186	0	0	3	39	0	0	0	1	0	0
3ª Semana	Calle Bolívar	0	0	200	126	0	0	89	3	0	0	3	0	0	0	207	233	0	0	80	2	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	127	180	0	0	0	27	0	0	0	2	0	0	133	173	0	0	1	38	0	0	0	1	0	0
4ª Semana	Calle Bolívar	0	0	213	173	0	0	89	3	0	0	2	0	0	0	153	173	0	0	87	2	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	173	213	0	0	0	47	0	0	0	0	0	0	180	133	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	210	159	0	0	88	3	0	0	2	0	0	0	202	188	0	0	87	2	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	167	192	0	0	1	39	0	0	0	1	0	0	165	170	0	0	2	41	0	0	0	1	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	12	22	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	38	38	0	0	5	1	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	28	18	0	0	1	9	0	0	0	1	0	0	25	25	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	222	180	0	0	89	3	0	0	3	0	0	0	240	226	0	0	93	3	0	0	2	0
	C. / Daniel Campos	195	209	0	0	2	47	0	0	0	2	0	0	190	195	0	0	3	44	0	0	0	2	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	197	137	0	0	87	2	0	0	0	0	0	0	164	150	0	0	82	1	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	139	174	0	0	-1	30	0	0	0	0	0	0	139	144	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	204	169	0	0	88	3	0	0	0	0	0	0	204	187	0	0	90	0	0	0	0	0
	C. / Daniel Campos	180	185	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	175	182	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.30 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS NO HÁBILES EN HORAS (09:00 A 10:00)

Hora Pico : 09:00 - 10:00		Volúmenes del día Sábado											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1º Semana	Calle Bolívar	0	0	300	155	0	0	79	2	0	0	0	0
	C. / Daniel Campos	201	178	0	0	5	41	0	0	0	0	0	0
2º Semana	Calle Bolívar	0	0	100	117	0	0	85	2	0	0	2	0
	C. / Daniel Campos	147	180	0	0	2	47	0	0	0	3	0	0
3º Semana	Calle Bolívar	0	0	187	133	0	0	96	0	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	159	127	0	0	2	47	0	0	0	1	0	0
4º Semana	Calle Bolívar	0	0	200	156	0	0	85	2	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	125	111	0	0	3	33	0	0	0	1	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	197	140	0	0	86	2	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	158	149	0	0	3	42	0	0	0	1	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	82	19	0	0	7	1	0	0	1	0
	C. / Daniel Campos	32	35	0	0	1	7	0	0	0	1	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	279	159	0	0	93	3	0	0	2	0
	C. / Daniel Campos	190	184	0	0	4	49	0	0	0	3	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	115	121	0	0	79	1	0	0	0	0
	C. / Daniel Campos	126	114	0	0	2	35	0	0	0	0	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	194	148	0	0	85	0	0	0	0	0
	C. / Daniel Campos	153	162	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En los Cuadros Nro. 29 y 30 representan el análisis estadístico de los aforos obtenidos en la intersección Nro. 5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos) de horas pico 09:00 a 10:00 hora correspondiente de cada día durante cuatros semanas del mes. Para lo cual se realiza el cálculo de la media de todos los martes, jueves (días hábiles) y sábado (día no hábil) durante el mes.

Como segundo paso calculamos la desviación para luego obtener la media más la desviación y la media menos la desviación con esto adquirimos nuestro rango de cantidad máxima y mínima de v vehículos, los que no se encuentra de este rango son eliminados.

Todos estos pasos con el fin de obtener la media con los valores que se encuentra dentro el rango (**verdadero**)

CUADRO NRO.31 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS HÁBILES EN HORAS (11:00 A 12:00)

Hora Pico : 11:00 - 12:00		Volúmenes del día Martes												Volúmenes del día Jueves											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1º Semana	Calle Bolívar	0	0	201	145	0	0	92	1	0	0	1	0	0	0	225	156	0	0	85	1	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	186	176	0	0	3	36	0	0	0	0	0	0	178	175	0	0	3	39	0	0	0	0	0	0
2º Semana	Calle Bolívar	0	0	213	145	0	0	85	3	0	0	0	0	0	0	225	199	0	0	89	5	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	166	201	0	0	0	39	0	0	0	2	0	0	142	192	0	0	5	35	0	0	0	0	0	0
3º Semana	Calle Bolívar	0	0	307	153	0	0	86	2	0	0	0	0	0	0	307	146	0	0	100	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	167	300	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	155	300	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0
4º Semana	Calle Bolívar	0	0	240	227	0	0	92	2	0	0	0	0	0	0	166	213	0	0	90	1	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	187	233	0	0	1	44	0	0	0	0	0	0	155	147	0	0	2	39	0	0	0	0	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	240	168	0	0	89	2	0	0	0	0	0	0	231	179	0	0	91	2	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	177	228	0	0	1	38	0	0	0	1	0	0	158	204	0	0	3	39	0	0	0	0	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	47	40	0	0	4	1	0	0	1	0	0	58	33	0	0	6	2	0	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	12	54	0	0	1	5	0	0	0	1	0	0	15	67	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	288	207	0	0	93	3	0	0	1	0	0	289	211	0	0	97	4	0	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	188	281	0	0	2	43	0	0	0	2	0	0	172	270	0	0	5	41	0	0	0	0	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	193	128	0	0	85	1	0	0	0	0	0	173	146	0	0	85	0	0	0	0	-1	0
	C. /Daniel Campos	165	174	0	0	0	33	0	0	0	-1	0	0	143	137	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	218	148	0	0	89	0	0	0	0	0	0	225	167	0	0	88	0	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	177	203	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	155	171	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0

Fuente : Elaboración Propia

CUADRO NRO.32 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS NO HÁBILES EN HORAS (11:00 A 12:00)

Hora Pico : 11:00 - 12:00		Volúmenes del día Sábado											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1º Semana	Calle Bolívar	0	0	225	165	0	0	86	6	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	189	188	0	0	7	38	0	0	0	1	0	0
2º Semana	Calle Bolívar	0	0	253	267	0	0	77	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	189	200	0	0	5	42	0	0	0	1	0	0
3º Semana	Calle Bolívar	0	0	113	147	0	0	86	1	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	145	140	0	0	2	37	0	0	0	0	0	0
4º Semana	Calle Bolívar	0	0	189	175	0	0	96	2	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	145	186	0	0	5	39	0	0	0	0	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	195	189	0	0	86	2	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	167	179	0	0	5	39	0	0	0	1	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	61	54	0	0	8	3	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	25	26	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	256	242	0	0	94	5	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	192	205	0	0	7	41	0	0	0	1	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	134	135	0	0	78	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	142	152	0	0	3	37	0	0	0	0	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	222	162	0	0	86	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	167	191	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0

Fuente : Elaboración Propia

En los Cuadros Nro. 31 y 32 representan el análisis estadístico de los aforos obtenidos en la intersección Nro. 5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos) de horas pico 11:00 a 12:00 hora correspondiente de cada día durante cuatros semanas del mes. Para lo cual se realiza el cálculo de la media de todos los martes, jueves (días hábiles) y sábado (día no hábil) durante el mes.

Como segundo paso calculamos la desviación para luego obtener la media más la desviación y la media menos la desviación con esto adquirimos nuestro rango de cantidad máxima y mínima de vehículos, los que no se encuentra de este rango son eliminados.

Todos estos pasos con el fin de obtener la media con los valores que se encuentra dentro el rango (**verdadero**)

CUADRO NRO.33 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS HÁBILES EN HORAS (18:00 A 19:00)

Hora Pico :18:00 - 19:00		Volúmenes del día Martes												Volúmenes del día Jueves											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado				Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1º Semana	Calle Bolívar	0	0	213	159	0	0	83	2	0	0	3	0	0	0	199	128	0	0	79	3	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	174	189	0	0	2	41	0	0	0	3	0	0	166	192	0	0	2	36	0	0	0	0	0	0
2º Semana	Calle Bolívar	0	0	225	153	0	0	78	3	0	0	2	0	0	0	236	173	0	0	93	3	0	0	3	0
	C. /Daniel Campos	156	189	0	0	2	41	0	0	0	1	0	0	168	184	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0
3º Semana	Calle Bolívar	0	0	200	145	0	0	92	1	0	0	2	0	0	0	260	133	0	0	90	0	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	159	320	0	0	1	32	0	0	0	1	0	0	163	265	0	0	2	39	0	0	0	1	0	0
4º Semana	Calle Bolívar	0	0	215	220	0	0	87	4	0	0	1	0	0	0	146	198	0	0	89	5	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	165	200	0	0	3	39	0	0	0	1	0	0	180	136	0	0	1	41	0	0	0	0	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	213	169	0	0	85	3	0	0	2	0	0	0	210	158	0	0	88	3	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	164	225	0	0	2	38	0	0	0	2	0	0	169	194	0	0	2	39	0	0	0	0	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	10	34	0	0	6	1	0	0	1	0	0	0	50	33	0	0	6	2	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	8	64	0	0	1	4	0	0	0	1	0	0	7	53	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	224	204	0	0	91	4	0	0	3	0	0	0	260	191	0	0	94	5	0	0	3	0
	C. /Daniel Campos	171	288	0	0	3	43	0	0	0	3	0	0	177	248	0	0	2	41	0	0	0	1	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	203	135	0	0	79	1	0	0	1	0	0	0	161	125	0	0	82	1	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	156	161	0	0	1	34	0	0	0	1	0	0	162	141	0	0	1	37	0	0	0	0	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	214	152	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	218	145	0	0	91	0	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	160	193	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0	166	188	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0

Fuente : Elaboración Propia

CUADRO NRO.34 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS AFOROS OBTENIDOS Y DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – DANIEL CAMPOS) PARA LOS DÍAS NO HÁBILES EN HORAS (18:00 A 19:00)

Hora Pico :18:00 - 19:00		Volúmenes del día Sábado											
Semanas	Tipo de vehículo	Liviano				Mediano				Pesado			
	Intersección	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1º Semana	Calle Bolívar	0	0	286	175	0	0	83	5	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	175	175	0	0	3	39	0	0	0	2	0	0
2º Semana	Calle Bolívar	0	0	213	140	0	0	92	3	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	147	200	0	0	2	39	0	0	0	1	0	0
3º Semana	Calle Bolívar	0	0	147	173	0	0	62	2	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	162	160	0	0	1	42	0	0	0	2	0	0
4º Semana	Calle Bolívar	0	0	165	152	0	0	93	3	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	136	172	0	0	2	41	0	0	0	1	0	0

PRIMERA DEPURACIÓN

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	203	160	0	0	83	3	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	155	177	0	0	2	40	0	0	0	2	0	0
DESV.	Calle Bolívar	0	0	62	17	0	0	14	1	0	0	1	0
	C. /Daniel Campos	17	17	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0
MED+DESV	Calle Bolívar	0	0	265	177	0	0	97	5	0	0	2	0
	C. /Daniel Campos	172	194	0	0	3	42	0	0	0	2	0	0
MED-DESV	Calle Bolívar	0	0	141	143	0	0	68	2	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	138	160	0	0	1	39	0	0	0	1	0	0

VERDADERO

MEDIA	Calle Bolívar	0	0	175	167	0	0	89	3	0	0	0	0
	C. /Daniel Campos	155	169	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0

Fuente : Elaboración Propia

En los Cuadros Nro. 33 y 34 representan el análisis estadístico de los aforos obtenidos en la intersección Nro. 5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campos) de horas pico 18:00 a 19:00 hora correspondiente de cada día durante cuatros semanas del mes. Para lo cual se realiza el cálculo de la media de todos los martes, jueves (días hábiles) y sábado (día no hábil) durante el mes.

Como segundo paso calculamos la desviación para luego obtener la media más la desviación y la media menos la desviación con esto adquirimos nuestro rango de cantidad máxima y mínima de vehículos, los que no se encuentra de este rango son eliminados.

Todos estos pasos con el fin de obtener la media con los valores que se encuentra dentro el rango (**verdadero**)

CUADRO NRO.35 RESUMEN OBTENIDA DE LA DEPURACIÓN DE DATOS DE LA INTERSECCIÓN Nº5 (CALLE BOLÍVAR – CALLE DANIEL CAMPOS)

HORA PICO	Intersección	Volúmenes día Martes												Volúmenes día Jueves											
		Liviano				Mediano				Pesado				Liviano				Mediano				Pesado			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	204	169	0	0	88	3	0	0	0	0	0	0	204	187	0	0	90	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	180	185	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	175	182	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	Calle Bolívar	0	0	218	148	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	225	167	0	0	88	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	177	203	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	155	171	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	Calle Bolívar	0	0	214	152	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	218	145	0	0	91	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	160	193	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0	166	188	0	0	2	40	0	0	0	0	0	0
Media	Calle Bolívar	0	0	212	156	0	0	87	1	0	0	0	0	0	0	216	166	0	0	89	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	172	194	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0	165	180	0	0	1	40	0	0	0	0	0	0

continúa

HORA PICO	Intersección	Volúmenes del día Sábado											
		Liviano				Mediano				Pesado			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9:00 - 10:00	Calle Bolívar	0	0	194	148	0	0	85	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	153	162	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0
11:00 - 12:00	Calle Bolívar	0	0	222	162	0	0	86	0	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	167	191	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0
18:00 - 19:00	Calle Bolívar	0	0	175	167	0	0	89	3	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	155	169	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
Media	Calle Bolívar	0	0	197	159	0	0	87	1	0	0	0	0
	Calle Daniel Campos	158	174	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0

Con el valor verdadero de la media que obtenemos en las diferentes horas pico, obtenemos el **Cuadro Nro.35** este cuadro es el resumen de las tres medias obtenidas, a partir de de las horas pico, el trafico horario promediado con los días hábiles y la media del tráfico vehicular de las tres horas picos valores verdaderos de los días no hábiles.

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.36 RESULTADOS DE TRÁFICO PROMEDIO HORARIO EN LA INTERSECCIÓN N°5 (CALLE BOLÍVAR – CALLE DANIEL CAMPOS)

Intersección	Volúmenes totales											
	Liviano				Mediano				Pesado			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Calle Bolívar	0	0	208	161	0	0	88	1	0	0	0	0
Calle Daniel Campos	165	183	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0

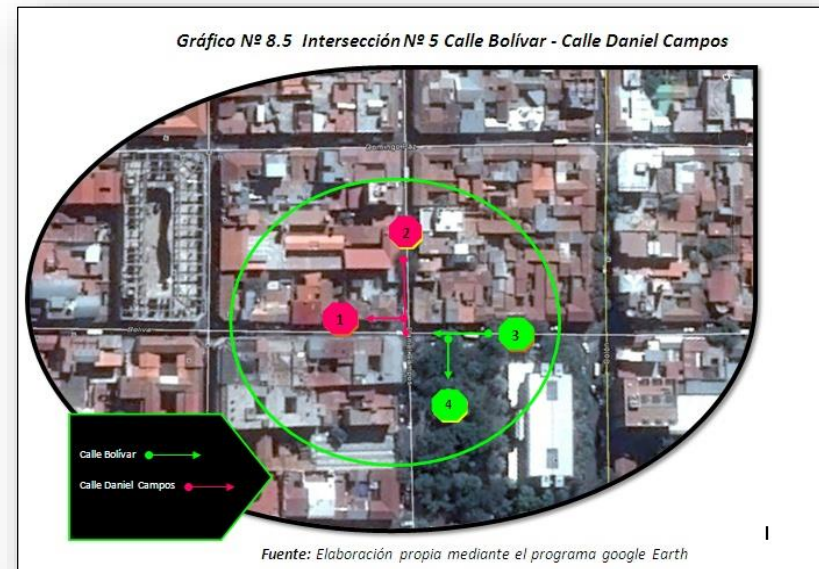
En el Cuadro Nro. 36 denominada Resultados del tráfico promedio horario, presenta la media de las tres horas picos obtenidos del Cuadro Nro.35

Total media	Calle Daniel Campos		Calle Bolívar	
	1	2	3	4
	166	223	296	161

Total en Acceso	Calle Bolívar	457
-----------------	---------------	------------

Total en Acceso	Calle Daniel Campos	389
-----------------	---------------------	------------

Fuente: Elaboración Propia



3.3.- APLICACIÓN DE LOS MODELOS DE PROYECCIÓN

Para determinar los modelos de proyección de Regresión Lineal Simple, Regresión curvilíneo tipo exponencial, Regresión curvilíneo tipo potencial, Regresión curvilínea tipo logarítmica se necesita contar con datos de las series históricas de los volúmenes de tránsito promedio horario (TPH) de las vías de estudio.

Esta metodología que es una de las tantas que puede ser aplicada para proyección futura conlleva a tener información suficiente de por los menos dos o tres años de tráfico, mientras mayor es mejor, eso implica un recurso muy alto.

Para obtener los datos de volúmenes históricos lo que se hizo es generar datos históricos de la gestión 2011, 2012, 2013 y 2014 utilizando un el índice de crecimiento del parque automotor, a partir del volumen actual el tráfico promedio horario.

Para el índice de crecimiento se utilizo datos del parque automotor de la gestión 2008 - 2013 del INE el valor obtenido fue de un 7% por ser más representativo su procedimiento de cálculos se encuentra realizado en el **Anexo Nro.4**

Para obtener datos históricos de volúmenes de tráfico se utilizó el método geométrico que tiene la siguiente expresión:

Donde:

$$V_f = V_a(1 + i)^n$$

V_f = Volumen final

V_a = Volumen actual

n = número de años

i = índice de crecimiento

Los volúmenes históricos obtenidos para todas las intersecciones de estudio ver el **Anexo Nro. 5.**

(Con los datos de volúmenes históricos desde el año 2011 hasta el 2014), se determinaron los valores de la intercepción (**a**) y pendiente (**b**) de la recta, de este método con los cuales se realiza la proyección del volumen de tráfico para un periodo de 1,2, 3, 4, 5, 10, 15 y 20 años para cada intersección.

3.3.1.-Procedimientos Para Determinar la Ecuación de Regresión Lineal Simple Para la Obtención de Volúmenes Proyectados en las Vías de Estudio.

La sumatorias que se encuentra en el **Cuadro Nro.37** es reemplazada a las siguientes ecuaciones normales de regresión lineal simple:

Primera ecuación normal:

$$na + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i$$

Segunda ecuación normal:

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a + \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) b = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Posteriormente se determinan los parámetros a y b utilizando un sistema de ecuaciones con dos incógnitas con las dos ecuaciones normales

Donde luego se obtiene los parámetros **a** y **b** quedando definida la ecuación de Regresión Lineal Simple:

$$\hat{y}_i = a + bx_i$$

También se obtiene el coeficiente de correlación “r” “varía entre -1 y 1

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

A continuación, se presenta en el siguiente ejemplo aplicado a la intersección N°5 para el acceso de la Calle Bolívar todos estos pasos mencionados:

CUADRO NRO. 37 REGRESIÓN LINEAL SIMPLE APLICADO EN LA INTERSECCIÓN N°5

Intersección N° 5 (Calle Bolívar - Calle Daniel Campos) (T.P.H)

ANEXO : Tabla 3.5.2 de Resultados se tiene el siguiente Vo = 457

Primer Método		Acceso : Calle Bolívar					Sumatorias			
Regresión Lineal Simple										
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	X_i^2	$X_i Y_i$	Y_i^2	ΣX_i	10	$\Sigma X_i Y_i$	4.000,64
2011	349	1	349	1	349	121.552	ΣY_i	1.548	ΣY_i^2	602.464
2012	373	2	373	4	746	139.165				
2013	399	3	399	9	1.197	159.330	ΣX_i^2	30	r	0,99954
2014	427	4	427	16	1.708	182.417				
$\hat{y}_i = 322 + 26X_i$							a =	322	b =	26

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2.-Procedimientos Para Determinar la Ecuación de Regresión Curvilínea Tipo Exponencial Para la Obtención de Volúmenes Proyectados en Las Vías de Estudio.

La sumatorias que se encuentra en **Cuadro Nro.38** es reemplazada a las siguientes ecuaciones normales de regresión curvilínea de tipo exponencial:

Primera ecuación normal:

Segunda ecuación normal:

$$n (\ln a) + \left(\sum X_i \right) (\ln b) = \sum \ln y_i$$

$$\left(\sum X_i \right) (\ln a) + \left(\sum X_i^2 \right) (\ln b) = \sum X_i (\ln y_i)$$

Posteriormente se determinan los parámetros a y b utilizando un sistema de ecuaciones con dos incógnitas en las dos ecuaciones normales.

Donde luego se obtiene los parámetros **a** y **b** quedando definida la ecuación de Regresión Curvilínea tipo Exponencial:

$$\hat{y}_i = ab^{X_i}$$

También se obtiene el coeficiente de correlación “r” “varía entre -1 y 1

$$r = \frac{n[\sum x_i(\ln y_i)] - (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum (\ln y_i)^2 - (\sum \ln y_i)^2]}}$$

CUADRO NRO. 38 REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL EN LA INTERSECCIÓN
Nº5

INTERSECCIÓN Nº 5 (CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS) (T.P.H)									
ANEXO : Tabla 3.5.2 de Resultados se tiene el siguiente Vo =									457
Primer Método		Acceso : Calle Bolívar							
Regresión curvilínea tipo exponencial							Sumatorias		
Año	TPH Veh./Hora	X _i	Y _i	X _i ²	ln y _i	X _i (ln y _i)	(ln y _i) ²	ΣX _i	
2011	349	1	349	1	5,854	5,854	34,270	ΣX _i ²	10
2012	373	2	373	4	5,922	11,843	35,067		30
2013	399	3	399	9	5,989	17,968	35,873	Σln y _i	23,822
2014	427	4	427	16	6,057	24,228	36,688		59,894
$\hat{y}_i = 326 \cdot 1,07^{x_i}$								ΣX _i (ln y _i)	141,897
a =	326	b =	1,07	r	1,00			Σ(ln y _i) ²	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.3.-Procedimientos Para Determinar la Ecuación de Regresión Curvilínea Tipo Potencial Para la Obtención de Volúmenes Proyectados en las Vías De Estudio.

La sumatorias del **Cuadro Nro.39** es reemplazada a las siguientes ecuaciones normales de regresión curvilínea tipo potencial:

Primera ecuación normal

$$n(\ln a) + \left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) b = \sum_{i=1}^n \ln y_i$$

Segunda ecuación normal

$$\left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) (\ln a) + \left[\sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2 \right] b = \sum_{i=1}^n (\ln x_i)(\ln y_i)$$

Posteriormente, se determinan los parámetros a y b utilizando un sistema de ecuaciones con dos incógnitas en las dos ecuaciones normales.

Donde luego se obtienen los parámetros a y b quedando definida la ecuación de Regresión curvilínea tipo potencial:

$$\hat{y}_i = ax_i^b$$

También se obtiene el coeficiente de correlación “r” “varía entre -1 y 1

$$r = \frac{n[\sum(\ln x_i)(\ln y_i)] - (\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{\sqrt{[n \sum(\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2][n \sum(\ln y_i)^2 - (\sum \ln y_i)^2]}}$$

A continuación se presenta en el siguiente ejemplo aplicado a la intersección N°5

CUADRO NRO. 39 REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO POTENCIAL EN LA INTERSECCIÓN N°5

INTERSECCIÓN N° 5 (CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS) (T.P.H)										
ANEXO : Tabla 3.5.2 de Resultados se tiene el siguiente Vo = 457										(Vehículos)
tercer método		Acceso : Calle Bolívar					Sumatorias			
Regresión curvilínea tipo potencial										
Año	TPH Veh./Hora	X _i	Y _i	lnx _i	lny _i	(lnx _i) ²	(lny _i) ²	(lnx _i)(lny _i)	Σlnx _i	3,1781
2011	349	1	349	0,000	5,854048797	0,0000	34,270	0,0000	Σlny _i	23,8221
2012	373	2	373	0,693	5,921707445	0,4805	35,067	4,1046		
2013	399	3	399	1,099	5,989366094	1,2069	35,873	6,5800	Σ(lnx _i) ²	3,6092
2014	427	4	427	1,386	6,057024742	1,9218	36,688	8,3968		
$\hat{y}_i = 345X_i^{0,142}$									Σ(lny _i) ²	141,8966
a =	345	b =	0,142	r	0,98				Σ(lnx _i)(lny _i)	19,0814

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4.-Procedimientos Para Determinar la Ecuación de Regresión Curvilínea Tipo Logarítmica Para la Obtención de Volúmenes Proyectados en las Vías de Estudio.

