

## **CAPÍTULO I**

### **ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD VIAL EN EL PASO POR ZONAS POBLADAS**

#### **1.1. Introducción**

La seguridad vial se entiende por mantener un entorno entre la vía, usuarios y transeúntes o peatones, fuera de percances y accidentes, de tal manera que entre ellos exista el nivel de confianza necesario para poder definir un nivel de servicio de calidad y transitabilidad en el uso de las vías urbanas e interurbanas.

La seguridad vial se encuentra implícita en los elementos de tráfico, debido a que si los mismos no se encuentran bien diseñados afectan el nivel de seguridad entre la vía y su entorno, por lo que estos deben ser siempre diseñados considerando aspectos de seguridad y así lograr una operación adecuada en puntos conflictivos.

El crecimiento motorizado en todo el mundo, exige un mejor ordenamiento en cuanto se refiere a las normas de transitabilidad, señalización, educación vial tanto a conductores de vehículos de servicio público, privado y peatones, estas exigencias crecen día a día, donde llega una época en que se ve de una forma clara y sensible la problemática de dominar el tránsito.

En Bolivia existe un constante crecimiento demográfico de las ciudades y por ende del parque automotor, pero las autoridades tratan de mantener su infraestructura urbanística tradicional, lo que trae consecuencias en el flujo vehicular acrecentando, ya que el mismo necesita tener más alternativas de flujo vehicular. Esta situación ha hecho que los ingenieros de tráfico analicen nuevas alternativas que permitan descongestionar las vías. En la ciudad de Tarija, se presenta un alto índice de accidentes y que se debe realizar un análisis de los mismos donde se pueda visualizar las causales y permitan planear una propuesta que haga disminuir esta situación que está causando trastornos en nuestra ciudad. Al ser esta una ciudad pequeña, los cambios de infraestructura vial, resultan muy costosos para la región.

El propósito es encontrar elementos de tráfico que sean más incidentes en la seguridad vial en forma general y en forma particular en la ciudad de Tarija, lo que se estudiara y analizara a la misma como una necesidad de seguridad por el paso por zonas pobladas,

donde la circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que esta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la seguridad vial y los elementos de tráfico fundamentales para alcanzar tales objetivos. A través de ellos se indica a los usuarios de las vías la forma segura y correcta de transitar por ellas, con el propósito de evitar accidentes de tráfico debido a la falta de una planificación del tráfico.

Este estudio es de carácter explicativo, debido a que se pretende analizar y encontrar los causales necesarios que hacen ocurrir este fenómeno de elevados índices de accidentes, además, servirá como base para posteriores estudios relacionados a la ingeniería de tráfico.

## **1.2. Justificación**

Con el pasar del tiempo, el parque automotor de la ciudad de Tarija se ha incrementado de manera cuantiosa, es uno de los motivos que ocasionan problemas de congestión vehicular, embotellamientos y desorden, ocasionando caos, sobre todo en las horas pico. Es necesario y de gran importancia conocer sobre las causas de los accidentes de tránsito en lo que engloba las vías de acceso a nuestro municipio, para de una forma u otra encontrar la solución con respecto a la seguridad vial, respetando las normas de tránsito vigentes en nuestro país.

Buscamos sustraer las mejores formas de identificar las causas a los problemas que conlleva la seguridad vial para así saber que herramientas debemos utilizar para dar una solución al problema que provoca toda clase de accidentes.

La seguridad vial tiene como propósito el desarrollo de conocimientos, habilidades de destrezas y habilidades que les permitan tanto a los peatones como a los conductores ejercer su derecho a una movilidad libre y segura.

Las avenidas a ser analizadas eran alternativas para la desconcentración de flujo vehicular, pero a medida que la ciudad crecía y se abrieron nuevas vías, por lo que dichas avenidas quedaron con mucho flujo de vehículos y es una constante zona de riesgo para peatones y para vehículos, más aún en horas pico, donde se vuelve un caos y un desorden total.

### **1.3. Planteamiento del problema**

#### **1.3.1. Situación problemática**

La red vial y los vehículos presentan condiciones significativamente diferentes a las que se presentaban algunos años atrás.

El parque automotor, representado en autos particulares, taxis y buses en especial el transporte de servicio público que movilizan a los pasajeros a los diferentes puntos de nuestro país, han tenido un importante crecimiento, lo cual conlleva a muchas dificultades con respecto a la seguridad vial en nuestra zona de estudio.

En la carretera existen muchos tipos de elementos y/o condiciones que puedan generar un accidente de tránsito los cuales se analizan por factores que tienen relación con el diseño de la vía, la presencia de curvas peligrosas, los precipicios en bordes de la vía o la falta de señalización en tramos críticos, también existen factores relacionados con el vehículo con el inadecuado mantenimiento de las partes del funcionamiento propio del vehículo como el sistema de frenos, la falla en la dirección o suspensión, elementos que no funciona adecuadamente durante la conducción. Para el conductor se tienen elementos que están relacionados con el comportamiento y estado del individuo, en el primer caso una mala toma de decisiones, falta de cultura preventiva o inadecuada percepción del riesgo que el conductor realice conductas temerarias como adelantar vehículos sin considerar las distancias seguras, exceso de velocidad y diversos factores que pueden llegar a traer consecuencias fatales.