La sumatorias del **Cuadro Nro.40** es reemplazada a las siguientes ecuaciones normales de regresión lineal tipo curvilínea tipo logarítmica:

Segunda ecuación normal:

Primera ecuación normal:

$$na + \left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) b = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\left(\sum_{i=1}^n \ln x_i \right) (a) + \left(\sum_{i=1}^n (\ln x_i)^2 \right) b = \sum_{i=1}^n (\ln x_i)(y_i)$$

Posteriormente, se determinan los parámetros a y b utilizando un sistema de ecuaciones con dos incógnitas en las dos ecuaciones normales

Donde luego se obtienen los parámetros a y b quedando definida la ecuación de Regresión curvilínea tipo logarítmica:

$$\hat{y}_i = a + b(\ln x_i)$$

También se obtiene el coeficiente de correlación “ r ” “varía entre -1 y 1

$$r = \frac{n[\sum(\ln x_i)(y_i)] - (\sum \ln x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum(\ln x_i)^2 - (\sum \ln x_i)^2][n \sum(y_i)^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

A continuación se presenta en el siguiente ejemplo aplicado a la intersección N°5 s

CUADRO NRO. 40 REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO LOGARÍTMICA EN LA INTERSECCIÓN N°5

INTERSECCIÓN N° 5 (CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS) (T.P.H)									
ANEXO : Tabla 3.5.2 de Resultados se tiene el siguiente $V_o = 457$ (Vehículos)									
cuarto método		Acceso : Calle Bolívar					Sumatorias		
Regresión curvilínea tipo logarítmica									
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	$(y_i)^2$	$(\ln x_i)(y_i)$	$\sum y_i$	
2011	349	1	349	0,000	0,0000	121.552	0,0000	$\sum \ln x_i$	3,1781
2012	373	2	373	0,693	0,4805	139.165	258,5773		
2013	399	3	399	1,099	1,2069	159.330	438,5237	$\sum (\ln x_i)^2$	3,6092
2014	427	4	427	1,386	1,9218	182.417	592,0902		
$\hat{y}_i = 344 + 54,71(\ln X_i)$								$\sum (y_i)^2$	602464
$a =$	344	$b =$	54,71	r	0,973868	$\sum (\ln x_i)(y_i)$		1289,191	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.41 ECUACIONES DE REGRESIONES PARA EL ACCESO DE LA CALLE DANIEL CAMPOS

ANEXO : Tabla 3.5.2 de Resultados se tiene el siguiente Vo =

389

Primer Método		Acceso : Calle Daniel Campos					Sumatorias				
Regresión Lineal Simple							Sumatorias				
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	X_i^2	$X_i Y_i$	Y_i^2	ΣX_i	10	$\Sigma X_i Y_i$	3.405	
2011	297	1	297	1	297	88.070	ΣY_i	1.318	ΣY_i^2	436.513	
2012	318	2	318	4	635	100.832					
2013	340	3	340	9	1.019	115.442	ΣX_i^2	30	r	1,00	
2014	364	4	364	16	1.454	132.170					
$\hat{y}_i = 274 + 22X_i$							$a =$	274	$b =$	22	
Regresión curvilínea tipo exponencial							Sumatorias				
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	X_i^2	$\ln y_i$	$X_i(\ln y_i)$	$(\ln y_i)^2$	ΣX_i	10		
2011	297	1	297	1	5,693	5,693	32,410	ΣX_i^2	30		
2012	318	2	318	4	5,761	11,521	33,185				
2013	340	3	340	9	5,828	17,485	33,969	$\Sigma \ln y_i$	23,178		
2014	364	4	364	16	5,896	23,584	34,762				
$\hat{y}_i = 277 * 1,07^{X_i}$							$\Sigma X_i(\ln y_i)$	58,283			
$a =$	277	$b =$	1,07	r	1,00	$\Sigma(\ln y_i)^2$	134,325				
Regresión curvilínea tipo potencial							Sumatorias				
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$\ln y_i$	$(\ln x_i)^2$	$(\ln y_i)^2$	$(\ln x_i)(\ln y_i)$	$\Sigma \ln x_i$	3,1781	
2011	297	1	297	0,000	5,6929447	0,0000	32,410	0,0000	$\Sigma \ln y_i$	23,1777	
2012	318	2	318	0,693	5,7606034	0,4805	33,185	3,9929			
2013	340	3	340	1,099	5,828262	1,2069	33,969	6,4030	$\Sigma(\ln x_i)^2$	3,6092	
2014	364	4	364	1,386	5,8959207	1,9218	34,762	8,1735			
$\hat{y}_i = 293X_i^{0,1424}$							$\Sigma(\ln y_i)^2$	134,3247			
$a =$	293	$b =$	0,14242	r	0,98	$\Sigma(\ln x_i)(\ln y_i)$	18,5694				
Regresión curvilínea tipo logarítmica							Sumatorias				
Año	TPH Veh./Hora	X_i	Y_i	$\ln x_i$	$(\ln x_i)^2$	$(y_i)^2$	$(\ln x_i)(y_i)$	Σy_i	1317,63		
2011	297	1	297	0,000	0,0000	88.070	0,0000	$\Sigma \ln x_i$	3,1781		
2012	318	2	318	0,693	0,4805	100.832	220,1019				
2013	340	3	340	1,099	1,2069	115.442	373,2729	$\Sigma(\ln x_i)^2$	3,6092		
2014	364	4	364	1,386	1,9218	132.170	503,9893				
$\hat{y}_i = 292 + 46,57(\ln X_i)$							$\Sigma(y_i)^2$	436513			
$a =$	292	$b =$	46,57	r	0,97387	$\Sigma(\ln x_i)(y_i)$	1097,364				

Fuente: Elaboración Propia

Todas las ecuaciones de regresión lineal y curvilínea obtenida en los cálculos y procedimientos por el **Métodos De Mínimos Cuadrados** para todas las intersecciones de estudio se encuentran en el Anexo N° 6. Con la ecuaciones de regresión tipo: lineal, tipo curvilínea exponencial, tipo curvilínea potencial y tipo curvilínea logarítmica obtenido de la intersección N°5 del Acceso de la Calle Bolívar obtenemos las predicciones o proyecciones para los siguientes años:

CUADRO NRO. 42 PRONÓSTICO DEL TRÁFICO VEHÍCULAR PARA LA INTERSECCIÓN N°5 ACCESO CALLE BOLÍVAR

		Regresión Lineal Simple	Regresión Curvilínea tipo Exponencial	Regresión Curvilínea tipo Potencial	Regresión Curvilínea tipo Logarítmica
Año	X	$\hat{y}_i = 322 + 26x_i$	$\hat{y}_i = 326 * 1,07^{x_i}$	$\hat{y}_i = 345X_i^{0,142}$	$\hat{y}_i = 344 + 54,71(\ln x_i)$
2011	1	348	349	345	344
2012	2	374	373	380	381
2013	3	400	399	403	404
2014	4	426	427	420	419
2015	5	452	457	433	432
2016	6	479	489	445	442
2017	7	505	523	455	450
2018	8	531	560	463	457
2019	9	557	599	471	464
2020	10	583	641	478	469
2025	15	714	899	507	492
2030	20	845	1261	528	507
2035	25	975	1768	545	520

Fuente: Elaboración Propia

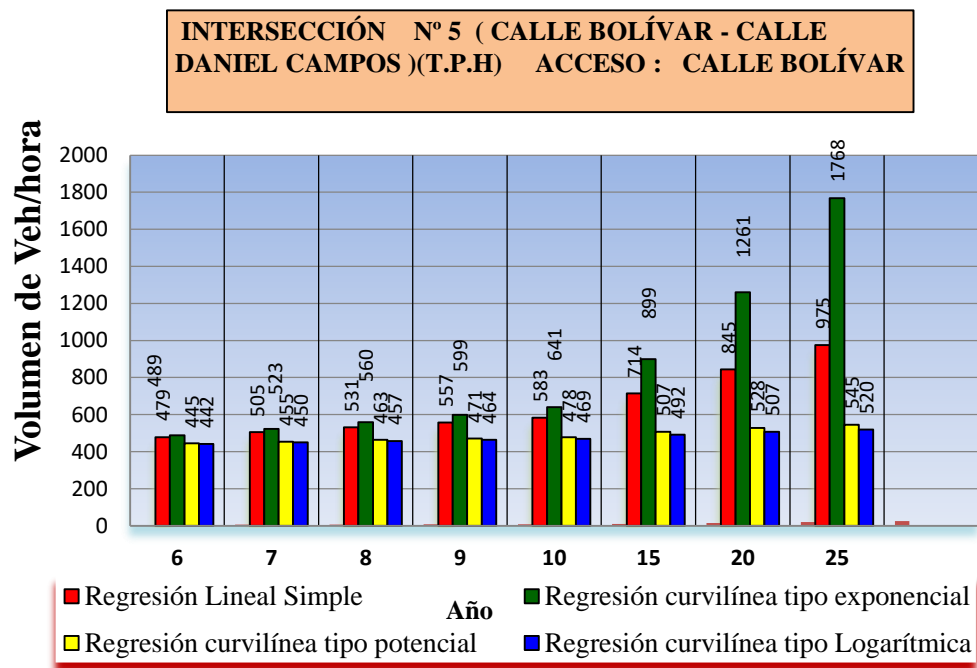
Para los años proyectados como se observa en el cuadro Nro. 42 Son 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035.

Con los datos estimados, con las diferentes ecuaciones de regresión de manera ordenada como se estima en el cuadro Nro. 42 se procede a realizar una grafica de columnas.

Donde nos mostrara el incremento del parque automotor con respecto al tiempo, la cual ayudara a ver como incrementa el parque automotor con las diferentes modelos de proyección, su tendencia a su crecimiento, los datos de la tabla estarán reflejados en un plano cartesiano a continuación en el eje "y" estarán los volúmenes de tráfico que se van a proyectar en este caso según las ecuación, es la variable dependiente,

y en el eje x estará los datos de los tiempos es decir los años para los cuales se requiere proyectar o llamada también la variable independiente.

GRÁFICA NRO. 15 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA CALLE BOLÍVAR EN LA INTERSECCIÓN N°5



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa la Gráfica Nro. 15 muestra la proyección del tráfico vehicular con respecto a los tiempos.

La proyección del tráfico vehicular estimada con el modelo de regresión simple muestra que para el año 2020 el número de vehículo/hora que circularan en el acceso la Calle Bolívar tendrá un incremento de 28% en relación a la gestión 2015, este aumento será de 457 veh/hora a 583 veh/hora.

La proyección que presenta el tráfico vehicular con el modelo de regresión curvilínea de tipo exponencial nos muestra que para el año 2020 el número de vehículos/ hora que circularán en el acceso la Calle Bolívar tendrá un incremento de 40% en relación a la gestión 2015, este aumento será de 457 veh/hora a 641 veh/hora para lo tanto se

observa que la predicción por el método de regresión curvilínea en relación con la regresión lineal los volúmenes obtenidos son mayores para la gestión 2020, nos muestra una variación de un 20% de incremento más en relación a los dos modelos.

En el Cuadro Nro. 43 se logra obtener las cuatro ecuaciones de regresión de tipo lineal y curvilíneas para la estimación del tráfico vehicular en la intersección N°5 para el acceso de la Calle Daniel Campos, en la cual se construye un cuadro donde se observa las proyecciones de los volúmenes de tráfico a partir de las ecuaciones de regresión. Los volúmenes que fueron proyectados con sus respectivos valores se muestra en el Cuadro Nro.43 para los siguientes años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035.

Con los datos estimados con las diferentes ecuaciones de regresión de manera ordenada como se estima en el Cuadro Nro. 43 se procede a realizar a realizar una gráfica de Columnas.

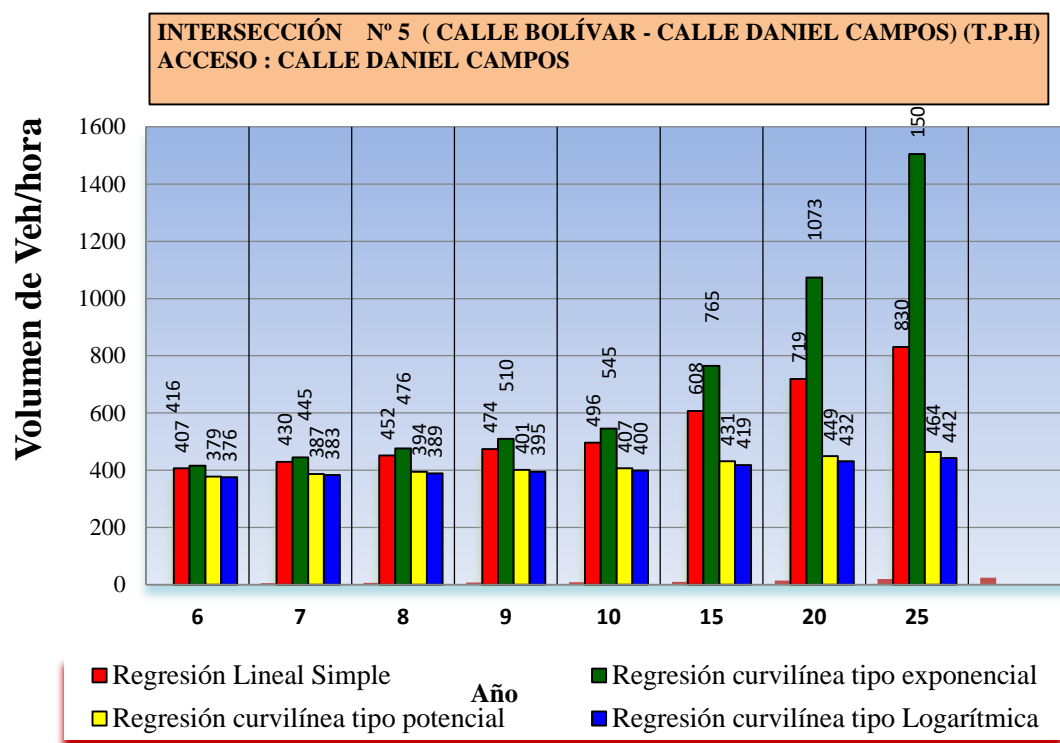
CUADRO NRO. 43 PRONÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA INTERSECCIÓN N°5 ACCESO CALLE DANIEL CAMPOS

		Regresión lineal simple	Regresión curvilínea tipo exponencial	Regresión curvilínea tipo potencial	Regresión curvilínea tipo logarítmica
Año	X	$\hat{y}_i = 274 + 22X_i$	$\hat{y}_i = 277 * 1,07^{xi}$	$\hat{y}_i = 293X_i^{0,1424}$	$\hat{y}_i = 292 + 46,57(\ln X_i)$
2011	1	296	297	293	292
2012	2	318	317	324	325
2013	3	341	340	343	344
2014	4	363	363	357	357
2015	5	385	389	369	367
2016	6	407	416	379	376
2017	7	430	445	387	383
2018	8	452	476	394	389
2019	9	474	510	401	395
2020	10	496	545	407	400
2025	15	608	765	431	419
2030	20	719	1073	449	432
2035	25	830	1505	464	442

Fuente: Elaboración Propia

Donde nos mostrará el incremento del parque automotor con respecto al tiempo, que ayudará a ver cómo incrementa el parque automotor con las diferentes modelos de proyección, la tendencia a su crecimiento, los datos de la tabla estarán reflejados en un plano cartesiano a continuación en el eje "y" estarán los volúmenes de tráfico que se van a proyectar en este caso según la ecuación, es la variable dependiente, y en el eje x estarán los datos de los tiempos es decir los años para los cuales se requiere proyectar o llamada también la variable independiente.

GRÁFICA NRO. 16 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA CALLE DANIEL CAMPOS INTERSECCIÓN N°5



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la calle Daniel Campos en la intersección N°5 con la ecuación curvilínea tipo exponencial el volumen del tráfico horario proyectado tiende a ser más

mayor a diferencia de la volúmenes proyectados obtenidos con la ecuación de regresión lineal simple.

También podemos observar que la grafica nos muestra que los volúmenes obtenidos con la regresión curvilínea de tipo potencial y logarítmica tiende a ser más bajo su incremento, ambos datos obtenidos por esta regresiones tienden a ser similares casi en la proyección de los volúmenes que circularán para los años que fueron proyectados.

Los volúmenes obtenidos por la regresión curvilínea tipo potencial y logarítmica tienden a ser más bajos con el pasar de los años en relación con los volúmenes obtenidos con la regresión lineal simple y regresión curvilínea tipo exponencial.

La proyección estimada con la regresión potencial para el año 2019, para acceso de la Calle Daniel Campos en la intersección Nro. 5 va a tener un incremento de 3% con relación a 2015, este aumento fue de 389 veh/hora a 401 veh/hora. Así mismos por la proyección estimada de regresión lineal simple aumentó en un 22% de 389 veh/hora a 474 veh/hora, de igual manera que por la proyección de regresión curvilínea de tipo exponencial aumentó en 31% de 389veh/hora a 510 veh/hora, mientras que la proyección estimada con la regresión curvilínea de tipo logarítmica su incremento fue de 1% de 389veh/hora a 395veh/hora.

**CUADRO NRO. 44 PRONOSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA INTERSECCIÓN N°13
ACCESO AVENIDA DOMINGO PAZ**

		Regresion lineal simple	Regresión curvilínea tipo exponencial	Regresión curvilínea tipo potencial	Regresión curvilínea tipo logarítmica
Año	X	$\hat{y}_i = 271 + 22 X_i$	$\hat{y}_i = 274 * 1,07^{xi}$	$\hat{y}_i = 290X_i^{0,142}$	$\hat{y}_i = 264 + 42(\ln X_i)$
2011	1	293	294	290	264
2012	2	315	314	320	293
2013	3	337	336	339	310
2014	4	359	360	354	322
2015	5	381	385	365	331
2016	6	403	412	375	339
2017	7	425	441	383	346
2018	8	447	472	390	351
2019	9	469	505	397	356
2020	10	491	540	403	361
2025	15	601	757	427	378
2030	20	712	1062	445	390
2035	25	822	1490	459	399

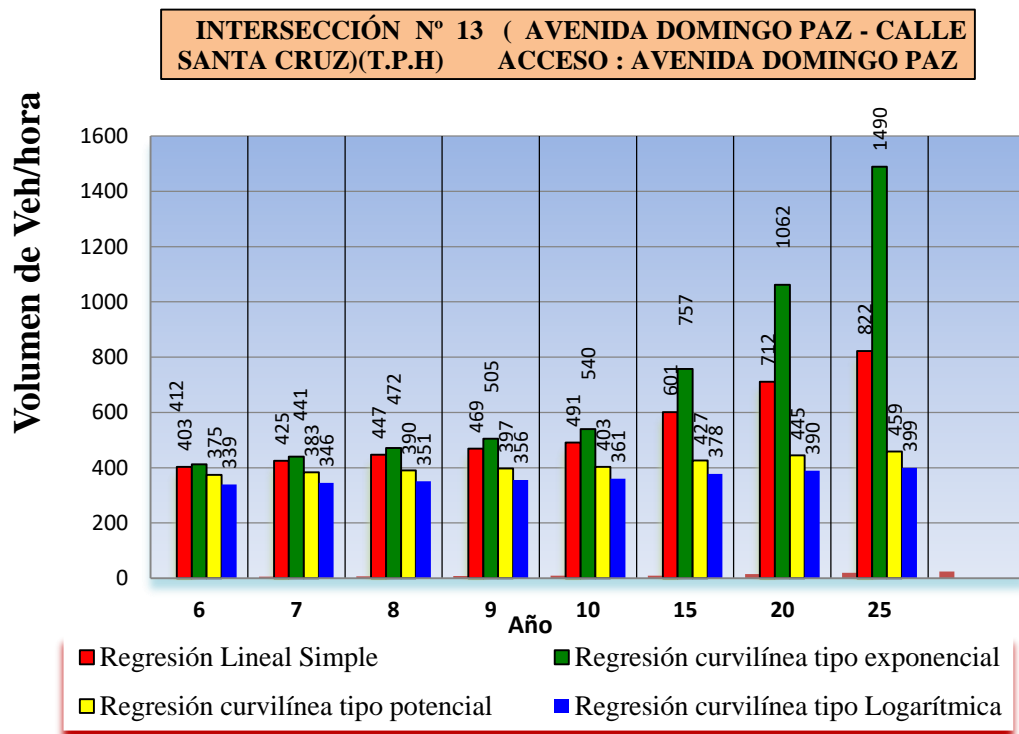
Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro Nro. 44 se logra obtener las cuatro ecuaciones de regresión de tipo lineal y curvilíneas para la estimación del tráfico vehicular en la intersección N°13 para el acceso de la Avenida Domingo Paz, en la cual se observa las proyecciones de los volúmenes de tráfico a partir de las ecuaciones de regresión.

Los volúmenes que fueron proyectados con sus respectivos valores se muestra en el Gráfica Nro.17 para los siguientes años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035.

Con los datos estimados con las diferentes ecuaciones de regresión de manera ordenada, como se estima se procede a realizar una gráfica de columnas.

GRÁFICA NRO. 17 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA AVENIDA DOMINGO PAZ INTERSECCIÓN N°13



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa la Gráfica Nro. 17 se ve la proyección del tráfico vehicular con respecto a los tiempos.

La proyección del tráfico vehicular estimada con el modelo de regresión simple nos muestra que para el años 2025 el número de vehículo/hora que circularán en el acceso la Avenida Domingo Paz tendrá un incremento de 56% en relación a la gestión 2015, este aumento será de 385 veh/hora a 601 veh/hora.

La proyección evidencia el tráfico vehicular con el modelo de regresión curvilínea de tipo exponencial indicando que para el año 2025 el número de vehículos/ hora que circularan en el acceso la Avenida Domingo Paz tendrá un incremento de 97% en relación a la gestión 2015, este aumento será de 385 veh/hora a 757 veh/hora para lo tanto se observa que la predicción por el método de regresión curvilínea en relación con la regresión lineal los volúmenes obtenidos son mayores para la gestión 2020 con una variación de un 41% de incremento más en relación al modelo de regresión lineal .

Y con respecto a los dos modelos de regresión tipo curvilíneo potencial y logarítmico tiende a ser más bajos.