#### **1.3.2. Problema**

¿Cómo estudio las condiciones de seguridad Vial en tramos con zonas pobladas de la carretera hacia el norte y sur de la Ciudad de Tarija?

### **1.4. Objetivos de proyecto de aplicación**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Estudiar las condiciones de seguridad Vial, recopilando información en tramos con zonas pobladas de la carretera hacia el norte y sur de la Ciudad de Tarija, para prevenir y/o disminuir los riesgos de accidentabilidad Vial.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar los 30 puntos de los tramos carreteros hacia el norte y sur de la Ciudad de Tarija, 15 al norte y 15 al sur.
- Recopilar información de los riesgos y problemas de la seguridad Vial según diseño y reportes policiales de las zonas.
- Realizar aforamiento vehicular de los 30 puntos, durante una semana para cada. En estudio.
- Determinar el índice de seguridad Vial, para realizar un análisis de las zonas pobladas en estudio.
- Identificar según los resultados los índices de seguridad Vial más desfavorables y proponer estrategias para minimizar los accidentes en las zonas pobladas en estudio, con sus respectivos precios unitarios.
- Realizar análisis del aporte ingeniería respecto a la seguridad Vial, de las carreteras con zonas pobladas.
- Describir las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

#### **1.5. Hipótesis**

Se debe recabar información real de las condiciones de seguridad Vial, de las zonas pobladas de la carretera hacia el norte y sur de la Ciudad de Tarija, y tras un estudio, proponer estrategias que puedan prevenir y/o disminuir los riesgos de accidentabilidad Vial.

#### **1.6. Metodología**

Dentro de la ingeniería de tráfico para la realización de diferentes estudios ya sean de carácter puntual o general, se debe tener una metodología previamente establecida; la mejor metodología implantada por experiencias ya vividas en algunos estudios en diversos países se recomienda la siguiente:

- 1.- Recopilación de datos
- 2.- Procesamiento y análisis de datos existentes
- 3.- Seguimiento y control de resultados
- 4.- Planteamiento de soluciones

**Figura N° 1 Metodología**



**Fuente:** Informe “Censo de vehículos y peatones en el Distribuidor Juárez-Astrolabio”

### 1.6.1. Recopilación de datos

Para iniciar un estudio de tráfico requerimos información de campo que puede ser eminentemente técnica o también complementaria, dependiendo del tipo de estudio y su magnitud, la recolección de datos abarcará aforos de velocidades, aforos de volúmenes de tráfico, toma de información sobre ascensos y descensos de pasajeros en el transporte público, inventario de señalización, etc.

**Tabla N° 1 Recopilación de Datos**

| DIA<br>1 | Zona Norte Punto 1 |           |         |        | Total | DIA<br>2 | Zona Norte Punto 1 |           |         |        | Total |
|----------|--------------------|-----------|---------|--------|-------|----------|--------------------|-----------|---------|--------|-------|
|          | Horas              | Categoria |         |        |       |          | Horas              | Categoria |         |        |       |
|          |                    | Liviano   | Mediano | Pesado |       |          |                    | Liviano   | Mediano | Pesado |       |
| LUNES    | 7-8                | 30        | 8       | 1      | 39    | MARTES   | 7-8                | 27        | 10      | 0      | 37    |
|          | 8-9                | 35        | 7       | 0      | 42    |          | 8-9                | 33        | 8       | 1      | 42    |
|          | 9-10               | 80        | 2       | 0      | 82    |          | 9-10               | 45        | 9       | 0      | 54    |
|          | 10-11              | 55        | 5       | 0      | 60    |          | 10-11              | 36        | 5       | 0      | 41    |
|          | 11-12              | 45        | 2       | 1      | 48    |          | 11-12              | 25        | 11      | 1      | 37    |
|          | 12-13              | 39        | 10      | 2      | 51    |          | 12-13              | 45        | 9       | 2      | 56    |
|          | 13-14              | 51        | 8       | 1      | 60    |          | 13-14              | 40        | 6       | 3      | 49    |
|          | 14-15              | 33        | 2       | 0      | 35    |          | 14-15              | 59        | 5       | 2      | 66    |
|          | 15-16              | 60        | 11      | 0      | 71    |          | 15-16              | 60        | 9       | 1      | 70    |
|          | 16-17              | 46        | 9       | 0      | 55    |          | 16-17              | 57        | 10      | 0      | 67    |
|          | 17-18              | 53        | 12      | 2      | 67    |          | 17-18              | 52        | 9       | 1      | 62    |
|          | 18-19              | 47        | 15      | 3      | 65    |          | 18-19              | 77        | 15      | 2      | 94    |
|          | Total              | 574       | 91      | 10     |       |          | Total              | 556       | 106     | 13     |       |

**Fuente:** Elaboración propia

### **1.6.2. Procesamiento y análisis de datos existentes**

Toda información que se obtenga de la recolección de datos serán procesados, para lo cual programas 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 tratando siempre en lo posible de establecer relaciones entre todos los factores y de ser lo más técnico posible.