**CUADRO NRO. 45 PRONÓSTICO DEL TRÁFICO VEHICULAR PARA LA INTERSECCIÓN N°13
ACCESO CALLE SANTA CRUZ**

		Regresion lineal simple	Regresión curvilínea tipo exponencial	Regresión curvilínea tipo potencial	Regresión curvilínea tipo logarítmica
Año	X	$\hat{y}_i = 247 + 20X_i$	$\hat{y}_i = 250 * 1,07^{xi}$	$\hat{y}_i = 265X_i^{0,1424}$	$\hat{y}_i = 264 + 42,02(\ln X_i)$
2011	1	267	268	265	264
2012	2	287	286	292	293
2013	3	307	307	309	310
2014	4	327	328	322	322
2015	5	347	351	333	331
2016	6	368	376	342	339
2017	7	388	402	349	346
2018	8	408	430	356	351
2019	9	428	460	362	356
2020	10	448	492	367	361
2025	15	548	690	389	378
2030	20	649	968	405	390
2035	25	749	1358	419	399

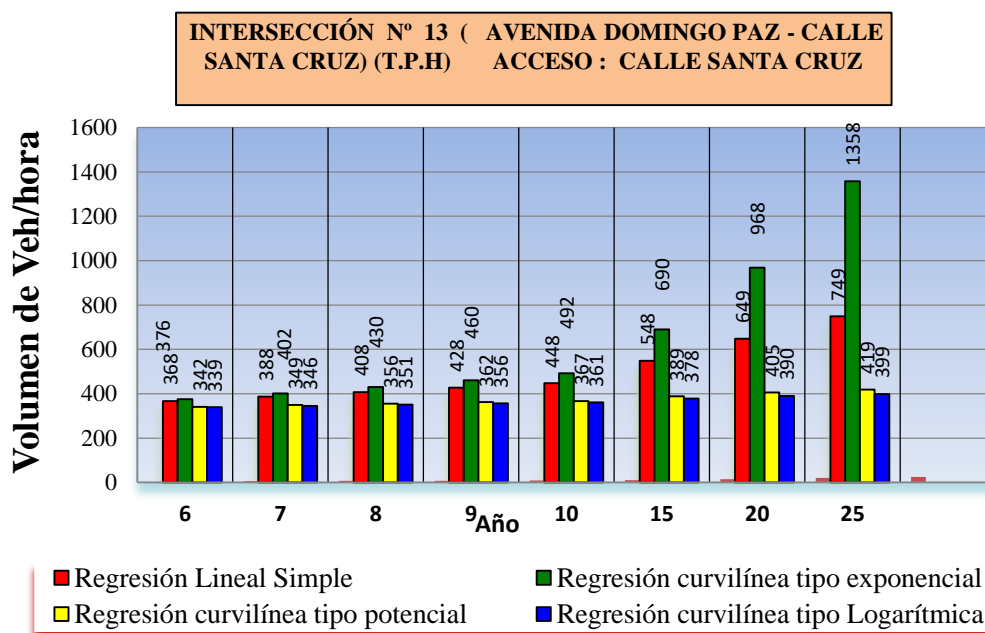
Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro Nro. 45 se logra obtener las cuatro ecuaciones de regresión de tipo lineal y curvilíneas para la estimación del tráfico vehicular en la intersección N°13 para el acceso de la Calle Santa Cruz, en la cual se observan las proyecciones de los volúmenes de tráfico a partir de las ecuaciones de regresión.

Los volúmenes que fueron proyectados con sus respectivos valores se muestran en la Gráfica Nro.18 para los siguientes años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035.

Con los datos estimados con las diferentes ecuaciones de regresión de manera ordenada como se estima, se proceder a realizar una grafica de columnas.

GRÁFICA NRO. 18 PROYECCIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR DE LA CALLE SANTA CRUZ INTERSECCIÓN N°13



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la calle Santa Cruz en la intersección N°13 con la ecuación curvilínea tipo exponencial el volumen del tráfico horario proyectado tiende a ser mayor a diferencia de los volúmenes proyectados obtenidos con la ecuación de regresión lineal simple.

Los volúmenes obtenidos por la regresión curvilínea tipo potencial y logarítmica tienden a ser más bajos con el pasar de los años, en relación con los volúmenes obtenidos con la regresión lineal simple y regresión curvilínea tipo exponencial.

La proyección estimada con la regresión potencial para el año 2030, para acceso de la Calle Santa Cruz en la intersección Nro. 13 va a tener un incremento de 16% con relación a 2015, este aumento fue de 351 veh/hora a 405 veh/hora. Asimismo, por la proyección estimada de regresión lineal simple aumento en un 85% de 351 veh/hora a 649 veh/hora, de igual manera que por la proyección de regresión curvilínea de tipo exponencial aumentó en 176% de 351veh/hora a 968 veh/hora, mientras que la proyección estimada con la regresión curvilínea de tipo logarítmica su incremento fue de 11% de 351 veh/hora a 390 veh/hora.

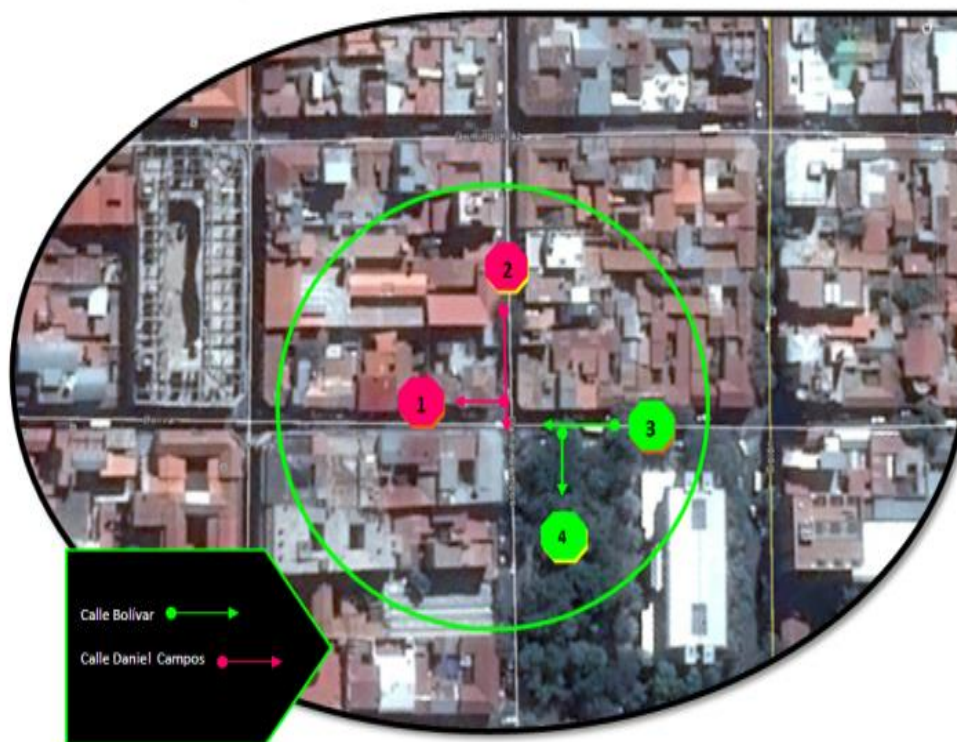
Por lo tanto las ecuaciones de regresión de tipo lineales y curvilíneas obtenidos para todas las intersecciones para este estudio se encuentran en el **Anexo N°6** y se encuentran todas las proyecciones estimadas con las ecuaciones de regresión y sus respectivas graficas de proyección.

3.4.- DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO UTILIZANDO EL ÍNDICE DE INCREMENTO DE LOS MODELOS DE PROYECCIÓN DE TIPO LINEAL Y TIPO CURVILÍNEA EXPONENCIAL

Para mayor facilidad utilizamos el índice de incremento de los modelos de proyección de tipo lineal y tipo curvilínea exponencial, obtenidos en la proyección de volumen de tráfico. En las intersecciones de estudio la mayoría de ellas se tiene dos accesos un acceso “A” y un acceso “B” dentro la cual se observa que los Accesos captan un cierto volumen para lo cual éstas tienden a ser distribuidas de acuerdo a sus giros, según su ubicación en la que se encuentre situada.

Por lo tanto, con el pasar de los años esta distribución de volúmenes va a cambiar de acuerdo a los volúmenes que va a obtener en dicho acceso. A partir de un volumen conocido en la intersección para un acceso y conociendo su distribución de esos volúmenes según giros de acuerdo a su ubicación para un año cero, podemos conocer su nueva distribución con sus nuevos volúmenes, utilizando el índice de incremento obtenidos en proyección de volúmenes de tráfico.

GRÁFICA NRO. 19 INTERSECCIÓN Nº 5 CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS



Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la Gráfica Nro.19 en la intersección Nº5 (Calle Bolívar – Calle Daniel Campo) se muestra las distribución que se tiene para cada acceso, en la Calle Bolívar (como se ve) éstas fueron enumeradas según la grafica que se observa su distribución que presenta según ubicación, el Nº 3 es el volumen que distribuye de frente, asimismo el Nº 4 color verde se observa el volumen de vehículos que fue distribuido para el giro izquierda. Para el acceso de la Calle Daniel Campos según la Grafica Nro. 19 la distribución de vehículos que circularán de frente con el Nº2 de

color fucsia, asimismo la distribución de vehículos para el giro derecha se enumeró con el número N°1.

CUADRO NRO. 46 DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES PROYECTADOS EN LA INTERSECCIÓN N°5 PARA EL ACCESO DE LA CALLE BOLÍVAR CON RLS

		Regresion Lineal Simple			
Año proyectado	Indice de incremento obtenido con la regresion lineal simple $\Delta\%$	vehiculo /hora	Frente ←	Giro Derecho ↘	Giro Izquierdo ↙
2015	0	457	296	161	0
2016	5	479	310	169	0
2017	10	505	327	178	0
2018	16	531	344	187	0
2019	22	557	361	196	0
2020	28	583	378	205	0
2025	56	714	462	251	0
2030	85	845	547	298	0
2035	113	975	632	344	0

Fuente: Elaboración Propia

Volumen (TPH) obtenidos en acceso de la Calle Bolívar para el año 2015

Como se observa el Cuadro Nro.46 la distribución del flujo vehicular según su ubicación y giros para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035, en el acceso de la Calle Bolívar, utilizando el incremento de los volúmenes proyectados por la regresión Lineal Simple. Ver el **Anexo N°7**

CUADRO NRO. 47 DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES PROYECTADOS EN LA INTERSECCIÓN N°5 PARA EL ACCESO DE LA CALLE BOLÍVAR CON RCE

		Regresion Curvilinea tipo exponencial			
Año proyectado	Indice de incremento obtenido con la Regresion Curvilinea tipo exponencial $\Delta\%$	vehiculo /hora	Frente	Giro Derecho	Giro Izquierdo
			←	↵	↶
2015	0	457	296	161	0
2016	7	489	317	172	0
2017	14	523	339	184	0
2018	22	560	363	197	0
2019	31	599	388	211	0
2020	40	641	415	226	0
2025	97	899	582	317	0
2030	176	1261	817	444	0
2035	287	1768	1145	623	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 48 DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES PROYECTADOS EN LA INTERSECCIÓN N°5 PARA EL ACCESO DE LA CALLE DANIEL CAMPOS CON RLS

		Regresion Lineal Simple			
Año proyectado	Indice de incremento obtenido con la regresion lineal simple $\Delta\%$	vehiculo /hora	Giro Derecho	Frente	Giro Izquierdo
			↵	↓	↷
2015	0	389	223	166	0
2016	5	407	174	233	0
2017	10	430	183	246	0
2018	16	452	193	259	0
2019	22	474	202	272	0
2020	28	496	212	285	0
2025	56	608	259	348	0
2030	85	719	307	412	0
2035	113	830	354	476	0

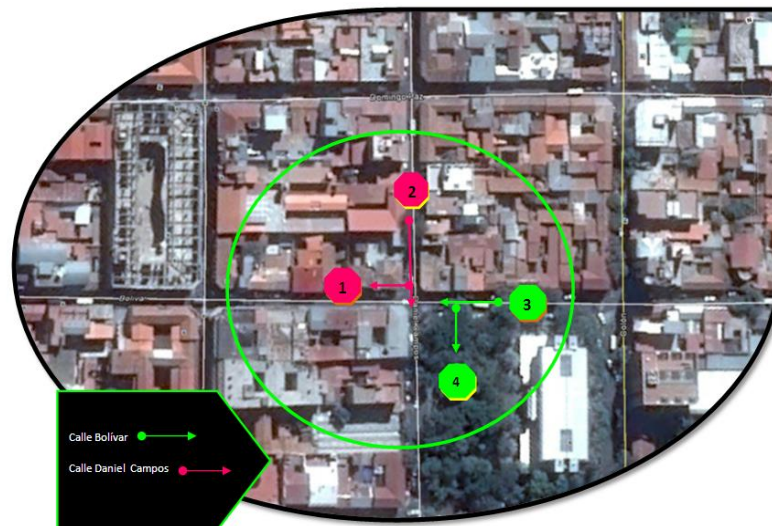
Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO. 49 DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES PROYECTADOS EN LA INTERSECCIÓN Nº5 PARA EL ACCESO DE LA CALLE DANIEL CAMPOS CON RCE

Año proyectado	Indice de incremento obtenido con la Regresion Curvilinea tipo exponencial $\Delta\%$	Regresion Curvilinea tipo exponencial			
		vehiculo /hora	Giro Derecho	Frente	Giro Izquierdo
			←	↓	↶
2015	0	389	223	166	0
2016	7	416	239	178	0
2017	14	445	255	190	0
2018	22	476	273	203	0
2019	31	510	292	218	0
2020	40	545	313	233	0
2025	97	765	439	326	0
2030	176	1073	615	458	0
2035	287	1505	863	642	0

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICA NRO. 20 INTERSECCIÓN Nº 5 CALLE BOLÍVAR - CALLE DANIEL CAMPOS



Fuente: Elaboración Propia

3.5.- SEMAFORIZACIÓN

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante la cuales se regulan la circulación de vehículos y peatones en las calles, en el casco central se cuenta con semáforos en algunas intersecciones y otras no existen, se realizaron mediciones de semaforización de tiempos de ciclos y fases en intersecciones de estudio para realizar una evaluación en función volumen.

CUADRO NRO.50 DATOS DE TIEMPOS DE FASE VERDE, FASE ROJA, Y AMARILLA OBTENIDAS EN INTERSECCIONES CON SEMÁFOROS EXISTENTES

N°	Intersección	Acceso " A "	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	18	2	16
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	Calle Virginio Lema	No			Calle General Trigo	No		
3	Calle Ingavi - Calle Colón	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	Calle Alejandro de Carpio	No			Calle Sucre	No		
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	Calle 15 De Abril	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	Avenida Domingo Paz	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	Calle Madrid	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	Calle Virginio Lema	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	Avenida Domingo Paz	No			Calle Santa Cruz	No		
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	Calle Madrid	17	2	23	Calle Santa Cruz	23	2	17
15	Calle Bolivar -Calle Junín	Calle Bolivar	No			Calle Junín	No		
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	Calle 15 de Abril	No			Calle Junín	No		

Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.- Evaluación con Semaforización Actual

Como se muestra el Cuadro Nro.51 se observa las mediciones de los tiempos de ciclos y fases del semáforo en las 16 intersecciones de estudio, donde se puede evidenciar que cinco intersecciones no cuentan con semáforos y once de ellas cuentan con la presencia de semáforos.

A partir de los resultados del tráfico promedio horario (TPH), obtenido en Anexo N°3 para toda las intersecciones, se realiza un ajuste de tiempos de ciclos y fases en intersecciones con semáforos existentes con sus respectivos volúmenes de tráfico obtenido y se diseña los tiempos de ciclo y fases en las intersecciones que no cuentan con semáforos con sus respectivos volúmenes de demanda.

3.5.2 Ajustes de Tiempos de Ciclos y Fases con los Volúmenes Obtenidos en las Intersecciones de Estudio con Semáforos Existentes.

Para todas las intersecciones de estudio con semáforos existentes se realizó el ajuste de ciclos y fases. (Todos los ajustes se encuentran en el Anexo N°8)

Se realiza un ejemplo para el ajuste de tiempos y ciclos utilizando la intersección Nro.7 (Avenida Domingo Paz- Calle Colón)

- Primeros fue realizar las mediciones de semaforización como ser tiempos de ciclos y fases.

CUADRO NRO.51 DATOS TIEMPOS DE CICLOS Y FASES EN EL ÁREA DE ESTUDIO EN LA INTERSECCIÓN N°7

Intersección N° 7 Avenida Domingo Paz - Calle Colón				Tiempo de ciclo	
Acceso "A"	tr "A"	ta "A"	tv "A"	Ciclo	
Ave. Domingo Paz - C. General Trigo	18	2	22	= $tv_A+tv_B+ta_A+ta_B$	
Acceso "B"	tr "B"	ta "B"	tv "B"	Ciclo =	44
Calle General Trigo	22	2	18	(segundos)	

Fuente: Elaboración Propia

El Cuadro Nro.51 muestra de manera clara y sencilla los datos medidos en campo, donde se observa el tiempo de ciclo obtenido es de 44 segundos.

- Las ecuaciones utilizadas para el diseño de tiempos de fases y ciclos están en función de las siguientes variables.

Primera ecuación:

$$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$$

Segunda ecuación:

$$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$$

Donde:

t_c = Tiempo de ciclo para la intersección N°7 (seg.)

t_{vA} = Tiempo de fase verde para el acceso "A" (seg.)

V_A = Volumen de vehículos horario para el acceso "A" (veh/h)

t_{aA} = Tiempo de fase amarilla para el acceso "A" (seg.)

t_{vB} = Tiempo de fase verde para el acceso "B" (seg.)

V_B = Volumen de tráfico (TPH) para el acceso B

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

Donde:

$V_A = 334$ vehículo/hora

$V_B = 312$ vehículo/hora

$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$ ecuación (a)

$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$ ecuación (b)

- Resolviendo el sistema de ecuaciones

De ecuación (a).....44seg = $t_{vA} + t_{vB} + 2 + 2$

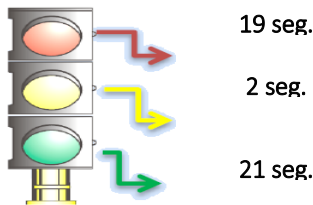
$$\Rightarrow t_{vA} + t_{vB} = 40 \text{ ecuación (1)}$$

De ecuación (b)..... $tvB= 0,934 * tvA$ ecuación (2)

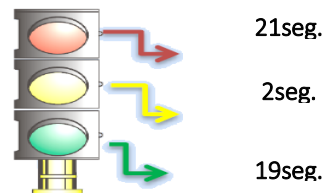
Reemplazando la ecuación (2) en (1) $\Rightarrow tvA = 21seg.$ y $tvB = 19 seg.$

- Por lo tanto, asumiendo que el tiempo para la fase amarilla es 2 seg, para los dos accesos..... $tc = 44 seg.$

Avenida Domingo Paz



Calle Colón



Como se puede observar los resultados no han sido alterados con gran diferencia de acuerdo al volumen de demanda, se ha modificado en la Avenida Domingo Paz de tener el tiempo de asignación verde de 22 seg. se ajustó a 21 seg. y la Calle Colón se de tener 18seg. Se ajusto a 19 seg. Dato que fue medido en campo, con el volumen de demanda obtenido en el acceso Calle Colón de 312 vehículos hora, surge la necesidad de requerir un 1 segundo más para que este en función de su volumen demanda.

Es importante que los tiempos de asignación verdes estén en función de sus demandas de volúmenes de tráfico.

3.5.2.- Diseño de Tiempos de Fase y Ciclos en la Intersección Nro. 7 (Avenida Domingo Paz- Calle Colon)

Una vez que se ha realizado el ajuste de la semaforización que éste en función de sus demandas del tráfico vehicular se procede a diseñar los tiempos de fase verde con los volúmenes de proyectados obtenidos con la regresión tipo lineal y regresión tipo exponencial. (Todos los cálculos de diseño de tiempos de ciclos y fases se encuentran con sus respectivos procedimientos en el **Anexo 8** para todas las intersecciones). Estos tiempos de ciclos y fases fueron diseñados para los siguientes años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025,2030 y 2035 con el fin de verificar su incidencia con la circulación del tráfico vehicular a futuro.

Para realizar el diseño de tiempos de ciclos y fases, para los futuros años mencionados se requiere obtener el incremento de volúmenes que han sido proyectados a futuro en relación de los volúmenes del TPH obtenidos.

Procedimiento para su diseño:

Para aplicar el procedimiento utilizamos la intersección N°7 (Avenida Domingo Paz-Calle Colón)

- Primero se requiere obtener el incremento de vehículos que se proyectaron con la regresión simple y regresión curvilínea tipo exponencial.

CUADRO NRO.52 ACCESO AVENIDA DOMINGO PAZ INCREMENTO DE VOLUMEN DE TRÁFICO

Año	Año	Regresión Lineal Simple	Regresión curvilínea tipo exponencial	$\Delta\%$ Regresión Lineal Simple	$\Delta\%$ Regresión curvilínea tipo exponencial
2015	0	334	334	0	0
2016	1	350	357	5	7
2017	2	369	382	10	14
2018	3	388	409	16	22
2019	4	407	438	22	31
2020	5	426	468	28	40
2025	10	522	657	56	97
2030	15	617	921	85	176
2035	20	713	1292	113	287

Fuente: Elaboración propia

Año base o año cero

Proyecciones de volúmenes

Regresión Lineal Simple

$$\Delta = 407 - 334 = 73 \text{ veh/hora}$$

$$\Delta\% = \frac{73 * 100}{335} = 22\%$$

Regresión Curvilínea tipo Exponencial

$$\Delta = 438 - 334 = 104 \text{ veh/hora}$$

$$\Delta\% = \frac{438 - 335}{335} = 31\%$$

% De incremento de volúmenes respecto al año base o cero

- Segundo paso obtenemos en el cuadro Nro.53 el incremento de volúmenes proyectados con la regresión lineal simple

CUADRO NRO.53 INCREMENTO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO LA PROYECCIONES DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE INTERSECCIÓN Nº 5

Año	Año	Regresión Lineal Simple "A"	Regresión Lineal Simple "B"	$\Delta\%$ Regresión Lineal Simple
2015	0	334	312	0
2016	1	350	327	5
2017	2	369	345	10
2018	3	388	362	16
2019	4	407	380	22
2020	5	426	398	28
2025	10	522	487	56
2030	15	617	577	85
2035	20	713	666	113

Fuente: Elaboración Propia

- Con el incremento de vehículos obtenidos en la proyección de regresión lineal simple se procede a añadir el $\% \Delta$ al tiempo de ciclo, de acuerdo a los años que se quiera diseñar, para este caso se diseñara para los años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025 ,2030 y 2035.

Tiempo de ciclo que está en función de su demanda vehicular es de: $t_c = 44$ seg.

Para el año 2016 $t_c = 44\text{seg.} + 5\% = 46$ seg.

Para el año 2017 $t_c = 44\text{seg} + 10\% = 49$ seg.

Para el año 2018 $t_c = 44\text{seg} + 16\% = 51$ seg.

Para el año 2019 $t_c = 44\text{seg} + 22\% = 54$ seg.

Para el año 2020 $t_c = 44\text{seg} + 28\% = 56$ seg.

Para el año 2025 $t_c = 44\text{seg} + 56\% = 69$ seg.

Para el año 2030 $t_c = 44\text{seg} + 85\% = 81$ seg.

Para el año 2035 $t_c = 44\text{seg} + 113\% = 94$ seg.

- Una vez obtenido los ciclos con su porcentaje de % de tráfico vehicular se procede a diseñar nuevos tiempos de fase con las siguientes ecuaciones

Primera ecuación:

$$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$$

Segunda ecuación:

$$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$$

Por lo tanto, el procedimiento para obtener los tiempos de fase es el mismo que se utilizó para realizar el ajuste de tiempos de semaforización con los volúmenes de demanda del Tráfico Promedio Horario.

En el cuadro Nro.54 se observa en la columna 6 los tiempos de ciclos calculados anteriormente.

CUADRO NRO.54 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULOS DE DISEÑO DE TIEMPOS DE FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N°7 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECCIÓN POR LA REGRESIÓN LINEAL SIMPLE

Año	Tiempo de ciclo actual	$(V_A * t_{aA})$	$(V_B * t_{aB})$	Incremento de veh.	Ciclo más Δ %	1 ^{ra} Ecuación		2 ^{da} Ecuación			t_{vA} (seg.)	t_{vB} (seg.)	Tiempo de ciclo con volúmenes proyectados
		t_{vA}	t_{vB}			$t_{vB} + t_{vA} =$	40	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}			
2015	44	30	35	0	44	$t_{vB} + t_{vA} =$	40	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	21	19	44
2016	44	32	36	5	46	$t_{vB} + t_{vA} =$	42	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	22	20	46
2017	44	34	38	10	49	$t_{vB} + t_{vA} =$	45	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	23	22	49
2018	44	35	40	16	51	$t_{vB} + t_{vA} =$	47	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	24	23	51
2019	44	37	42	22	54	$t_{vB} + t_{vA} =$	50	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	26	24	54
2020	44	39	44	28	56	$t_{vB} + t_{vA} =$	52	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	27	25	56
2025	44	47	54	56	69	$t_{vB} + t_{vA} =$	65	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	33	31	69
2030	44	56	64	85	81	$t_{vB} + t_{vA} =$	77	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	40	37	81
2035	44	65	74	113	94	$t_{vB} + t_{vA} =$	90	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	46	43	94

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenido de tiempos de ciclo y fases intersección N° 7 queda resumida en el siguiente Cuadro Nro.55

**CUADRO NRO.55 RESULTADOS DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N°7
UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN LINEAL SIMPLE**

Año	Acceso "A" (seg.)			Acceso "B" (seg.)			Ciclo (seg.)
	tr _A	ta _A	tv _A	tr _B	ta _B	tv _B	
2015	19	2	21	21	2	19	44
2016	20	2	22	22	2	20	46
2017	22	2	23	23	2	22	49
2018	23	2	24	24	2	23	51
2019	24	2	26	26	2	24	54
2020	25	2	27	27	2	25	56
2025	31	2	33	33	2	31	69
2030	37	2	40	40	2	37	81
2035	43	2	46	46	2	43	94

Fuente: Elaboración Propia

Esto diseños de tiempos de ciclos y fases se encuentran calculados en el **Anexo 8**.

Para realizar el diseño de tiempos de ciclos y fases de semaforización en la intersección N°7 con los volúmenes proyectados con la regresión curvilínea de tipo exponencial se realizo el mismo procedimiento anterior.

- Primero se obtiene el tiempo el incremento de tráfico vehiculara para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035 con la regresión curvilínea tipo exponencial.

**CUADRO NRO.56 INCREMENTO DE VEHICULOS UTILIZANDO LAS PROYECCIONES DE
REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL INTERSECCIÓN N°7**

Año	Año	Regresión Curvilínea tipo Exponencial "A"	Regresión Curvilínea tipo Exponencial "B"	Δ%Regresión Curvilínea tipo Exponencial
2015	0	334	312	0
2016	1	357	334	7
2017	2	382	357	14
2018	3	409	382	22
2019	4	438	409	31
2020	5	468	438	40
2025	10	657	614	97
2030	15	921	861	176
2035	20	1292	1207	287

Fuente: Elaboracion Propia

- Con el incremento de vehículos obtenidos en la proyección de regresión Curvilínea tipo exponencial se procede a añadir el $\% \Delta$ al tiempo de ciclo, de acuerdo a los años que se quiera diseñar, para este caso se diseñara para los años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025 ,2030 y 2035.

Tiempo de ciclo que está en función de su demanda vehicular es de: $t_c = 44 \text{ seg.}$

$$\text{Para el año 2016} \quad t_c = 44\text{seg.} + 7\% = 47\text{seg.}$$

$$\text{Para el año 2017} \quad t_c = 44\text{seg} + 14\% = 50\text{seg.}$$

$$\text{Para el año 2018} \quad t_c = 44\text{seg} + 22\% = 54 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2019} \quad t_c = 44\text{seg} + 31\% = 58 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2020} \quad t_c = 44\text{seg} + 40\% = 62 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2025} \quad t_c = 44\text{seg} + 97\% = 87 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2030} \quad t_c = 44\text{seg} + 176\% = 121 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2035} \quad t_c = 44\text{seg} + 287\% = 170 \text{ seg.}$$

- Una vez obtenido los ciclos con su porcentaje de de tráfico vehicular se procede a diseñar nuevos tiempos de fase con las siguientes ecuaciones

Primera ecuación:

$$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$$

Segunda ecuación:

$$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$$

Por lo tanto el procedimiento para obtener los tiempos de fase es el mismo que se utilizo para realizar el ajuste de tiempos de semaforización con los volúmenes de demanda del Tráfico Promedio Horario.

En el Cuadro Nro.57 se observa en la columna 6 los tiempos de ciclos calculados anteriormente.

CUADRO NRO. 57 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE DISEÑO DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N° 7 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL

Año	Tiempo de ciclo actual	$(V_A * t_{aA})$	$(V_B * t_{aB})$	Incremento de veh.	Ciclo más Δ %	1 ^{ra} Ecuación		2 ^{da} Ecuación			t_{vA} (seg.)	t_{vB} (seg.)	Tiempo de ciclo con volúmenes proyectados
		t_{vA}	t_{vB}			$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}					
2015	44	30	35	0	44	$t_{vB} + t_{vA} =$	40	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	21	19	44
2016	44	32	37	7	47	$t_{vB} + t_{vA} =$	43	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	22	21	47
2017	44	35	40	14	50	$t_{vB} + t_{vA} =$	46	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	24	22	50
2018	44	37	42	22	54	$t_{vB} + t_{vA} =$	50	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	26	24	54
2019	44	40	45	31	58	$t_{vB} + t_{vA} =$	54	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	28	26	58
2020	44	43	49	40	62	$t_{vB} + t_{vA} =$	58	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	30	28	62
2025	44	60	68	97	87	$t_{vB} + t_{vA} =$	83	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	43	40	87
2030	44	84	96	176	121	$t_{vB} + t_{vA} =$	117	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	61	57	121
2035	44	117	134	287	170	$t_{vB} + t_{vA} =$	166	$t_{vB} =$	0,9341	t_{vA}	86	80	170

Fuente: Elaboracion Propia

Por el tanto los resultados obtenidos de tiempos de ciclo y fases en la intersección N° 7 que da resumida en el siguiente cuadro Nro.58

CUADRO NRO.58 RESULTADOS DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N° 7 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL.

Año	Acceso "A" (seg.)			Acceso "B" (seg.)			Ciclo (seg.)
	t_{rA}	t_{aA}	t_{vA}	t_{rB}	t_{aB}	t_{vB}	
2015	19	2	21	21	2	19	44
2016	21	2	22	22	2	21	47
2017	22	2	24	24	2	22	50
2018	24	2	26	26	2	24	54
2019	26	2	28	28	2	26	58
2020	28	2	30	30	2	28	62
2025	40	2	43	43	2	40	87
2030	57	2	61	61	2	57	121
2035	80	2	86	86	2	80	170

Fuente: Elaboracion Propia

Esto diseños de tiempos de ciclos y fases (ver el Anexo 8).

3.5.3.- Ajustes de Tiempos de Ciclos y Fases con los Volúmenes Obtenidos en las Intersecciones de Estudio que no Cuentan con Semáforos.

Para diseñar los tiempos de ciclo y fases en intersecciones sin semáforos, se utiliza los volúmenes de demanda de estudio el Trafico Promedio Horario (TPH)

Se realiza un ejemplo para el diseño y ajuste de tiempos de ciclos y fases utilizando la Intersección N°13 (Avenida Domingo Paz – Calle Santa Cruz). No tiene semáforo.

- Para esta intersección no se logró obtener mediciones de tiempos de ciclos y fases para realizar un ajuste, por lo tanto utilizamos el tiempo de ciclo más cercano dentro de las intersecciones de estudio, para este caso fue la intersección Nro. 7 (Avenida Domingo Paz y Calle Colón) el acceso Domingo Paz por ser la Calle principal de la intersección sin semáforo. Los datos son los siguientes:

CUADRO NRO.59 DATOS TIEMPOS DE FASES EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Intersección N° 7 Avenida Domingo Paz - Calle Colón				Tiempo de ciclo	
Acceso "A"	tr "A"	ta "A"	tv "A"	Ciclo	
Ave. Domingo Paz	18	2	22	=tv _A +tv _B +ta _A +ta _B	
Acceso "B"	tr "B"	ta "B"	tv "B"	Ciclo =	44
Calle General Trigo	22	2	18	(segundos)	

Fuente: Elaboración Propia

El Cuadro Nro.59 se observa de manera clara y sencilla los datos medidos en campo, donde se observa el tiempo de ciclo obtenido es de 44 segundos.

- Las ecuaciones utilizadas para el diseño de tiempos de fases y ciclos para los semáforos están en función de las siguientes variables.

Primera ecuación:

$$tc = tvA + tvB + taA + taB$$

Segunda ecuación:

$$\frac{tvA}{tvB} = \frac{VA * taA}{VB * taB}$$

Donde:

t_c = Tiempo de ciclo para la intersección N°7 (seg.)

t_{vA} = Tiempo de fase verde para el acceso "A" (seg.)

V_A = Volumen de vehículos horario para el acceso "A" (veh/h)

t_{aA} = Tiempo de fase amarilla para el acceso "A" (seg.)

t_{vB} = Tiempo de fase verde para el acceso "B" (seg.)

V_B = Volumen de tráfico (TPH) para el acceso B

Resolviendo el sistema de ecuaciones:

Donde:

$V_A = 381$ vehículo/hora

$V_B = 351$ vehículo/hora

$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$ ecuación (a)

$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$ ecuación (b)

- Resolviendo el sistema de ecuaciones

De ecuación (a).....44seg = $t_{vA} + t_{vB} + 2 + 2$

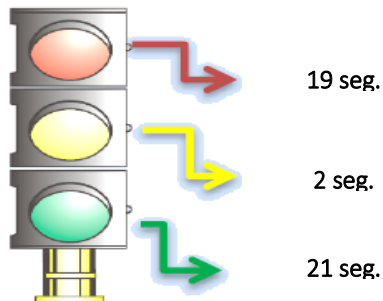
$$\implies t_{vA} + t_{vB} = 40 \text{ ecuación (1)}$$

De ecuación (b)..... $t_{vB} = 0,912 * t_{vA}$ Ecuación (2)

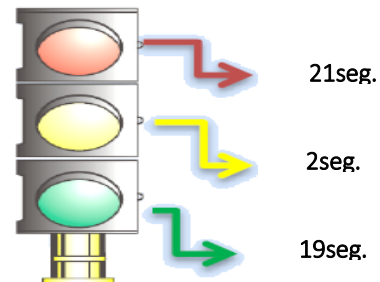
Reemplazando la ecuación (2) en (1) $\implies t_{vA} = 21\text{seg.}$ y $t_{vB} = 19 \text{ seg.}$

- Por lo tanto asumiendo que el tiempo para la fase amarilla es 2 seg, para los dos accesos..... $t_c = 44$ seg.

Avenida Domingo Paz



Calle Santa Cruz



Como se puede observar los resultados no han sido alterados con gran diferencia de acuerdo al volumen de demanda, se ha diseñado con el tiempo de asignación verde de 22seg. se ajusto a 21 seg. y la Calle Santa Cruz de tener 18seg se ajusto a 19seg. Dato que fue adoptado por la intersección N°7, con su volumen de 351 vehículos hora, surge la necesidad de requerir un 1 segundo más para que esté en función de su volumen demanda.

Es importante que los tiempos de asignación verdes estén en función de sus demandas de volúmenes de tráfico.

2.5.4 Diseño de Tiempos de Fase y Ciclos en la Intersección que no Cuentan con Semáforos

A igual que en las intersecciones con semaforización en las intersecciones que no cuentan con semáforos se realiza el mismo procedimiento:

Procedimiento para su diseño

Para aplicar el procedimiento utilizamos la intersección N°13 (Avenida Domingo Paz-Calle Santa Cruz)

- Primero se requiere obtener el incremento de vehículos que se proyectaron con la regresión lineal simple

CUADRO NRO.60 INCREMENTO DE VEHÍCULOS UTILIZANDO LA PROYECCIONES DE
REGRESIÓN LINEAL INTERSECCIÓN Nº 13

Año	Año	Regresión Lineal Simple "A"	Regresión Lineal Simple "B"	Δ% Regresión Lineal Simple
2015	0	385	351	0
2016	1	403	368	5
2017	2	425	388	10
2018	3	447	408	16
2019	4	469	428	22
2020	5	491	448	28
2025	10	601	548	56
2030	15	712	649	85
2035	20	822	749	113

Fuente: Elaboración Propia

- Con el incremento de vehículos obtenidos en la proyección de regresión lineal simple se procede a añadir el $\% \Delta$ al tiempo de ciclo, de acuerdo a los años que se quiera diseñar, para este caso se diseñara para los años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025 ,2030 y 2035.

Tiempo de ciclo que está en función de su demanda vehicular es de: $t_c = 44$ seg.

Para el año 2016 $t_c = 44\text{seg.} + 5\% = 46$ seg.

Para el año 2017 $t_c = 44\text{seg} + 10\% = 49$ seg.

Para el año 2018 $t_c = 44\text{seg} + 16\% = 51$ seg.

Para el año 2019 $t_c = 44\text{seg} + 22\% = 54$ seg.

Para el año 2020 $t_c = 44\text{seg} + 28\% = 56$ seg.

Para el año 2025 $t_c = 44\text{seg} + 56\% = 69$ seg.

Para el año 2030 $t_c = 44\text{seg} + 85\% = 81$ seg.

Para el año 2035 $t_c = 44\text{seg} + 113\% = 94$ seg.

- Una vez obtenidos los ciclos con su porcentaje % de tráfico vehicular se procede a diseñar nuevos tiempos de fase con las siguientes ecuaciones

Primera ecuación:

$$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$$

Segunda ecuación:

$$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$$

Por lo tanto el procedimiento para obtener los tiempos de fase es el mismo que se utilizó para realizar el ajuste de tiempos de semaforización con los volúmenes de demanda del Tráfico Promedio Horario.

En el Cuadro Nro.61 se observa en la columna 6 los tiempos de ciclos calculados anteriormente.

**CUADRO NRO.61 PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULOS DE DISEÑO DE
TIEMPOS DE FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N°13
UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECCIÓN POR LA REGRESIÓN
LINEAL SIMPLE.**

Año	Tiempo de ciclo actual	$\frac{(V_A * t_{aA})}{t_{vA}}$	$\frac{(V_B * t_{aB})}{t_{vB}}$	Incremento de veh.	Ciclo más %	$t_{vB} + t_{vA} =$	$t_{vB} =$	$t_{vA} =$	t_{vA} (seg.)	t_{vB} (seg.)	Tiempo de ciclo con volúmenes proyectados
2015	44	35	39	0	44	40	0,9117	t_{vA}	21	19	44
2016	44	37	41	5	46	42	0,9117	t_{vA}	22	20	46
2017	44	39	43	10	49	45	0,9117	t_{vA}	23	21	49
2018	44	41	45	16	51	47	0,9117	t_{vA}	25	22	51
2019	44	43	48	22	54	50	0,9117	t_{vA}	26	24	54
2020	44	45	50	28	56	52	0,9117	t_{vA}	27	25	56
2025	44	55	61	56	69	65	0,9117	t_{vA}	34	31	69
2030	44	65	72	85	81	77	0,9117	t_{vA}	40	37	81
2035	44	75	83	113	94	90	0,9117	t_{vA}	47	43	94

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto los resultados obtenidos de tiempos de ciclo y fases obtenidos para la intersección N°13 que se resume en el siguiente cuadro Nro.62

**CUADRO NRO.62 RESULTADOS DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN
Nº13 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN LINEAL SIMPLE**

Año	Acceso "A" (seg.)			Acceso "B" (seg.)			Ciclo (seg.)
	tr _A	ta _A	tv _A	tr _B	ta _B	tv _B	
2015	19	2	21	21	2	19	44
2016	20	2	22	22	2	20	46
2017	21	2	23	23	2	21	49
2018	22	2	25	25	2	22	51
2019	24	2	26	26	2	24	54
2020	25	2	27	27	2	25	56
2025	31	2	34	34	2	31	69
2030	37	2	40	40	2	37	81
2035	43	2	47	47	2	43	94

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar el diseño de tiempos de ciclos y fases de semaforización en la intersección Nº13 con los volúmenes proyectados con la regresión curvilínea de tipo exponencial se realizó el mismo procedimiento anterior.

- Primero se obtiene el tiempo el incremento de tráfico vehicular para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035 con la regresión curvilínea tipo exponencial.

**CUADRO NRO.63 INCREMENTO DE VEHICULOS UTILIZANDO LAS PROYECCIONES DE
REGRESION CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL INTERSECCIÓN Nº13**

Año	Año	Regresión Curvilínea tipo Exponencial "A"	Regresión Curvilínea tipo Exponencial "B"	Δ%Regresión Curvilínea tipo Exponencial
2015	0	385	351	0
2016	1	412	376	7
2017	2	441	402	14
2018	3	472	430	22
2019	4	505	460	31
2020	5	540	492	40
2025	10	757	690	97
2030	15	1062	968	176
2035	20	1490	1358	287

Fuente: Elaboración Propia

- Con el incremento de vehículos obtenidos en la proyección de regresión Curvilínea tipo exponencial se procede a añadir el $\% \Delta$ al tiempo de ciclo, de acuerdo a los años que se quiera diseñar, para este caso se diseñar para los años: 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025 ,2030 y 2035.

Tiempo de ciclo que está en función de su demanda vehicular es de: $t_c = 44 \text{ seg.}$

$$\text{Para el año 2016} \quad t_c = 44\text{seg.} + 7\% = 47\text{seg.}$$

$$\text{Para el año 2017} \quad t_c = 44\text{seg} + 14\% = 50\text{seg.}$$

$$\text{Para el año 2018} \quad t_c = 44\text{seg} + 22\% = 54 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2019} \quad t_c = 44\text{seg} + 31\% = 58 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2020} \quad t_c = 44\text{seg} + 40\% = 62 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2025} \quad t_c = 44\text{seg} + 97\% = 87 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2030} \quad t_c = 44\text{seg} + 176\% = 121 \text{ seg.}$$

$$\text{Para el año 2035} \quad t_c = 44\text{seg} + 287\% = 170 \text{ seg.}$$

- Una vez obtenido los ciclos con su porcentaje de % de tráfico vehicular se procede a diseñar nuevos tiempos de fase con las siguientes ecuaciones

Primera ecuación:

$$t_c = t_{vA} + t_{vB} + t_{aA} + t_{aB}$$

Segunda ecuación:

$$\frac{t_{vA}}{t_{vB}} = \frac{V_A * t_{aA}}{V_B * t_{aB}}$$

Por lo tanto el procedimiento para obtener los tiempos de fase es el mismo que se utilizo para realizar el ajuste de tiempos de semaforización con los volúmenes de demanda del Tráfico Promedio Horario.

En el Cuadro Nro.64 se observa en la columna 6 los tiempos de ciclos calculados anteriormente.

CUADRO NRO.64 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE DISEÑO DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N° 13 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL

Año	Tiempo de ciclo actual	$(V_A * t_{aA})$	$(V_B * t_{aB})$	Incremento de veh.	Ciclo más $\Delta\%$	1^{ra} Ecuación		2^{da} Ecuación			t_{vA} (seg.)	t_{vB} (seg.)	Tiempo de ciclo con volúmenes proyectados
		t_{vA}	t_{vB}			$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}					
2015	44	35	39	0	44	$t_{vB} + t_{vA} =$	40	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	21	19	44
2016	44	37	42	7	47	$t_{vB} + t_{vA} =$	43	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	23	21	47
2017	44	40	45	14	50	$t_{vB} + t_{vA} =$	46	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	24	22	50
2018	44	43	48	22	54	$t_{vB} + t_{vA} =$	50	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	26	24	54
2019	44	46	51	31	58	$t_{vB} + t_{vA} =$	54	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	28	26	58
2020	44	49	55	40	62	$t_{vB} + t_{vA} =$	58	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	30	28	62
2025	44	69	77	97	87	$t_{vB} + t_{vA} =$	83	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	43	39	87
2030	44	97	108	176	121	$t_{vB} + t_{vA} =$	117	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	61	56	121
2035	44	135	151	287	170	$t_{vB} + t_{vA} =$	166	$t_{vB} =$	0,9117	t_{vA}	87	79	170

Fuente: Elaboracion Propia

Por el tanto, los resultados obtenidos de tiempos de ciclo y fases obtenidos para la intersección N°13 que da resumida en el siguiente cuadro Nro.65

CUADRONRO.65 RESULTADOS DE TIEMPOS FASES Y CICLOS EN LA INTERSECCIÓN N°13 UTILIZANDO LOS VOLÚMENES DE PROYECTADOS POR REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL.

Año	Acceso "A" (seg.)			Acceso "B" (seg.)			Ciclo (seg.)
	t_{rA}	t_{aA}	t_{vA}	t_{rB}	t_{aB}	t_{vB}	
2015	19	2	21	21	2	19	44
2016	21	2	23	23	2	21	47
2017	22	2	24	24	2	22	50
2018	24	2	26	26	2	24	54
2019	26	2	28	28	2	26	58
2020	28	2	30	30	2	28	62
2025	39	2	43	43	2	39	87
2030	56	2	61	61	2	56	121
2035	79	2	87	87	2	79	170

Fuente: Elaboracion Propia

Esto diseños de tiempos de ciclos y fases (**ver el Anexo 8**)

3.7.- ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

En este subtítulo contiene todo los resultados obtenidos durante varios procedimientos de cálculos que se realizaron para obtener los cuadros y gráficas de los resultados que a continuación se mostrará.

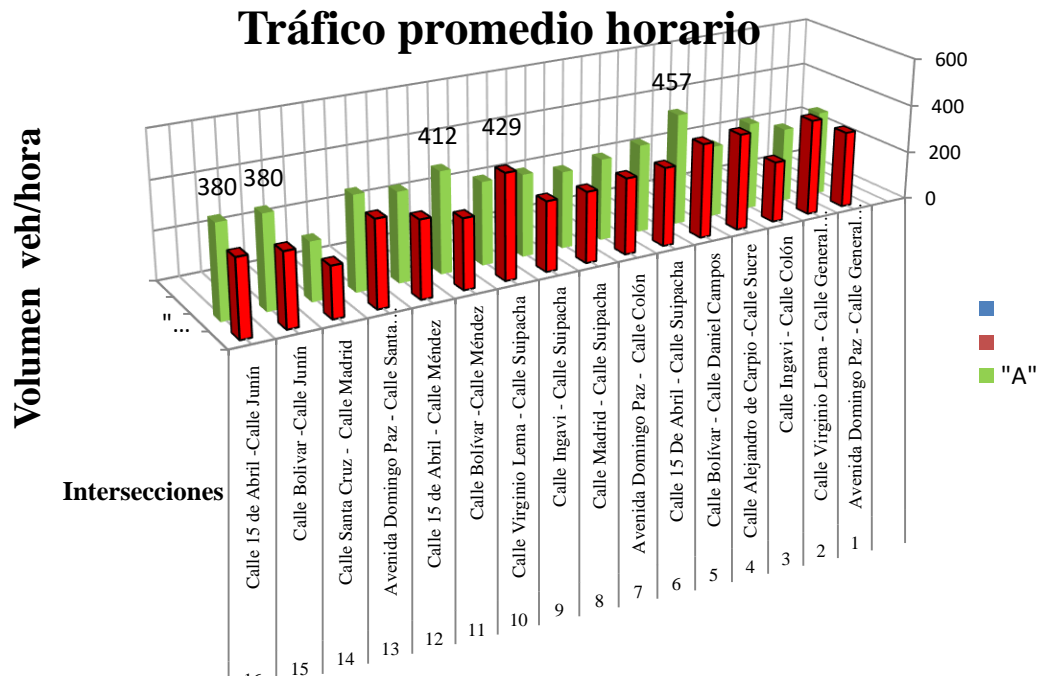
CUADRO NRO.66 RESULTADOS DE TRÁFICO PROMEDIO HORARIO PARA TODAS LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO OBTENIDAS DESPUÉS DE UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO

N°	Intersección	Acceso " A "	Volúmenes (veh/hr)	Acceso "B"	Volúmenes (veh/hr)
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	Avenida Domingo Paz	351	Calle General Trigo	317
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	Calle Virginio Lema	309	Calle General Trigo	397
3	Calle Ingavi - Calle Colón	Calle Ingavi	362	Calle Colón	252
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	Calle Alejandro de Carp	296	Calle Sucre	398
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	Calle Bolívar	457	Calle Daniel Campos	389
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	Calle 15 De Abril	361	Calle Suipacha	323
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	Avenida Domingo Paz	334	Calle Colón	312
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	Calle Madrid	314	Calle Suipacha	290
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	Calle Ingavi	335	Calle Suipacha	285
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	Calle Virginio Lema	338	Calle Suipacha	429
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	Calle Bolívar	412	Calle Méndez	285
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	Calle 15 de Abril	364	Calle Méndez	314
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	Avenida Domingo Paz	385	Calle Santa Cruz	351
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	Calle Madrid	238	Calle Santa Cruz	207
15	Calle Bolivar -Calle Junín	Calle Bolivar	380	Calle Junín	298
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	Calle 15 de Abril	380	Calle Junín	312

Fuente: Elaboración Propia

Los datos del Cuadro Nro. 66 se llevaron a una Grafica N°21 de tipo histogramas para la representación de los volúmenes del tráfico promedio horario.

GRÁFICA NRO. 21 TRÁFICO PROMEDIO HORARIO EN LAS 16 INTERSECCIONES DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el desarrollo de nuestro proyecto el tráfico es un componente muy fundamental, que incluye directamente en esta evaluación; ya que nos proporciona datos sobre volúmenes del tráfico y sobre todo los volúmenes de demanda que circulará durante un intervalo de tiempo dado, su variación, su tasa de crecimiento.

En la Grafica Nro. 21 Las vías con mayor volumen siendo la más crítica es la Calle Bolívar con un volumen de 457 veh/hora en la intersección Nro.5, seguida a esta con respecto a la horizontal se tiene la Avenida Domingo Paz con un volumen 385 veh/hora en la intersección N°13, seguida a ello tenemos la Calle 15 de Abril con 364 veh/hora

en la intersección N°12, seguido a ello tenemos la Calle Ingavi con un volumen de 362 veh/hora en la intersección N°3.

Con respecto a la vertical tenemos la más crítica la Calle Suipacha con 429veh/hora en la intersección Nro.10, seguida a ello tenemos la Calle Sucre con un volumen de 398veh/hora en la intersección N°4, Calle General Trigo con un volumen de 397 veh/hora en la intersección N°2, y seguida a ello tenemos el volumen en de veh/hora en la Calle Daniel Campos con 389 veh/hora en la intersección N°5.

CUADRO NRO.67 VOLÚMENES (VEH/HORA) PROYECTADOS APLICANDO EL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE PARA LOS AÑOS 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 Y 2035

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Intersección N° 1	Avenida Domingo Paz	367	387	408	428	448	548	648	749
	Calle General Trigo	332	350	368	386	405	495	586	677
Intersección N° 2	Calle Virgilio Lema	323	341	359	376	394	482	571	659
	Calle General Trigo	416	438	461	484	507	620	734	847
Intersección N° 3	Calle Ingavi	379	400	420	441	462	565	669	773
	Calle Colón	264	278	293	307	322	394	466	538
Intersección N° 4	Calle Alejandro de Carpio	310	327	344	361	378	462	547	632
	Calle Sucre	417	440	462	485	508	622	736	849
Intersección N° 5	Calle Bolívar	479	505	531	557	583	714	845	975
	Calle Daniel Campos	407	430	452	474	496	608	719	830
Intersección N° 6	Calle 15 De Abril	378	399	419	440	461	564	667	770
	Calle Suipacha	338	357	375	394	412	505	597	689
Intersección N° 7	Avenida Domingo Paz	350	369	388	407	426	522	617	713
	Calle Colón	327	345	362	380	398	487	577	666
Intersección N° 8	Calle Madrid	329	347	365	383	401	490	580	670
	Calle Suipacha	304	320	337	353	370	453	536	619
Intersección N° 9	Calle Ingavi	351	370	389	408	427	523	619	715
	Calle Suipacha	298	315	331	347	364	445	527	608
Intersección N° 10	Calle Virgilio Lema	354	373	393	412	431	528	625	721
	Calle Suipacha	449	474	498	523	547	670	793	916
Intersección N° 11	Calle Bolívar	431	455	479	502	526	644	761	879
	Calle Méndez	298	315	331	347	364	445	527	608
Intersección N° 12	Calle 15 de Abril	381	402	423	444	464	569	673	777
	Calle Méndez	329	347	365	383	401	490	580	670
Intersección N° 13	Avenida Domingo Paz	403	425	447	469	491	601	712	822
	Calle Santa Cruz	368	388	408	428	448	548	649	749
Intersección N° 14	Calle Madrid	249	263	276	290	304	372	440	508
	Calle Santa Cruz	217	229	240	252	264	323	383	442
Intersección N° 15	Calle Bolívar	398	420	441	463	485	594	702	811
	Calle Junín	312	329	346	363	380	465	551	636
Intersección N° 16	Calle 15 de Abril	398	420	441	463	485	594	702	811
	Calle Junín	327	345	362	380	398	487	577	666

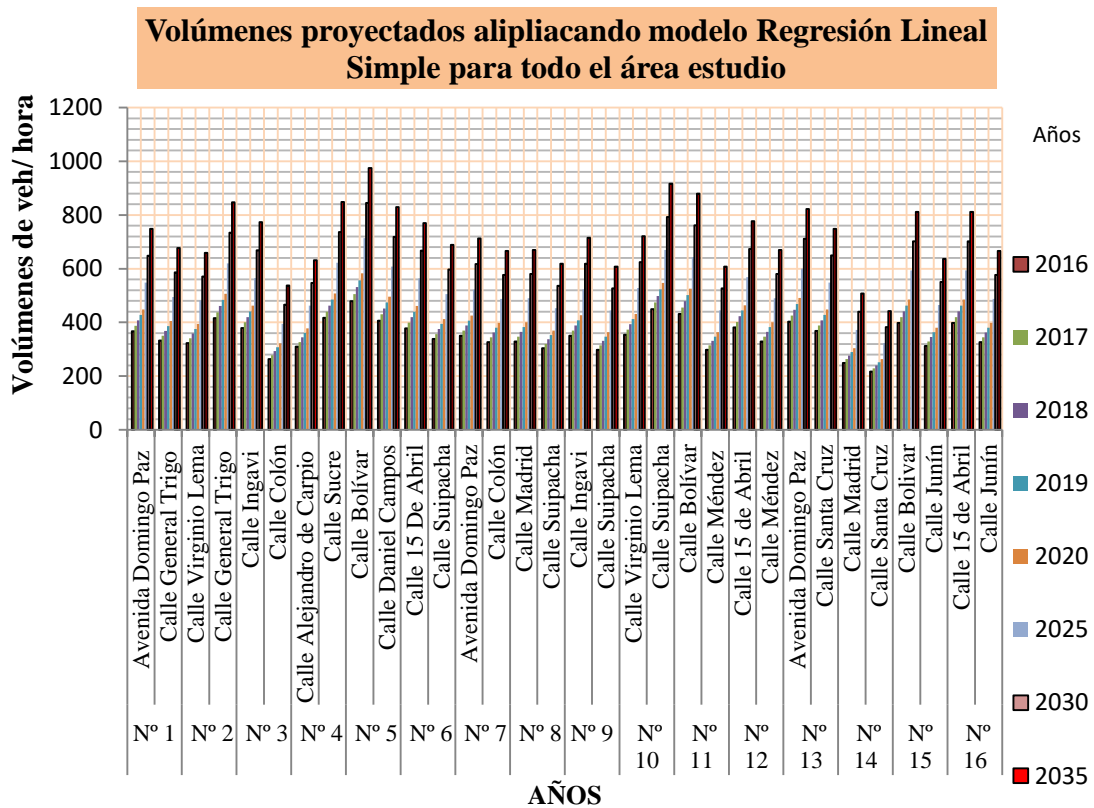
Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro N° 67 se obtiene los volúmenes proyectados utilizando los modelos matemático de tipo estadísticos, utilizando la regresión Lineal Simple.

Como su nombre lo indica, los volúmenes fueron obtenidas a partir de una ecuación de regresión lineal simple su tendencia de crecimiento es de tipo lineal por lo tanto los volúmenes tienden a crecer constantemente con el pasar de los años.

A partir de los volúmenes del tráfico promedio horario podemos tener en claro cuáles serán las que más incremento presentarán.

GRÁFICA N°22 VOLÚMENES PROYECTADOS APLICANDO EL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE PARA LOS AÑOS 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 Y 2035



Fuente: Elaboración Propia

Con los datos del cuadro N°67 se ha construido la Gráfica Nro.22 la proyección de los volúmenes, utilizando el modelo matemático de tipo de regresión lineal Simple.

Los volúmenes proyectados van incrementando en función a los años de proyección a mayor cantidad de años de proyección se tendrá volúmenes mayores.

En la gráfica visualizada de volúmenes proyectados se ve una línea recta (de regresión) de tendencia lineal, se trata de un modelo del tipo lineal simple, en la cual los mismos puntos correspondientes a los volúmenes proyectados están formando la recta, todos los puntos están dentro de la tendencia

En la Gráfica Nro.22 se observa el comportamiento del tráfico vehicular es dinámico con respecto al tiempo. Donde se realiza un análisis de las cuatro vías más críticas con respecto a la horizontal y cuatro vías más críticas con respecto a la vertical.

Para el año 2025 en el acceso de la Calle Bolívar en la intersección N°5 se estima un incremento del 56% en con relación a 2015, este aumento será de 457 a 714 veh/hora.

Seguida esta información de tráfico con respecto a las vías horizontales de estudio, para el año 2030 en el acceso de la Avenida Domingo Paz el número de vehículo se incrementará a un 85% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 385 a 712 veh/hora, seguida a esta vía crítica tenemos que para el año 2019 en el acceso de Abril de la intersección Nro.16 se estima un incremento de 22% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 380 a 463 veh/hora.

Otra que también presentará un incremento vehicular para el 2020 en el acceso de la Calle Virginio Lema en la intersección N°10 se estima un incremento de 28% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 338 a 431 veh/hora.

Con respecto a las acceso verticales también se incrementará el flujo vehicular en algunas vías con mayor aumento de volumen, por esta razón hemos analizado cuatro de ellas y ver su incremento que se tendrá en relación a la gestión 2015.

El acceso de la Calle Suipacha será la más crítica con el pasar de los años, esto en la intersección N°10, para el año 2020 se estima un incremento de 28% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 429 a 547 veh/hora. Seguida a ella tenemos el acceso la Calle Sucre en la intersección N°4, para el año 2030 se estima un incremento de 85% en relación a la gestión 2015, este aumento será de 398 a 736 veh/hora. Posteriormente, tenemos el acceso de la Calle General Trigo en la intersección N°2, para el año 2018 se estima un incremento de 16% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 397 a 461 veh/hora.

Otra vía crítica con respecto a la vertical es el acceso de la Calle Daniel Campos (esto en la intersección N°5) para el año 2019 se estima un incremento de 22% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 389 a 479 veh/hora y así sucesivamente nos muestra la gráfica obtenida con el modelo de regresión lineal simple información sumamente importante para aplicar acciones a tomar.

Esto es debido a que hay una muy buena estimación de la intercepción y la pendiente de la recta, además de que el error entre cada valor observado a lo largo de la línea y cada valor predicho por la recta es mínimo.

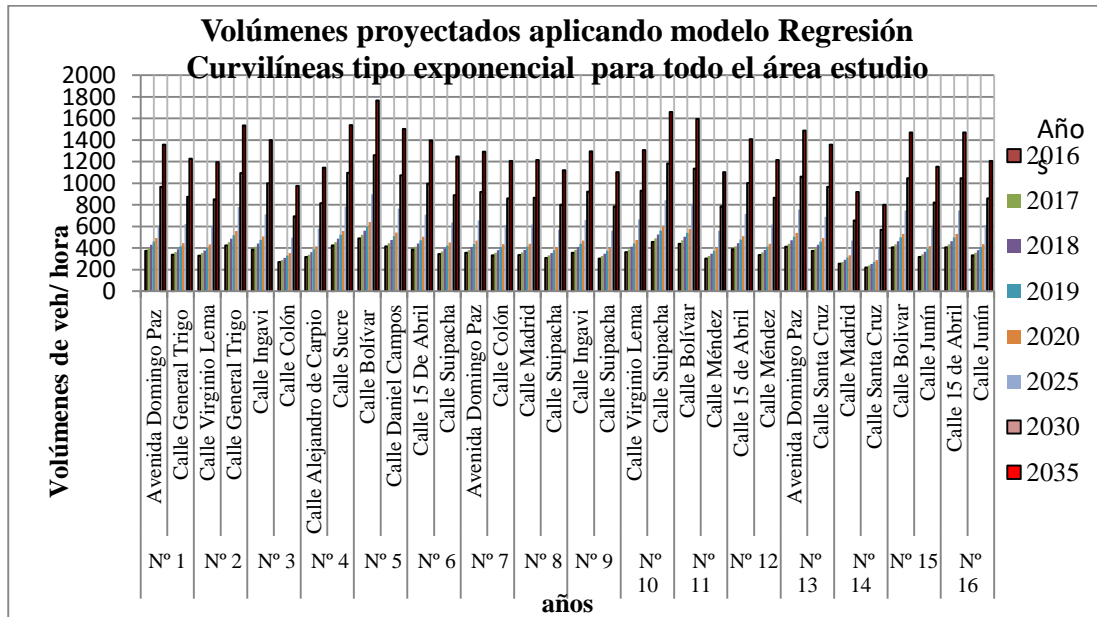
CUADRO NRO. 68 VOLÚMENES (VEH/HORA) PROYECTADOS APLICANDO EL MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL PARA LOS AÑOS 2016, 2017, 218, 2019, 2020, 2025,2030 Y 2035

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
N° 1	Avenida Domingo Paz	375	402	430	460	492	609	968	1357
	Calle General Trigo	339	363	388	416	445	624	875	1227
N° 2	Calle Virginio Lema	330	353	378	405	433	607	852	1194
	Calle General Trigo	425	454	486	520	557	781	1095	1536
N° 3	Calle Ingavi	387	414	443	474	508	712	999	1401
	Calle Colón	270	288	309	330	353	496	695	975
N° 4	Calle Alejandro de Carpio	317	339	363	388	415	582	817	1145
	Calle Sucre	426	456	487	522	558	783	1098	1540
N° 5	Calle Bolívar	489	523	560	599	641	899	1261	1768
	Calle Daniel Campos	416	445	476	510	545	765	1073	1505
N° 6	Calle 15 De Abril	386	413	442	473	506	710	996	1397
	Calle Suipacha	346	370	396	423	453	635	891	1250
N° 7	Avenida Domingo Paz	357	382	409	438	468	657	921	1292
	Calle Colón	334	357	382	409	438	614	861	1207
N° 8	Calle Madrid	336	359	385	412	440	618	866	1215
	Calle Suipacha	310	332	355	380	407	570	800	1122
N° 9	Calle Ingavi	358	383	410	439	470	659	924	1296
	Calle Suipacha	305	326	349	374	400	561	786	1103
N° 10	Calle Virginio Lema	362	387	414	443	474	665	932	1308
	Calle Suipacha	459	491	525	562	602	844	1183	1660
N° 11	Calle Bolívar	441	472	505	540	578	810	1136	1595
	Calle Méndez	305	326	349	374	400	561	786	1103
N° 12	Calle 15 de Abril	389	417	446	477	510	716	1004	1408
	Calle Méndez	336	359	385	412	440	618	866	1215
N° 13	Avenida Domingo Paz	412	441	472	505	540	757	1062	1490
	Calle Santa Cruz	376	402	430	460	492	690	968	1358
N° 14	Calle Madrid	255	272	292	312	334	468	657	921
	Calle Santa Cruz	221	237	254	271	290	407	571	801
N° 15	Calle Bolivar	407	435	465	498	533	747	1048	1470
	Calle Junín	319	341	365	391	418	586	822	1153
N° 16	Calle 15 de Abril	407	435	465	498	533	747	1048	1470
	Calle Junín	334	357	382	409	438	614	861	1207

Fuente: Elaboración Propio

Con los dato del Cuadro N° 68 se ha construida la grafica Nro.23 la proyección de los volúmenes utilizando el modelo matemático de tipo de regresión curvilínea tipo exponencial

GRAFICA NRO.23VOLÚMENES PROYECTADO UTILIZANDO MODELOS DE PROYECCIÓN DE REGRESIÓN CURVILÍNEA DE TIPO EXPONENCIAL



Fuente: Elaboración Propio

Se realiza un análisis comparativo con respecto a los volúmenes obtenido con la regresión línea simple, se ha utilizado las vías más críticas tanto horizontales como verticales, para ello simplemente hemos utilizados los volúmenes proyectados de regresión curvilínea tipo exponencial.

A simple vista observamos en la Grafica N°23 que los volúmenes son más intensos en relación a los volúmenes del tráfico vehicular proyectado con la regresión lineal simple. Los volúmenes del tráfico proyectado desde el año 2016 hasta el 2035 tiene una misma casi tendencia lineal, lo que indica que indica que son parecidos en el año 2016 hasta 2020, por lo que a partir de ese año los volúmenes proyectados van formando una tendencia de curva, la diferencia de volúmenes calculados por la

regresión lineal simple En la Gráfica Nro.23 se observa el comportamiento del tráfico vehicular es dinámico con respecto al tiempo. Para ello se realiza un análisis de las cuatro vías más críticas con respecto a la horizontal y cuatro vías más críticas con respecto a la vertical. Para el año 2025 en el acceso de la Calle Bolívar en la intersección N°5 se estima un incremento del 97% en con relación a 2015, este aumento será de 457 a 899 veh/hora. Seguida esta información de tráfico con respecto a las vías horizontales de estudio, para el año 2030 en el acceso de la Avenida Domingo Paz en la intersección Nro.13 el numero de vehículo se incrementará a un 176% con relación a la gestión 2015; este aumento será de 385 a 1062 veh/hora, a continuación a esta vía crítica para el año 2019 en el acceso¹⁵ de Abril de la intersección Nro.16 se estima un incremento de 31% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 380 a 498 veh/hora.

Otra que también presentará un incremento vehicular para el 2020 en el acceso de la Calle Virginio Lema en la intersección N°10 se estima un incremento de 40% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 338 a 474 veh/hora.

Con respecto a los accesos verticales también se incrementará el flujo vehicular en algunas vías con mayor aumento de volumen, por esta razón hemos analizado cuatro de ellas para comprobar el incremento que se tendrá en relación a la gestión 2015.

El acceso de la Calle Suipacha será la más crítica con el pasar de los años, esto en la intersección N°10, para el año 2020 se estima un incremento de 40% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 429 a 602 veh/hora. Seguida a ella tenemos el acceso la Calle Sucre en la intersección N°4, para el año 2030 se estima un incremento de 176 % en relación a la gestión 2015, este aumento será de 398 a 1098veh/hora. Después está el acceso de la Calle General Trigo en la intersección N°2, para el año 2018 se estima un incremento de 22% con relación a la gestión 2015, este aumento será de 397 a 486 veh/hora.

Otra vía crítica con respecto a la vertical es el acceso de la Calle Daniel Campos esto en la intersección N°5 para el año 2019 se estima un incremento de 31% con relación a la gestión 2015; este aumento será de 389 a 510 veh/hora y así sucesivamente nos muestra la gráfica obtenidas con el modelo de regresión curvilínea tipo exponencial, información sumamente importante para aplicar acciones a tomar.

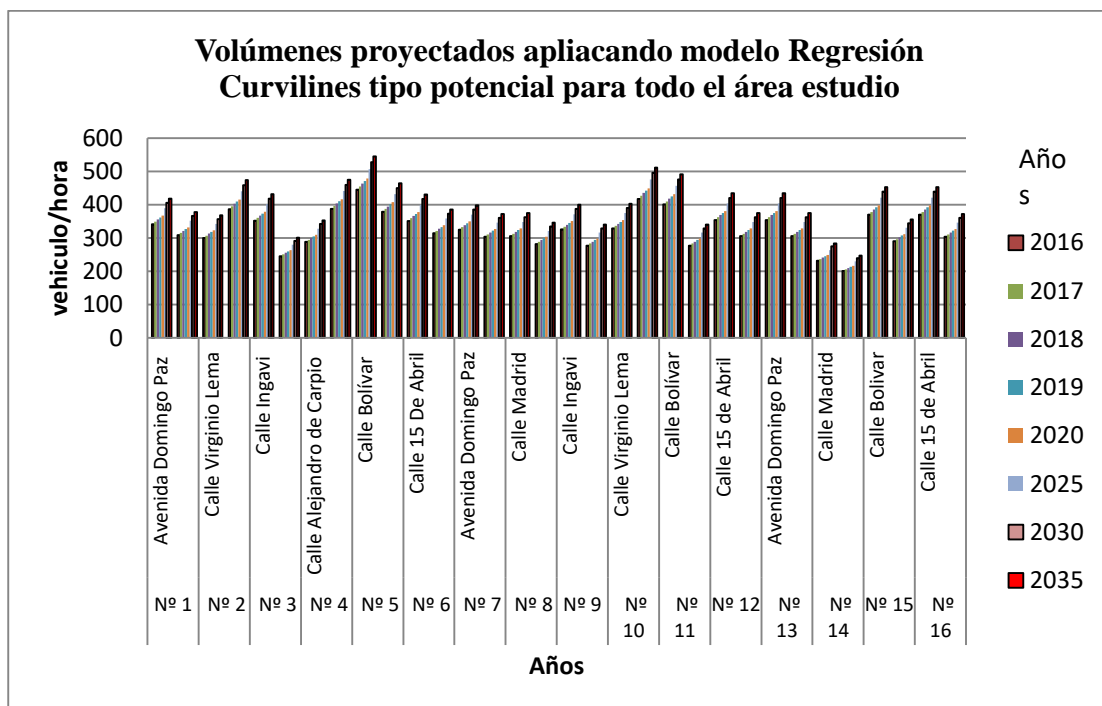
CUADRO NRO. 69 VOLÚMENES (VEH/HORA) PROYECTADOS APLICANDO EL MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO POTENCIAL PARA LOS AÑOS 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 Y 2035

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Intersección N° 1	Avenida Domingo Paz	341	349	356	362	367	389	405	418
	Calle General Trigo	309	315	321	327	332	352	366	378
Intersección N° 2	Calle Virginio Lema	300	307	313	318	323	342	357	368
	Calle General Trigo	386	395	402	409	415	440	459	473
Intersección N° 3	Calle Ingavi	352	360	367	373	379	401	418	432
	Calle Colón	245	251	255	260	264	279	291	300
Intersección N° 4	Calle Alejandro de Carpio	288	294	300	305	310	328	342	353
	Calle Sucre	387	396	403	410	417	441	460	475
Intersección N° 5	Calle Bolívar	445	455	463	471	478	507	528	545
	Calle Daniel Campos	379	387	394	401	407	431	449	464
Intersección N° 6	Calle 15 De Abril	351	359	366	372	378	400	417	430
	Calle Suipacha	314	321	327	333	338	358	373	385
Intersección N° 7	Avenida Domingo Paz	325	332	339	344	350	370	386	398
	Calle Colón	304	310	316	322	327	346	360	372
Intersección N° 8	Calle Madrid	306	312	318	324	329	348	363	374
	Calle Suipacha	282	288	294	299	303	322	335	346
Intersección N° 9	Calle Ingavi	326	333	340	345	351	371	387	399
	Calle Suipacha	277	283	289	294	298	316	329	340
Intersección N° 10	Calle Virginio Lema	329	336	343	348	354	375	390	403
	Calle Suipacha	417	427	435	442	449	476	496	512
Intersección N° 11	Calle Bolívar	401	410	418	425	431	457	476	491
	Calle Méndez	277	283	289	294	298	316	329	340
Intersección N° 12	Calle 15 de Abril	354	362	369	375	381	404	420	434
	Calle Méndez	306	312	318	324	329	348	363	374
Intersección N° 13	Avenida Domingo Paz	354	362	369	375	381	404	420	434
	Calle Santa Cruz	306	312	318	324	329	348	363	374
Intersección N° 14	Calle Madrid	232	237	241	245	249	264	275	284
	Calle Santa Cruz	201	206	210	213	217	230	239	247
Intersección N° 15	Calle Bolívar	370	378	385	392	398	421	439	453
	Calle Junín	290	296	302	307	312	330	344	355
Intersección N° 16	Calle 15 de Abril	370	378	385	392	398	421	439	453
	Calle Junín	304	310	316	322	327	346	360	372

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos del Cuadro N°69 se ha construido la Gráfica Nro.24 la proyección de los volúmenes utilizando el modelo matemático de tipo de regresión curvilínea tipo potencial

GRÁFICA NRO.24 VOLÚMENES PROYECTADO UTILIZANDO MODELOS DE PROYECCIÓN DE REGRESIÓN CURVILÍNEA DE TIPO POTENCIAL



Fuente: Elaboración Propia

En la Gráfica Nro. 24 se observa una variación del tráfico vehicular no muy intensa a comparación de los dos modelos anteriores la regresión lineal simple y la regresión curvilínea tipo exponencial.

Los volúmenes que se incrementa tienden a ser bajos, no muy altos, en sí en la realidad el volumen vehicular tienden a aumentar con el pasar de los años, por lo tanto no existe

una relación con las variables utilizadas como ser el volumen de tráfico con respecto al tiempo dentro del modelo de regresión potencial .

Para poder realizar un análisis comparativo con respecto a los volúmenes obtenidos con la proyección de regresión lineal simple y regresión curvilínea tipo exponencial.

Aplicamos las vías más críticas horizontales como verticales, hemos aplicado un acceso para ver primero su incremento en relación de las demás modelos aplicados.

Para el año 2025 en el acceso de la Calle Bolívar en la intersección N°5 se estima un incremento del 11% en con relación a 2015, este aumento será de 457 a 507 veh/hora. Se puede decir que en 10 años se incrementara 50 veh/hora con relación 2015.

Si volvemos atrás para la regresión lineal para el año 2025 tendrá un incremento de 56% con relación al 2015, utilizando los datos de la regresión curvilínea tipo exponencial el incremento 97% en el acceso de la Calle Bolívar en la intersección Nro. 15 pues es una variación significativa con un incremento de 11% utilizando los datos proyectados por la regresión curvilínea tipo potencial.

Este ejemplo queda demostrado que los datos proyectados con la regresión curvilínea potencial no corresponden a los volúmenes que circulara con el pasar de los años, de tal forma es mejor no considerarlos.

En el Cuadro Nro. 70 se observa los volúmenes proyectados con la ecuación de regresión curvilínea de tipo logarítmica.

Con los dato del Cuadro N°70 se ha construida la Gráfica Nro.25 la proyección de los volúmenes utilizando el modelo matemático de tipo de regresión curvilínea tipo logarítmica

Se observa que los volúmenes que han sido proyectados tienden a ser bajos casi similares a los volúmenes obtenidos en la proyección de regresión potencial.

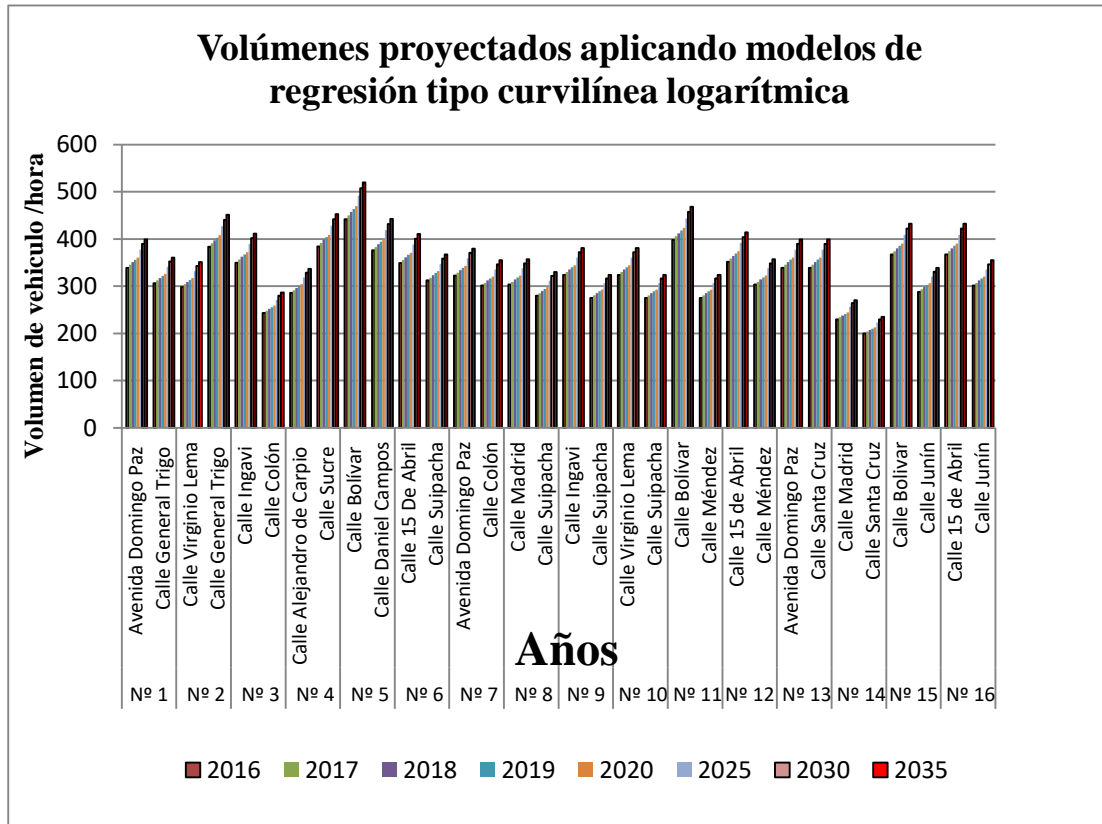
CUADRO NRO. 70 VOLÚMENES (VEH/HORA) PROYECTADOS APLICANDO EL MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO LOGARÍTMICA PARA LOS AÑOS 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 Y 2035

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Intersección N° 1	Avenida Domingo Paz	339	345	351	356	360	378	390	399
	Calle General Trigo	306	312	317	322	326	341	352	361
Intersección N° 2	Calle Virginio Lema	298	304	309	313	317	332	343	351
	Calle General Trigo	384	391	397	403	408	427	441	451
Intersección N° 3	Calle Ingavi	350	356	362	367	372	389	402	412
	Calle Colón	243	248	252	256	259	271	280	287
Intersección N° 4	Calle Alejandro de Carpio	286	291	296	300	304	318	329	337
	Calle Sucre	385	392	398	404	409	428	442	453
Intersección N° 5	Calle Bolívar	442	450	457	464	469	492	507	520
	Calle Daniel Campos	376	383	389	395	400	419	432	442
Intersección N° 6	Calle 15 De Abril	349	355	361	366	371	388	401	410
	Calle Suipacha	312	318	323	328	332	348	359	367
Intersección N° 7	Avenida Domingo Paz	323	329	334	339	343	359	371	380
	Calle Colón	301	307	312	317	321	336	346	355
Intersección N° 8	Calle Madrid	303	309	314	319	323	338	349	357
	Calle Suipacha	280	286	290	294	298	312	322	330
Intersección N° 9	Calle Ingavi	324	330	335	340	344	360	372	381
	Calle Suipacha	275	281	285	289	293	307	316	324
Intersección N° 10	Calle Virginio Lema	324	330	335	340	344	360	372	381
	Calle Suipacha	275	281	285	289	293	307	316	324
Intersección N° 11	Calle Bolívar	398	406	412	418	423	443	457	468
	Calle Méndez	275	281	285	289	293	307	316	324
Intersección N° 12	Calle 15 de Abril	352	358	364	369	374	392	404	414
	Calle Méndez	303	309	314	319	323	338	349	357
Intersección N° 13	Avenida Domingo Paz	339	346	351	356	361	378	390	399
	Calle Santa Cruz	339	346	351	356	361	378	390	399
Intersección N° 14	Calle Madrid	230	234	238	242	245	256	264	271
	Calle Santa Cruz	200	204	207	210	213	223	230	235
Intersección N° 15	Calle Bolivar	367	374	380	386	390	409	422	432
	Calle Junín	288	293	298	302	306	321	331	339
Intersección N° 16	Calle 15 de Abril	367	374	380	386	390	409	422	432
	Calle Junín	301	307	312	317	321	336	346	355

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el Cuadro N° 70 los volúmenes tienden a ser más bajos a comparación de los volúmenes de vehículos obtenidos en la regresión potencial

GRAFICA NRO.25 VOLÚMENES PROYECTADO UTILIZANDO MODELOS DE PROYECCIÓN DE REGRESIÓN CURVILÍNEA DE TIPO LOGARÍTMICA



Fuente: Elaboración Propia

En la Gráfica Nro. 25 se observa una variación del tráfico vehicular no muy intensa a comparación de los dos modelos anteriores la regresión lineal simple y la regresión curvilínea tipo exponencial.

Los volúmenes que se incrementan tienden a ser bajos, no muy altos, en si en la realidad el volumen vehicular tienden a incrementar con el pasar de los años, por lo tanto no existe una relación con las variables utilizadas como ser el volumen de tráfico con respecto al tiempo dentro el modelo de regresión tipo logarítmica.

Para poder realizar un análisis comparativo con respecto a los volúmenes obtenidos con la proyección de regresión lineal simple y regresión curvilínea tipo exponencial.

Aplicamos las vías más críticas horizontales como verticales, hemos aplicado un acceso para ver primero su incremento en relación de las demás modelos aplicados.

Para el año 2018 en el acceso de la Calle General Trigo en la intersección N°2 se estima un incremento del 0 % en con relación a 2015, este aumento será de 457 a 457 veh/hora. Se puede decir que en 3 años se incrementará 0 veh/hora con relación 2015.

Si volvemos atrás para la regresión lineal para el año 2018 tendrá un incremento de 16% con relación al 2015, utilizando los datos de la regresión curvilínea tipo exponencial el incremento 22% en el acceso de la Calle General Trigo en la intersección Nro. 2 pues es una variación significativa con un incremento de 0% utilizando los datos proyectados por la regresión curvilínea tipo logarítmica.

Este ejemplo, queda demostrado que los datos proyectados con la regresión curvilínea logarítmica no corresponden a los volúmenes que circulará con el pasar de los años, de tal forma es mejor no considerarlos.

Se observa que los volúmenes de tráfico estimados son más pequeños que los datos de volúmenes estimados con la regresión potencial, pues peor a un este modelo logarítmico según sus datos, como se observa en la Gráfica N°25 no corresponden a nuestros volúmenes del parque automotor proyectado.

En el Cuadro Nro.71 observa los tiempos de ciclos y fases medidos en campo, como se puede observar de las 16 intersecciones, cinco de ellas no cuentan con semaforización.

En el Cuadro Nro.72 se observa los tiempos de ciclos y fases que se fueron ajustados con sus volúmenes de circulación, también se observa el diseño de tiempo de ciclos y fases en las intersecciones que no contaron con semáforos

CUADRO NRO.71 MEDICIONES DE TIEMPOS DE CICLOS Y FASES EN INTERSECCIONES CON SEMÁFOROS

N°	Intersección	Acceso " A "	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	18	2	16
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	Calle Virginio Lema	No			Calle General Trigo	No		
3	Calle Ingavi - Calle Colón	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	Calle Alejandro de Carpio	No			Calle Sucre	No		
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	Calle 15 De Abril	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	Avenida Domingo Paz	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	Calle Madrid	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	Calle Virginio Lema	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	Avenida Domingo Paz	No			Calle Santa Cruz	No		
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	Calle Madrid	17	2	23	Calle Santa Cruz	23	2	17
15	Calle Bolivar -Calle Junín	Calle Bolivar	No			Calle Junín	No		
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	Calle 15 de Abril	No			Calle Junín	No		

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en el Cuadro Nro. 71 en la intersección N°2, N°4, N°13, N°15 y la N°16 actualmente no cuentan con semaforización, en estas intersecciones con este estudio se han diseñado tiempos de ciclos y fases para la semaforización con sus respectivos volúmenes de circulación.

**CUADRO NRO.72 DATOS DE TIEMPOS DE CICLOS Y FASES AJUSTADOS CON LOS VOLÚMENES VEHICULARES QUE EXISTEN
ACTUALMENTE Y DISEÑO DE TIEMPOS DE FASES Y CICLOS EN INTERSECCIONES QUE NO TIENEN SEMÁFORO**

Nº	Intersección	Acceso "A"	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	16	2	18
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	Calle Virginio Lema	23	2	17	Calle General Trigo	17	2	23
3	Calle Ingavi - Calle Colón	Calle Ingavi	16	2	24	Calle Colón	24	2	16
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	Calle Alejandro de Carpio	23	2	17	Calle Sucre	17	2	23
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	Calle 15 De Abril	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Colón	21	2	19
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	Calle Madrid	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	Calle Virginio Lema	22	2	18	Calle Suipacha	18	2	22
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	Calle Bolívar	16	2	24	Calle Méndez	24	2	16
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	Calle 15 de Abril	19	2	21	Calle Méndez	21	2	19
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	Calle Madrid	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19
15	Calle Bolivar -Calle Junín	Calle Bolivar	18	2	22	Calle Junín	22	2	18
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Junín	22	2	18

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro Nro.72 se observa que en la intersección N°1, N°5, N°9 están pintados de color amarillo, nos indica que estas datos de tempos de ciclos y fases al realizar un ajuste, hemos podidos observar que los tiempos de ciclos y fases existentes actuales corresponden a los volúmenes actuales de circulación, por lo tanto no se realizó un cambio alguno.

En la intersección N°3, N°6, N°7 N°8, N°10, N°11 N°12 y N°14 como se observa en el Cuadro N° 72 se observa, están pintadas de color lila, nos indica que de las 11 intersecciones 8 de ellas se han realizado un ajuste en los tiempos de ciclos y fases con sus respectivos volúmenes obtenidos de circulación por lo tanto presentan cambios

CUADRO NRO.73 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE PARA LOS AÑOS 2015,2016 Y 2017



















N°	Intersección	Año																				
		2015			2016			2017														
		Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	16	2	18	18	2	16	38	17	2	19	19	2	17	40	18	2	20	20	2	18	42
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	23	2	17	17	2	23	44	24	2	18	18	2	24	46	25	2	20	20	2	25	49
3	Calle Ingavi - Calle Colón	16	2	24	24	2	16	44	17	2	25	25	2	17	46	18	2	26	26	2	18	49
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	23	2	17	17	2	23	44	24	2	18	18	2	24	46	26	2	19	19	2	26	49
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	18	2	22	22	2	18	44	19	2	23	23	2	19	46	21	2	24	24	2	21	49
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	19	2	21	21	2	19	44	20	2	22	22	2	20	46	21	2	24	24	2	21	49
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	19	2	21	21	2	19	44	20	2	22	22	2	20	46	22	2	23	23	2	22	49
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	19	2	21	21	2	19	44	20	2	22	22	2	20	46	21	2	23	23	2	21	49
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	18	2	22	22	2	18	44	19	2	23	23	2	19	46	20	2	24	24	2	20	49
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	22	2	18	18	2	22	44	24	2	19	19	2	24	46	25	2	20	20	2	25	49
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	16	2	24	24	2	16	44	17	2	25	25	2	17	46	18	2	26	26	2	18	49
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	19	2	21	21	2	19	44	19	2	23	23	2	19	46	21	2	24	24	2	21	49
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	19	2	21	21	2	19	44	20	2	22	22	2	20	46	21	2	23	23	2	21	49
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	19	2	21	21	2	19	44	20	2	23	23	2	20	46	21	2	24	24	2	21	49
15	Calle Bolivar -Calle Junín	18	2	22	22	2	18	44	18	2	24	24	2	18	46	20	2	25	25	2	20	49
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	18	2	22	22	2	18	44	19	2	23	23	2	19	46	20	2	24	24	2	20	49

Fuente: Elaboración Propia

En la intersección N°2, N°4, N°13, N°15 y N°16 del Cuadro Nro73 estas se encuentran de color celeste, nos indican que estas intersecciones se ha diseñado tiempos de ciclos y fases con sus respectivos volúmenes de circulación.

En el cuadro Nro.74 los tiempos de ciclos para los años diseñados 2016



















CUADRO NRO.74 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE PARA LOS AÑOS 2018,2019 Y 2020

N°	Intersección	Año		2018					2019					2020								
		Acceso "A"		Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"		Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"		Acceso "B"			Ciclo (seg)			
																						
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	19	2	21	21	2	19	44	20	2	22	22	2	20	46	21	2	23	23	2	21	48
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	26	2	21	21	2	26	51	28	2	22	22	2	28	54	29	2	23	23	2	29	56
3	Calle Ingavi - Calle Colón	19	2	28	28	2	19	51	20	2	29	29	2	20	54	21	2	31	31	2	21	56
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	27	2	20	20	2	27	51	28	2	21	21	2	28	54	30	2	22	22	2	30	56
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	22	2	25	25	2	22	51	23	2	27	27	2	23	54	24	2	28	28	2	24	56
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	22	2	25	25	2	22	51	23	2	26	26	2	23	54	25	2	28	28	2	25	56
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	23	2	24	24	2	23	51	24	2	26	26	2	24	54	25	2	27	27	2	25	56
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	23	2	24	24	2	23	51	24	2	26	26	2	24	54	25	2	27	27	2	25	56
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	22	2	25	25	2	22	51	23	2	27	27	2	23	54	24	2	28	28	2	24	56
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	26	2	21	21	2	26	51	28	2	22	22	2	28	54	29	2	23	23	2	29	56
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	19	2	28	28	2	19	51	20	2	29	29	2	20	54	21	2	31	31	2	21	56
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	22	2	25	25	2	22	51	23	2	27	27	2	23	54	24	2	28	28	2	24	56
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	22	2	25	25	2	22	51	24	2	26	26	2	24	54	25	2	27	27	2	25	56
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	22	2	25	25	2	22	51	23	2	27	27	2	23	54	24	2	28	28	2	24	56
15	Calle Bolivar -Calle Junín	21	2	26	26	2	21	51	22	2	28	28	2	22	54	23	2	29	29	2	23	56
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	21	2	26	26	2	21	51	22	2	27	27	2	22	54	24	2	29	29	2	24	56

En el Cuadro Nro.74 para los años 2017 sus tiempos de ciclos que fueron diseñados en relación con sus volúmenes proyectados en relación con los datos del gestión 2015 pues si existe una variación significativa de casi 5 segundo en casi todas la intersecciones por lo tanto en este año corresponde que los tiempo de ciclos y fases

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.75 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN LINEAL SIMPLE PARA LOS AÑOS 2025,2030 Y 2035

N°	Intersección	Año																				
		2025							2030							2035						
		Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)
																						
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	26	2	29	29	2	26	59	31	2	35	35	2	31	70	37	2	41	41	2	37	81
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	36	2	28	28	2	36	69	43	2	34	34	2	43	81	51	2	39	39	2	51	94
3	Calle Ingavi - Calle Colón	27	2	38	38	2	27	69	32	2	46	46	2	32	81	37	2	53	53	2	37	94
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	37	2	28	28	2	37	69	44	2	33	33	2	44	81	52	2	38	38	2	52	94
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	30	2	35	35	2	30	69	36	2	42	42	2	36	81	41	2	49	49	2	41	94
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	31	2	34	34	2	31	69	37	2	41	41	2	37	81	42	2	47	47	2	42	94
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	31	2	33	33	2	31	69	37	2	40	40	2	37	81	43	2	46	46	2	43	94
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	31	2	34	34	2	31	69	37	2	40	40	2	37	81	43	2	47	47	2	43	94
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	30	2	35	35	2	30	69	36	2	42	42	2	36	81	41	2	49	49	2	41	94
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	36	2	29	29	2	36	69	43	2	34	34	2	43	81	50	2	40	40	2	50	94
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	26	2	38	38	2	26	69	32	2	46	46	2	32	81	37	2	53	53	2	37	94
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	30	2	35	35	2	30	69	36	2	42	42	2	36	81	42	2	48	48	2	42	94
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	31	2	34	34	2	31	69	37	2	40	40	2	37	81	43	2	47	47	2	43	94
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	30	2	35	35	2	30	69	36	2	41	41	2	36	81	42	2	48	48	2	42	94
15	Calle Bolivar -Calle Junín	28	2	36	36	2	28	69	34	2	43	43	2	34	81	40	2	50	50	2	40	94
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	29	2	36	36	2	29	69	35	2	42	42	2	35	81	41	2	49	49	2	41	94

En el Cuadro Nro.74 para los años 2017 sus tiempos de ciclos que fueron diseñados en relación con sus volúmenes proyectados en relación con los datos del gestión 2015 pues si existe una variación significativa de casi 5 segundo en casi todas la intersecciones, por lo tanto en este año corresponde que los tiempo de ciclos y fases

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.76 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL PARA LOS AÑOS 2015,2016 Y 2017

N°	Intersección	Año		2015						2016						2017						
		Acceso "A"		Acceso "B"		Ciclo (seg)	Acceso "A"		Acceso "B"		Ciclo (seg)	Acceso "A"		Acceso "B"		Ciclo (seg)						
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	16	2	18	18	2	16	38	17	2	19	19	2	17	41	19	2	21	21	2	19	43
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	23	2	17	17	2	23	44	24	2	19	19	2	24	47	26	2	20	20	2	26	50
3	Calle Ingavi - Calle Colón	16	2	24	24	2	16	44	18	2	25	25	2	18	47	19	2	27	27	2	19	50
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	23	2	17	17	2	23	44	25	2	18	18	2	25	47	27	2	20	20	2	27	50
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	18	2	22	22	2	18	44	20	2	23	23	2	20	47	21	2	25	25	2	21	50
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	19	2	21	21	2	19	44	20	2	23	23	2	20	47	22	2	24	24	2	22	50
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	19	2	21	21	2	19	44	21	2	22	22	2	21	47	22	2	24	24	2	22	50
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	19	2	21	21	2	19	44	21	2	22	22	2	21	47	22	2	24	24	2	22	50
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	18	2	22	22	2	18	44	20	2	23	23	2	20	47	21	2	25	25	2	21	50
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	22	2	18	18	2	22	44	24	2	19	19	2	24	47	26	2	20	20	2	26	50
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	16	2	24	24	2	16	44	18	2	25	25	2	18	47	19	2	27	27	2	19	50
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	19	2	21	21	2	19	44	20	2	23	23	2	20	47	21	2	25	25	2	21	50
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	19	2	21	21	2	19	44	21	2	23	23	2	21	47	22	2	24	24	2	22	50
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	19	2	21	21	2	19	44	20	2	23	23	2	20	47	22	2	25	25	2	22	50
15	Calle Bolivar -Calle Junín	18	2	22	22	2	18	44	19	2	24	24	2	19	47	20	2	26	26	2	20	50
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	18	2	22	22	2	18	44	19	2	24	24	2	19	47	21	2	25	25	2	21	50

En el Cuadro Nro.75 y Nro.76 presentan tiempos de ciclos y fases ajustados por la regresión lineal la cual para los años 2018 hacia adelante, los volúmenes proyectados pues va afectar mas a los tiempos de ciclos que actualmente se tiene por lo tanto corresponde tomar previsiones y para esos años realizar un ajuste con los tiempos

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.77 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL PARA LOS AÑOS 2018,2019 Y 2020

N°	Intersección	Año																				
		2018			2019			2020														
		Acceso "A"		Acceso "B"	Acceso "A"		Acceso "B"	Acceso "A"		Acceso "B"	Ciclo (seg)											
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	20	2	22	22	2	20	47	22	2	24	24	2	22	50	23	2	26	26	2	23	53
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	28	2	22	22	2	28	54	30	2	23	23	2	30	58	32	2	25	25	2	32	62
3	Calle Ingavi - Calle Colón	20	2	29	29	2	20	54	22	2	32	32	2	22	58	24	2	34	34	2	24	62
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	29	2	21	21	2	29	54	31	2	23	23	2	31	58	33	2	25	25	2	33	62
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	23	2	27	27	2	23	54	25	2	29	29	2	25	58	27	2	31	31	2	27	62
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	24	2	26	26	2	24	54	25	2	28	28	2	25	58	27	2	30	30	2	27	62
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	24	2	26	26	2	24	54	26	2	28	28	2	26	58	28	2	30	30	2	28	62
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	24	2	26	26	2	24	54	26	2	28	28	2	26	58	28	2	30	30	2	28	62
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	23	2	27	27	2	23	54	25	2	29	29	2	25	58	27	2	31	31	2	27	62
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	28	2	22	22	2	28	54	30	2	24	24	2	30	58	32	2	25	25	2	32	62
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	20	2	29	29	2	20	54	22	2	32	32	2	22	58	24	2	34	34	2	24	62
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	23	2	27	27	2	23	54	25	2	29	29	2	25	58	27	2	31	31	2	27	62
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	24	2	26	26	2	24	54	26	2	28	28	2	26	58	28	2	30	30	2	28	62
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	23	2	27	27	2	23	54	25	2	29	29	2	25	58	27	2	31	31	2	27	62
15	Calle Bolivar -Calle Junín	22	2	28	28	2	22	54	24	2	30	30	2	24	58	25	2	32	32	2	25	62
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	22	2	27	27	2	22	54	24	2	29	29	2	24	58	26	2	32	32	2	26	62

En el Cuadro Nro.77 los tiempos de ciclos y fases para la gestión 2016, con los volúmenes proyectados con la regresión exponencial no se ve mucha que en la semaforización pueda incidir, por lo contrario para el año 2017 en relación a la gestión 2015 pues existe una variación de ciclos de 6 segundos pues corresponden realizar un

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO NRO.78 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES DISEÑADOS CON LOS VOLÚMENES PROYECTADOS UTILIZADOS MODELO DE REGRESIÓN CURVILÍNEA TIPO EXPONENCIAL PARA LOS AÑOS 2025,2030 Y 2035

N°	Intersección	Año																											
		2025									2030									2035									
		Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)	Acceso "A"			Acceso "B"			Ciclo (seg)							
1	Av. Domingo Paz - Calle General Trigo	16	2	18	18	2	16	38	16	2	18	18	2	16	38	16	2	18	18	2	16	38	16	2	18	18	2	16	38
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	46	2	36	36	2	46	87	66	2	51	51	2	66	121	94	2	73	73	2	94	170	94	2	73	73	2	94	170
3	Calle Ingavi - Calle Colón	34	2	49	49	2	34	87	48	2	69	69	2	48	121	68	2	98	98	2	68	170	68	2	98	98	2	68	170
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	47	2	35	35	2	47	87	67	2	50	50	2	67	121	95	2	71	71	2	95	170	95	2	71	71	2	95	170
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	38	2	45	45	2	38	87	54	2	63	63	2	54	121	76	2	90	90	2	76	170	76	2	90	90	2	76	170
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	39	2	44	44	2	39	87	55	2	62	62	2	55	121	78	2	88	88	2	78	170	78	2	88	88	2	78	170
7	Av. Domingo Paz - Calle Colón	40	2	43	43	2	40	87	57	2	61	61	2	57	121	80	2	86	86	2	80	170	80	2	86	86	2	80	170
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	40	2	43	43	2	40	87	56	2	61	61	2	56	121	80	2	86	86	2	80	170	80	2	86	86	2	80	170
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	38	2	45	45	2	38	87	54	2	63	63	2	54	121	76	2	90	90	2	76	170	76	2	90	90	2	76	170
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	46	2	36	36	2	46	87	66	2	52	52	2	66	121	93	2	73	73	2	93	170	93	2	73	73	2	93	170
11	Calle Bolívar -Calle Méndez	34	2	49	49	2	34	87	48	2	69	69	2	48	121	68	2	98	98	2	68	170	68	2	98	98	2	68	170
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	38	2	44	44	2	38	87	54	2	63	63	2	54	121	77	2	89	89	2	77	170	77	2	89	89	2	77	170
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	39	2	43	43	2	39	87	56	2	61	61	2	56	121	79	2	87	87	2	79	170	79	2	87	87	2	79	170
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	38	2	44	44	2	38	87	55	2	63	63	2	55	121	77	2	89	89	2	77	170	77	2	89	89	2	77	170
15	Calle Bolivar -Calle Junín	36	2	46	46	2	36	87	52	2	66	66	2	52	121	73	2	93	93	2	73	170	73	2	93	93	2	73	170
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	37	2	45	45	2	37	87	53	2	64	64	2	53	121	75	2	91	91	2	75	170	75	2	91	91	2	75	170

En el Cuadro Nro.77 y Nro.78 para los años 2018 hacia adelante, según la proyección de volúmenes de trafico utilizando la regresión exponencial, en relación a la gestión 2015 los datos de tiempos de ciclos y fases corresponde a realizar un ajuste en la intersecciones de estudio con sus respectivos tiempos de ciclos y fases

Fuente: Elaboración Propia

3.8.- PLANTEAMIENTOS DE ACCIONES

Para este estudio analizando los resultados de volúmenes proyectados, es de mucha importancia plantear acciones las cuales podrían ser de mucha ayuda para mejorar la circulación en del tráfico vehicular en el casco central, para ello hemos planteado tres tipos de acciones específicas las cuales fueron desarrollados con nuestros resultados.

3.8.1 Primer Planteamiento

3.8.1.1 Ajuste semafórico en el área de estudio

Para el ajuste semafórico consiste en plantear dos puntos a considerar:

- a).-Ciclos y fases en la intersecciones con semáforos existentes
- b).-Ciclos y fases en las intersecciones que no cuentan con semáforos

a).-Ciclos y fases en la intersecciones con semáforos existentes

En el área de estudio, de las 16 intersecciones se observa que solo 11 de ellas cuentan con semáforos como se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO NRO.79 MEDICIONES DE TIEMPOS DE CICLOS Y FASE SEG. OBTENIDAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	Acceso "A"	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	18	2	16
3	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
5	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
7	Avenida Domingo Paz	18	2	22	Calle Colón	22	2	18
8	Calle Madrid	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
9	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
11	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
12	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Méndez	22	2	18
14	Calle Madrid	17	2	23	Calle Santa Cruz	23	2	17

Fuente: Elaboración Propia

Esto datos de tiempos de ciclos y fases fueron analizados si corresponden realizar un ajuste actualmente, para lo cual se han utilizado los volúmenes del TPH, obtenido en el área de estudio.

El procedimiento de ajuste se realizó, como se observa en el Cuadro Nro.81 con el VTPH y las dos ecuaciones de semaforización, donde hemos obtenido el siguiente Cuadro Nro.80

**CUADRO NRO.80 AJUSTE DE TIEMPO DE CICLOS Y FASES EN EL
ÁREA DE ESTUDIO (SEGUNDOS)**

Nº	Acceso "A"	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	16	2	18
3	Calle Ingavi	16	2	24	Calle Colón	24	2	16
5	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
7	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Colón	21	2	19
8	Calle Madrid	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
9	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema	22	2	18	Calle Suipacha	18	2	22
11	Calle Bolívar	16	2	24	Calle Méndez	24	2	16
12	Calle 15 de Abril	19	2	21	Calle Méndez	21	2	19
14	Calle Madrid	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa el Cuadro Nro.80 los datos que están de color amarillo nos indican que los tiempos de ciclos y fases corresponden a los volúmenes del tráfico (VTPH) que se ha obtenido en el área de estudio.

CUADRO NRO.81 VOLÚMENES DEL TRÁFICO (TPH)

Nº	Intersección	Volúmenes (veh/hr)	Volúmenes (veh/hr)
1	Avenida Domingo Paz - Calle General Trigo	351	317
3	Calle Ingavi - Calle Colón	362	252
5	Calle Bolívar - Calle Daniel Campos	457	389
6	Calle 15 De Abril - Calle Suipacha	361	323
7	Avenida Domingo Paz - Calle Colón	334	312
8	Calle Madrid - Calle Suipacha	314	290
9	Calle Ingavi - Calle Suipacha	335	285
10	Calle Virginio Lema - Calle Suipacha	338	429
11	Calle Bolívar - Calle Méndez	412	285
12	Calle 15 de Abril - Calle Méndez	364	314
14	Calle Santa Cruz - Calle Madrid	238	207

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto lo contrario, los datos de color lila indican que se ha realizado el ajuste con el VTPH obtenido en el área de estudio, como conclusión en estas intersecciones el ciclo es el mismo, pero con fases distintas con una variación de 1 a 2 seg.

En relación a las fases actuales en el área de estudio como se ve en el Cuadro N° 81

b).-Ciclos y fases en las intersecciones que no existen semáforos

Es importante considerar si es necesario un semáforo o no.

De acuerdo al volumen obtenido en el área de estudio se ha realizado un análisis, si corresponde el diseñar o no tiempos de ciclos y fases, en las intersecciones que no cuentan con semáforos. Para ello, basándonos en el marco teórico en cuanto a semaforización con respecto en la condiciones de volumen mínimos

CUADRO NRO.82 VOLÚMENES DEL TRÁFICO (TPH)

N°	Intersección	Volúmenes (veh/hr) Av. DP	Volúmenes (veh/hr) CGT
2	Calle Virginio Lema - Calle General Trigo	309	397
4	Calle Alejandro de Carpio -Calle Sucre	296	398
13	Avenida Domingo Paz - Calle Santa Cruz	385	351
16	Calle 15 de Abril -Calle Junín	380	312

Fuente: Elaboración Propia

Según Cuadro Nro.82 si corresponde a un diseño de tiempo de ciclo y fases, por lo tanto se ha diseño tiempos de ciclos y fases como se observa en el cuadro Nro.83

CUADRO NRO.83 DISEÑO DE TIEMPOS DE CICLOS Y FASES

N°	Acceso "A"	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
2	Calle Virginio Lema	23	2	17	Calle General Trigo	17	2	23
4	Calle Alejandro de Carpio	23	2	17	Calle Sucre	17	2	23
13	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19
15	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Junín	22	2	18
16	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Junín	22	2	18

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos de asignación de ciclos y fases, que correspondan a sus volúmenes de circulación ayudarán muchísimo en la mejora de su circulación de los vehículos

3.8.1 Segundo Planteamiento

3.8.1.2.- Control de volúmenes de tráfico en calles congestionadas

Como observamos para plantear acciones hemos observado las calles horizontales como verticales, con mayor flujo vehicular, como se observa en el Cuadro Nro.84

CUADRO NRO.84 DATOS DE VOLÚMENES DEL TPH

N°	Acceso "A"	Volúmenes (veh/hr)	Acceso "B"	Volúmenes (veh/hr)
1	Avenida Domingo Paz	351	Calle General Trigo	317
2	Calle Virginio Lema	309	Calle General Trigo	397
3	Calle Ingavi	362	Calle Colón	252
4	Calle Alejandro de Carp	296	Calle Sucre	398
5	Calle Bolívar	457	Calle Daniel Campos	389
6	Calle 15 De Abril	361	Calle Suipacha	323
7	Avenida Domingo Paz	334	Calle Colón	312
8	Calle Madrid	314	Calle Suipacha	290
9	Calle Ingavi	335	Calle Suipacha	285
10	Calle Virginio Lema	338	Calle Suipacha	429
11	Calle Bolívar	412	Calle Méndez	285
12	Calle 15 de Abril	364	Calle Méndez	314
13	Avenida Domingo Paz	385	Calle Santa Cruz	351
14	Calle Madrid	238	Calle Santa Cruz	207
15	Calle Bolivar	380	Calle Junín	298
16	Calle 15 de Abril	380	Calle Junín	312

Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la horizontal se han considerado cuatro las más críticas estas son las siguientes: la Calle Bolívar con un volumen de 457veh/hora, a continuación tenemos la Avenida Domingo Paz con un volumen de 385veh/hora, seguida la 15 de Abril con un volumen de 380 veh/hora y después la Calle Ingavi con un volumen de 362 veh/hora.

Con respecto a la vertical la más crítica es la Calle Suipacha con un volumen de 429veh/hora, seguida Calle Sucre con un volumen de 395 veh/hora, siguiente Calle General Trigo con un volumen de 397 veh/hora y luego Calle Daniel Campos con un volumen de 389 veh/hora.

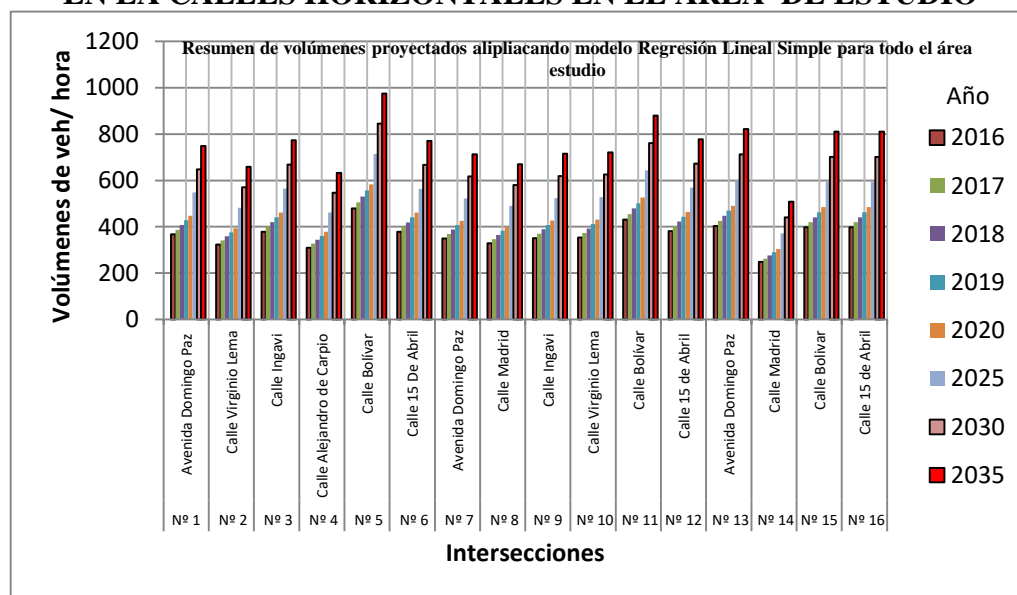
De acuerdo a estos volúmenes, podemos ver la tendencia que tendrán con el pasar de los años. En el Cuadro Nro.85 se observa la tendencia de incremento que tendrán con el pasar de los años utilizando la regresión lineal simple

CUADRO NRO.85 PRONÓSTICOS DE LOS VOLÚMENES MÁS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO EN LA CALLE HORIZONTALES EN EL CASCO CENTRAL DE TARIJA.

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Nº 1	Avenida Domingo Paz	367	387	408	428	448	548	648	749
Nº 2	Calle Virgino Lema	323	341	359	376	394	482	571	659
Nº 3	Calle Ingavi	379	400	420	441	462	565	669	773
Nº 4	Calle Alejandro de Carpio	310	327	344	361	378	462	547	632
Nº 5	Calle Bolívar	479	505	531	557	583	714	845	975
Nº 6	Calle 15 De Abril	378	399	419	440	461	564	667	770
Nº 7	Avenida Domingo Paz	350	369	388	407	426	522	617	713
Nº 8	Calle Madrid	329	347	365	383	401	490	580	670
Nº 9	Calle Ingavi	351	370	389	408	427	523	619	715
Nº 10	Calle Virgino Lema	354	373	393	412	431	528	625	721
Nº 11	Calle Bolívar	431	455	479	502	526	644	761	879
Nº 12	Calle 15 de Abril	381	402	423	444	464	569	673	777
Nº 13	Avenida Domingo Paz	403	425	447	469	491	601	712	822
Nº 14	Calle Madrid	249	263	276	290	304	372	440	508
Nº 15	Calle Bolívar	398	420	441	463	485	594	702	811
Nº 16	Calle 15 de Abril	398	420	441	463	485	594	702	811

Fuente: Elaboración Propia

GRAFICA NRO.26 PRONÓSTICOS DE LOS VOLÚMENES MÁS CRÍTICOS EN LA CALLES HORIZONTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO



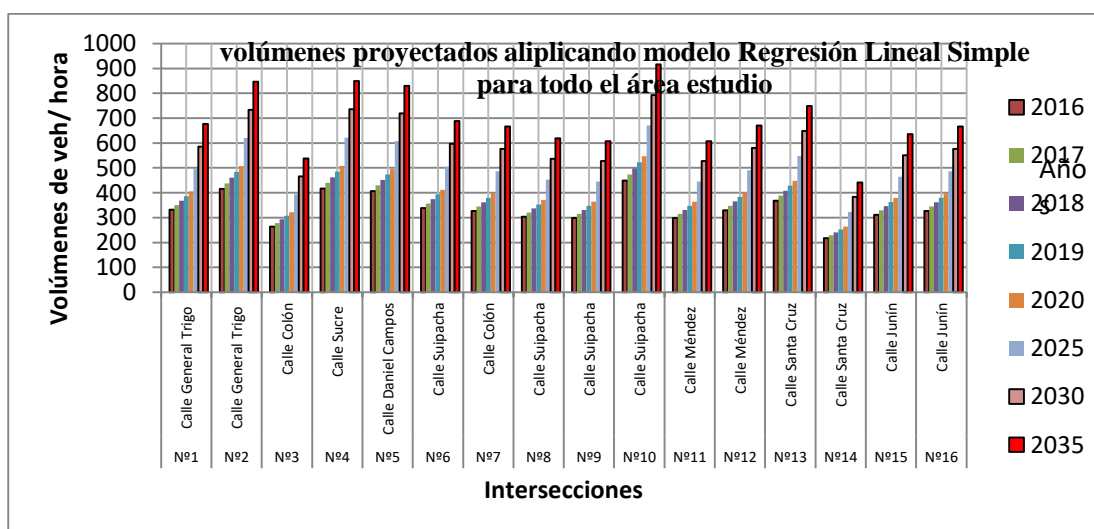
Fuente de elaboración Propia

CUADRO NRO.86 PRONÓSTICOS DE LOS VOLÚMENES MÁS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO EN LA CALLE VERTICALES EN EL CASCO CENTRAL DE TARIJA

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Nº1	Calle General Trigo	332	350	368	386	405	495	586	677
Nº2	Calle General Trigo	416	438	461	484	507	620	734	847
Nº3	Calle Colón	264	278	293	307	322	394	466	538
Nº4	Calle Sucre	417	440	462	485	508	622	736	849
Nº5	Calle Daniel Campos	407	430	452	474	496	608	719	830
Nº6	Calle Suipacha	338	357	375	394	412	505	597	689
Nº7	Calle Colón	327	345	362	380	398	487	577	666
Nº8	Calle Suipacha	304	320	337	353	370	453	536	619
Nº9	Calle Suipacha	298	315	331	347	364	445	527	608
Nº10	Calle Suipacha	449	474	498	523	547	670	793	916
Nº11	Calle Méndez	298	315	331	347	364	445	527	608
Nº12	Calle Méndez	329	347	365	383	401	490	580	670
Nº13	Calle Santa Cruz	368	388	408	428	448	548	649	749
Nº14	Calle Santa Cruz	217	229	240	252	264	323	383	442
Nº15	Calle Junín	312	329	346	363	380	465	551	636
Nº16	Calle Junín	327	345	362	380	398	487	577	666

Fuente de elaboración Propia

GRAFICA NRO.27 PRONÓSTICOS DE LOS VOLÚMENES MÁS CRÍTICOS EN LA CALLES HORIZONTALES EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

Con respecto a la horizontal se considerado cuatro las más críticas estas son las siguientes: la Calle Bolívar con un volumen de 457veh/hora, seguida tenemos la Avenida Domingo Paz con un volumen de 385veh/hora, seguida la 15 de Abril con un volumen de 380 veh/hora y después la Calle Ingavi con un volumen de 362 veh/hora

Con respecto a la vertical la mas crítica es la Calle Suipacha con un volumen de 429veh/hora, seguida Calle Sucre con un volumen de 395 veh/hora, siguiente Calle Gaeneral Trigo con un volumen de 397 veh/hora y luego Calle Daniel Campos con un volumende 389 veh/hora.

Como hemos mencionada anteriormente las calles más críticas de estudio con el tiempo estas se verán con conflictos para la circulación, para ello las Gráficas Nro. 26 y Nro.27 nos muestra la tendencia de crecimiento de los volúmenes de tráfico proyectado. Que se tendrán para la gestión 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030 y 2035.

Para ello es conveniente realizar un control de volúmenes de vehículos donde se puede reducir el de tráfico vehicular en estas vías más críticas:

El control se podrá realizar de dos formas

a).- Por reducción de volúmenes por placas

Una acción de restricción de placas totales en algunos días es decir las personas con restricción vehicular por número de placa, estarían prohibida de circular por estas vías críticas mencionada tanto las horizontales como la verticales en otras palabras tendrían que dejar su vehículo guardado por un día por lo tanto disminuiría un volumen de tráfico

Es decir la restricción de placas o matriculas consiste en una restricción según el último dígito de la placa del automóvil realizando un restricción una vez al semana y durante todo el día sacando de la circulación los vehículos con placas que terminen 0-1, 2-3, 4-5, 6-7, y 8-9 y así sucesivamente según días de la semana

De esa manera podemos decir que los vehículos 0-1, que da prohibida la circulación en la Calle Bolívar dentro el casco central los días lunes.

Los días martes los vehículos con terminaciones de sus dígitos en la placa 2-3 quedaran prohibido para la circulación de sus vehículos en la Calle Bolívar dentro el casco central, los que terminan 4-5 quedarán prohibido la circulación de sus vehículos en la Calle Bolívar dentro el casco central los días miércoles , y los que terminan 6-7 quedarán prohibidos para la circulación de sus vehículos en la Calle Bolívar dentro el casco central los días jueves y por último el viernes en la calle Bolívar quedaran prohibidas para la circulación de los vehículos con terminaciones de dígitos de 8-9 y así sucesivamente, se pude seguir planteando con respecto a las restricción de placas. Para las otras calles mencionadas mas criticas

b).- Por reducción de volúmenes por transporte públicos

La idea es disminuir el transporte público tomando en cuenta lo vehículos públicos para este caso la mas critica, la Calle Bolívar se observa que dentro el casco central de Tarija en este acceso transitan gran cantidad de transporte público casi todas las líneas de los micros circulan por este acceso.

Las líneas son: 2, 7, 11, 9, S, D, C, A, B, 5, 4, CH por lo tanto habría que llevar por lo menos el 50% de la línea a una calle paralela puede ser la calle Corrado o la calle La Madrid.

Otra conflictiva es la Avenida Domingo Paz las líneas que circulan por este acceso son varias y son las siguientes: 4, F, A, E, B, 9, 5, D de todas estas líneas se puede ver que la línea A es realmente muchísimas a comparación de las demás estas líneas ver la forma de llevarlas a calle paralelas el 50% e ella puede ser a la calle Cochabamba. Realizando estas acciones de podrá reducir el volumen en la Calle Bolívar y en la Avenida Domingo Paz, sobre todo para el transporte público que requiere una mejoría para su circulación .

3.8.2 Tercer Planteamiento

3.8.2.1.- Proyección por discretización de calles mayor y menor proyección

Para este planteamiento se ha considerado tomar en cuenta la proyección utilizando los datos proyectados por el modelo de regresión lineal simple. Para ello tomaremos las tres más críticas con mayor volumen, en el Cuadro Nro. 87 las tres más críticas se encuentran pintadas de color amarilla. Lo que observamos en este cuadro es que el tráfico vehicular es dinámico por lo tanto es conveniente y de mucha importancia realizar un control

CUADRO NRO.87 PRONÓSTICOS DE LOS VOLÚMENES MÁS CRÍTICOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO EN LA CALLE VERTICALES EN EL CASCO CENTRAL DE TARIJA

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Avenida Domingo Paz	351	367	387	408	428	448	548	648	749
Calle General Trigo	317	332	350	368	386	405	495	586	677
Calle Virginio Lema	309	323	341	359	376	394	482	571	659
Calle General Trigo	397	416	438	461	484	507	620	734	847
Calle Ingavi	362	379	400	420	441	462	565	669	773
Calle Colón	252	264	278	293	307	322	394	466	538
Calle Alejandro de Carpio	296	310	327	344	361	378	462	547	632
Calle Sucre	398	417	440	462	485	508	622	736	849
Calle Bolívar	457	479	505	531	557	583	714	845	975
Calle Daniel Campos	389	407	430	452	474	496	608	719	830
Calle 15 De Abril	361	378	399	419	440	461	564	667	770
Calle Suipacha	323	338	357	375	394	412	505	597	689
Avenida Domingo Paz	334	350	369	388	407	426	522	617	713
Calle Colón	312	327	345	362	380	398	487	577	666
Calle Madrid	314	329	347	365	383	401	490	580	670
Calle Suipacha	290	304	320	337	353	370	453	536	619
Calle Ingavi	335	351	370	389	408	427	523	619	715
Calle Suipacha	285	298	315	331	347	364	445	527	608
Calle Virginio Lema	338	354	373	393	412	431	528	625	721
Calle Suipacha	429	449	474	498	523	547	670	793	916
Calle Bolívar	412	431	455	479	502	526	644	761	879
Calle Méndez	285	298	315	331	347	364	445	527	608
Calle 15 de Abril	364	381	402	423	444	464	569	673	777
Calle Méndez	314	329	347	365	383	401	490	580	670
Avenida Domingo Paz	385	403	425	447	469	491	601	712	822
Calle Santa Cruz	351	368	388	408	428	448	548	649	749
Calle Madrid	238	249	263	276	290	304	372	440	508
Calle Santa Cruz	207	217	229	240	252	264	323	383	442
Calle Bolívar	380	398	420	441	463	485	594	702	811
Calle Junín	298	312	329	346	363	380	465	551	636
Calle 15 de Abril	380	398	420	441	463	485	594	702	811
Calle Junín	312	327	345	362	380	398	487	577	666

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa la más crítica es la calle Bolívar con un volumen de 429 veh/ hora par el 2015, para el año 2016 esta presentara un volumen de 449 veh/hora y así sucesivamente el cuadro nos explica su tendencia que tendrá con el tiempo

Para ello se plantea realizar un control en estas calles con mayor proyección: Bolívar, Calle Sucre y la calle Suipacha.

Actualmente estas calles en la Bolívar solo circulan un flujo, en la calle Suipacha de igual manera, para los años 2018, 2019, 2025 pues los volúmenes serán diferentes como se observa en el Cuadro Nro.87

La Suipacha actualmente circula 429 veh/hora para el 2020 será 523ve/hora y así con el pasar de los años estos volúmenes se incrementan.

Para que existan dos flujos y puedan estos volúmenes proyectados circular en esta calle que mencionamos, permitiendo evitar trancaderas, congestión, pérdida de tiempo es la realización de un control:

El control consiste no estacionar en ambos lados, dividir señalizando los dos carriles en ambos lados y permitir los dos flujos por estas calles más críticas, en la calle Bolívar, Calle Suipacha y también mencionar la Avenida Domingo Paz realizar este tipo de control.

Evitar los estacionamientos especialmente en horas picos en estas calles, con un control de las autoridades se podrá mejorar el flujo vehicular, sobre todo que el usuario tenga que respetar los reglamentos y normas. Ya que las autoridades estando un paso al problema no está haciendo cumplir las normativas, por lo que el problema es mayor con pasos de los años.

Las autoridades normar en cuanto a la edificios que se construyen en estas calles, se exija la construcciones de parqueos de vehículos dentro de las mismas.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

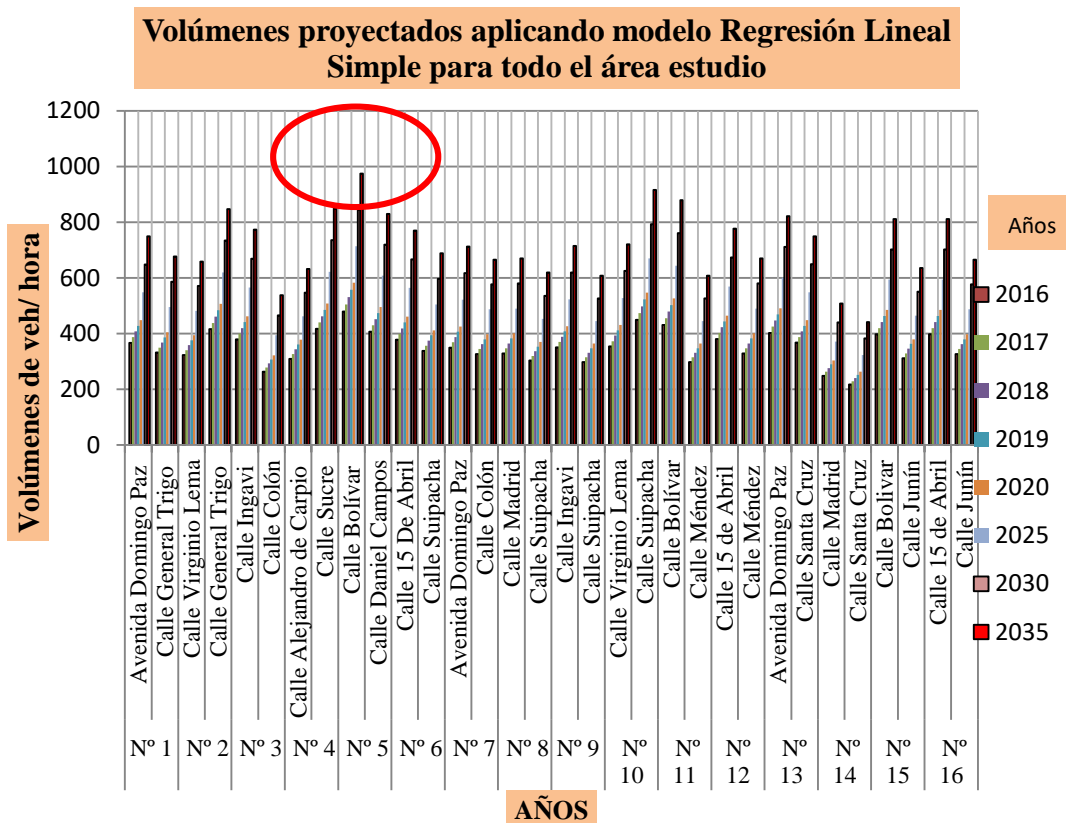
4.1.- CONCLUSIONES

Para el estudio se tiene las siguientes conclusiones:

- Para obtener un volumen más certero se hizo una depuración de datos de los horas pico tomadas durante un mes. Las horas donde existen mayor circulación de vehículos fueron de 9:00 a 10:00, 11:00 a 12:00 y 18:00 a 19:00, donde se dieron las mismas horas máximas para las 16 intersecciones en estudio.
- Para el estudio se estableció como metodología la evaluación por cuatro modelos, en la proyección de los volúmenes de tráfico, hemos podido concluir en la práctica que los modelos matemáticos aplicados a nuestra área de estudio para los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2025, 2030, y 2035. Mediante la regresión curvilínea tipo exponencial nos muestra que los volúmenes estimados son muy elevados en relación a los modelos de regresión lineal simple, potencial, y logarítmica lo contrario no muestran las ecuaciones obtenidas con la regresión potencial y logarítmica sus volúmenes proyectados que se obtiene son muy bajos, en cambio la regresión lineal simple sus ecuación nos da volúmenes no muy altos tampoco son bajos por lo que la regresión lineal simple es la que más se ajusta en la tendencia de crecimiento a nuestros datos.

Los resultados de la regresión lineal simple para todas las intersecciones en los siguientes años mantiene su tendencia y la linealidad que nos muestra la grafica N°28, porque el modelo consiste en que los resultados obtenidos por este método estén más cerca posible a la línea de tendencia.

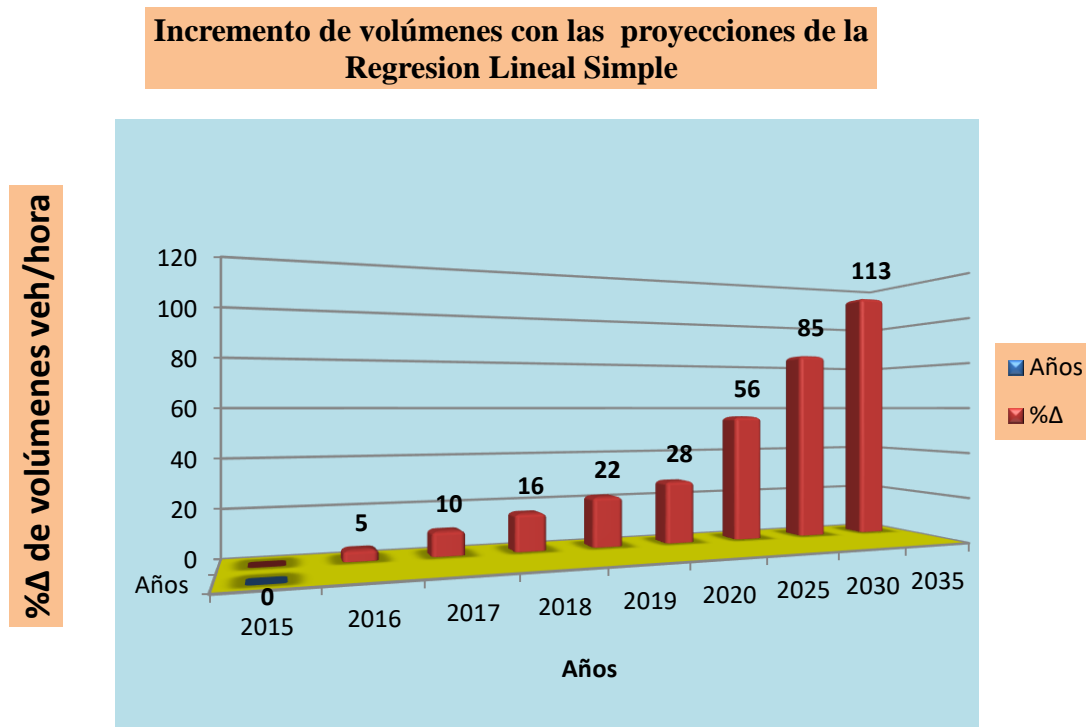
GRAFICA NRO.28 VOLÚMENES PROYECTADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Elaboración Propia

- Dentro del área de estudio la más conflictiva y qué futuro sus proyecciones son las más elevadas es la calle Bolívar con un volumen actual de 457 veh/ hora en sus proyecciones para él años 2018 ésta tendrá un volumen de 531 veh/hora, para el año 2030 ésta presentara 835 veh/hora según la ecuaciones regresión lineal.
- Al realizar todas las proyecciones hemos podido obtener con la regresión lineal simple un índice de crecimiento.

GRAFICA NRO.29 ÍNDICE DE CRECIMIENTO OBTENIDO CON LA REGRESIÓN LINEAL CON LOS VOLÚMENES DE TRÁFICO.



Fuente: Elaboración Propia

- En todas las calles proyectadas con la regresión lineal simple mantiene un constante valor por cada año que pasa aumenta un 6% del tráfico como nos muestra la grafica Nro. 29. Como resultado hemos obtenido el mismo índice de: 5, 10, 16, 22, 28, 56, 85 y 113 % pero con volúmenes diferentes, por lo que se observa que la línea de tendencia tiene un buen ajuste de los puntos a la línea además crece lo que indica que los resultados de volumen de tráfico obtenido por este modelo van aumentando los años de proyección en las vías de estudio

CUADRO NRO.88 PORCENTAJES DE INCREMENTO OBTENIDOS EN LA PROYECCIÓN DE VOLÚMENES

% 5	% 10	% 16	% 22	% 28	% 56	% 85	% 113
--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------

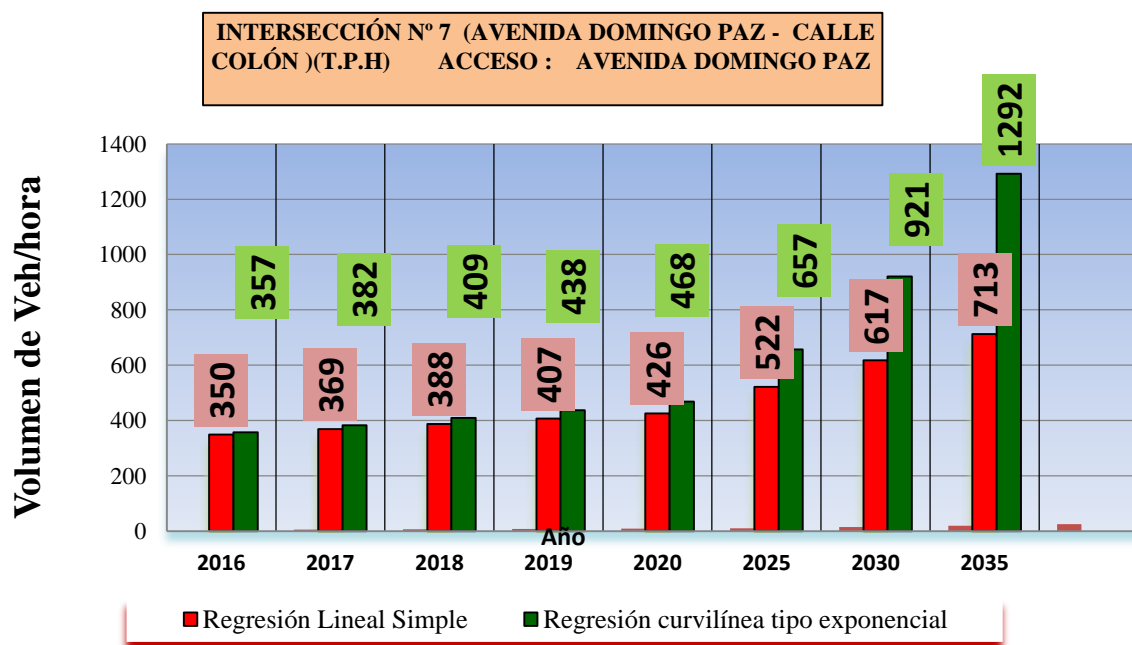
Índice

		2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Intersección N° 1	Avenida Domingo Paz	367	387	408	428	448	548	648	749
	Calle General Trigo	332	350	368	386	405	495	586	677
Intersección N° 2	Calle Virginio Lema	323	341	359	376	394	482	571	659
	Calle General Trigo	416	438	461	484	507	620	734	847
Intersección N° 3	Calle Ingavi	379	400	420	441	462	565	669	773
	Calle Colón	264	278	293	307	322	394	466	538
Intersección N° 4	Calle Alejandro de Carpio	310	327	344	361	378	462	547	632
	Calle Sucre	417	440	462	485	508	622	736	849
Intersección N° 5	Calle Bolívar	479	505	531	557	583	714	845	975
	Calle Daniel Campos	407	430	452	474	496	608	719	830
Intersección N° 6	Calle 15 De Abril	378	399	419	440	461	564	667	770
	Calle Suipacha	338	357	375	394	412	505	597	689
Intersección N° 7	Avenida Domingo Paz	350	369	388	407	426	522	617	713
	Calle Colón	327	345	362	380	398	487	577	666
Intersección N° 8	Calle Madrid	329	347	365	383	401	490	580	670
	Calle Suipacha	304	320	337	353	370	453	536	619
Intersección N° 9	Calle Ingavi	351	370	389	408	427	523	619	715
	Calle Suipacha	298	315	331	347	364	445	527	608
Intersección N° 10	Calle Virginio Lema	354	373	393	412	431	528	625	721
	Calle Suipacha	449	474	498	523	547	670	793	916
Intersección N° 11	Calle Bolívar	431	455	479	502	526	644	761	879
	Calle Méndez	298	315	331	347	364	445	527	608
Intersección N° 12	Calle 15 de Abril	381	402	423	444	464	569	673	777
	Calle Méndez	329	347	365	383	401	490	580	670
Intersección N° 13	Avenida Domingo Paz	403	425	447	469	491	601	712	822
	Calle Santa Cruz	368	388	408	428	448	548	649	749
Intersección N° 14	Calle Madrid	249	263	276	290	304	372	440	508
	Calle Santa Cruz	217	229	240	252	264	323	383	442
Intersección N° 15	Calle Bolívar	398	420	441	463	485	594	702	811
	Calle Junín	312	329	346	363	380	465	551	636
Intersección N° 16	Calle 15 de Abril	398	420	441	463	485	594	702	811
	Calle Junín	327	345	362	380	398	487	577	666

Fuente: Elaboración Propia

- Por la tendencia y linealidad que nos muestra la Cuadro Nro.88 de volúmenes proyectados por regresión lineal en los tramos en estudio nos indica que los resultados son validos, porque el método consiste en que los resultados obtenidos por este método estén lo más cerca posible a la línea de tendencia
- Los Volúmenes proyectados con la modelo de regresión lineal simple en relación con el modelo de regresión curvilíneo tipo exponencial en los primeros años son parecidos pero con el tiempo el modelo exponencial tiende a elevar mas el flujo vehicular, por ejemplo en la Avenida domingo paz en la intersección N°7 con se observa en la Gráfica N° 30 para el año 2030 en la Avenida Domingo Paz se tiene un volumen de 617 vehículos proyectados con la regresión lineal simple con un incremento de 85% con relación a la regresión curvilínea tipo exponencial es de 921 vehículos con un incremento de 176% mas 100% en relación a la gestión 2015

GRAFICA NRO.30 PROYECCIÓN DE LA REGRESIÓN LINEAL SIMPLE Y LA REGRESIÓN EXPONENCIAL



Fuente: Elaboración Propia

- Se ha realizado un ajuste a los tiempos de ciclos y fases en las intersecciones de estudio con sus volúmenes del tráfico (TPH), se ha diseñado tiempos de ciclos y fases en las intersecciones que no cuentan con semáforos:

CUADRO NRO.89 TIEMPOS DE CICLOS Y FASES AJUSTADOS Y DISEÑADOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Nº	Acceso "A"	Tr "A"	Ta "A"	Tv "A"	Acceso "B"	Tr "B"	Ta "B"	Tv "B"
1	Avenida Domingo Paz	16	2	18	Calle General Trigo	16	2	18
2	Calle Virginio Lema	23	2	17	Calle General Trigo	17	2	23
3	Calle Ingavi	16	2	24	Calle Colón	24	2	16
4	Calle Alejandro de Carpio	23	2	17	Calle Sucre	17	2	23
5	Calle Bolívar	18	2	22	Calle Daniel Campos	22	2	18
6	Calle 15 De Abril	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
7	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Colón	21	2	19
8	Calle LaMadrid	19	2	21	Calle Suipacha	21	2	19
9	Calle Ingavi	18	2	22	Calle Suipacha	22	2	18
10	Calle Virginio Lema	22	2	18	Calle Suipacha	18	2	22
11	Calle Bolívar	16	2	24	Calle Méndez	24	2	16
12	Calle 15 de Abril	19	2	21	Calle Méndez	21	2	19
13	Avenida Domingo Paz	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19
14	Calle Madrid	19	2	21	Calle Santa Cruz	21	2	19
15	Calle Bolivar	18	2	22	Calle Junín	22	2	18
16	Calle 15 de Abril	18	2	22	Calle Junín	22	2	18

Fuente: Elaboración Propia

Los tiempos de ciclos y fases que muestran los cuadros amarillo no ha requerido ningún ajuste, los tiempos de ciclos y fases de los cuadros de color lila han requerido un ajuste con sus volúmenes, los cuadros de tiempos de ciclos y fases de color celeste fueron diseñados con sus volúmenes TPH por que no contaban con semáforos.

Se diseñado tiempos de ciclos y fases con los volúmenes proyectados a partir de ciclos y fases conocidas, los tiempos de ciclo y fases diseñados con los volúmenes proyectados nos muestran que para la gestión 2016 va a existir una

variación de 4 segundos con respecto al ciclo del 2015, por lo tanto no necesitaría realizar una sincronización nueva para ese año. Para el 2017 en adelante habrá un variación más significativa entonces se necesitaría una nueva sincronización en los semáforos que se encuentran en el casco central porque su variación del ciclo respecto a la gestión 2015 es casi 7 segundos. Así se tendrá en flujo vehicular en función a sus tiempos asignados de ciclos y fases.

4.2.- RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se aportan para evitar los problemas en el casco zona central de Tarija son las siguientes:

- Estas técnicas estadísticas constituyen una herramienta útil para el análisis de las variables como ser el volumen de vehículos ya que a través de la aplicación de éstas, es posible conocer el modelo que siguen y la fuerza con que se encuentran relacionadas con el tiempo. Asimismo, es posible explicar la relación que guardan dos o más causas de un posible defecto.
- Para tener una mejor aplicación de estos modelos para realizar proyecciones es recomendable tener información de volúmenes de tráfico de más años, para obtener resultados más exactos, con mayores años de registro
- Es necesario aplicar otros modelos de proyección para así hacer mas comparaciones logrando obtener el modelo ideal las cuales tengan respuestas más confiables
- Se recomienda a futuro realizar aforos en las intersecciones que se realizaron en este proyecto y comparar los resultados con los obtenidos con los que ha sido proyectados.
- Las acciones planteadas en estos temas ayudarán muchísimo para mejorar la circulación vehicular en el casco central.