### **1.6.3. Seguimiento y control**

No se puede considerar resuelto el problema si es que no se hace un seguimiento a las soluciones implantadas que demuestren con valores su eficiencia es probable que en esta etapa si los resultados conseguidos no son satisfactorios puedan plantearse otras alternativas de solución.

### **1.6.4. Planteamiento de soluciones**

Como el resultado del análisis se planteará soluciones con un orden de priorización, todas las soluciones tendrán que ser técnicas y que apunten a ser de bajo costo.

## **1.7. Alcance**

El presente estudio con el título: " estudio de las condiciones de seguridad vial en El Paso por zonas pobladas", se enfoca en dos tramos, uno hacia el norte de la ciudad de Tarija, que va desde el puente de Tomatitas hacia el puesto de control de Pajchani, con una longitud de un tramo igual a 15,84Km; así también en el tramo hacia el sur de la Ciudad de Tarija, desde el primer desvío hasta el puesto de control Tarija - Bermejo y desde el segundo desvío hasta el puesto de control Tarija - Chaco, con una longitud total de los tramos de 16,60 Km.

Se realiza el desarrollo investigativo del trabajo, ubicación y las características del área de estudio, también se realiza el proceso de gabinete con los datos de aforos recabados que van a implementar en las zonas de estudio.

A partir de la información recopilada, se realiza un estudio con los índices de seguridad Vial para los 30 puntos en estudio, 15 de la zona norte y 15 de la zona Sur, de acuerdo al

problema que presentan, se propone dos estrategias aplicables según su necesidad, las mismas que tienen especificaciones técnicas y precios unitarios.

Está el desarrollo experimental del trabajo, ubicación y las características del área de estudio, también realizaremos el proceso de gabinete con los datos de aforos recabados que vamos a implementar en la zona de estudio así donde posteriormente analizaremos los resultados obtenidos.

Finalmente se exponen las conclusiones que se han determinado y que están en función de los resultados obtenidos y de las cuales surgen recomendaciones referentes al tema y al desarrollo del mismo.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO METODOLÓGICO DE LA SEGURIDAD VIAL Y SU RELACIÓN CON LOS ELEMENTOS DE TRÁFICO**

La Ingeniería de tráfico o de tránsito es una rama de la ingeniería del transporte y a su vez rama de la ingeniería civil que trata sobre la planificación, diseño y operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas, sus redes, infraestructuras, tierras colindantes y su relación con los diferentes medios de transporte consiguiendo una movilidad segura, eficiente y conveniente; es decir dar soluciones a la problemática del transporte. Se entiende por transporte a toda forma o medio de llevar de un punto a otro, pasajeros o cargas.

Por otra parte, la ingeniería de tráfico está obligada a realizar los estudios técnicos necesarios y a partir de los análisis, se plantean soluciones reales y adecuadas. Es aquí donde participa en forma decidida el ingeniero de tráfico quien deberá recabar la mayor información posible de las condiciones de circulación actual. (GONZALES, 2017, pág. 1)

#### **2.1. Elementos fundamentales del tráfico vehicular**

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

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

- El Usuario (relacionado con peatones y conductores).
- El Vehículo.
- La Vía o Vialidad (relacionado con calles y carreteras).

Siempre que se trate de la planeación, estudio, proyecto y operación de un sistema de transporte automotor, el ingeniero de tránsito debe conocer las habilidades, limitaciones y requisitos que tiene el usuario, como elemento de la ingeniería de tránsito. Los seres humanos, peatones y conductores, son elementos primordiales del tránsito por calles y

carreteras quienes deben ser estudiados y entendidos claramente con el propósito de poder ser controlados y guiados en forma apropiada. El comportamiento del individuo en el flujo de tránsito, es con frecuencia, uno de los factores que establece sus características.

#### **2.1.1. Usuario**

El hombre por ser sujeto a la acción, puede considerarse como el principal elemento ya sea como conductor de un vehículo, pasajero del mismo, o como peatón haciendo uso de la vía pública.

El papel más importante desde la vista óptica de la ingeniería de tráfico vehicular, es como conductor de un automotor, ya que, en sus manos, en su experiencia y en su pericia para ejecutar maniobras en el tránsito, radica la integridad física de muchas personas.

El usuario puede clasificarse en:

- Conductor
- Peatón
- Motociclista
- Ciclista

#### **2.1.2. Vehículo**

Es la tecnología propia de cada sistema de transporte a través de la cual se ejecuta la acción de transportarse de un sitio a otro. Tipos de vehículos:

- Automóviles
- Camiones
- Autobuses
- Vehículos de dos ruedas
- Otros

#### **2.1.3. Vía**

La vía es el medio ambiente física donde se realiza la acción de transportarse, dependiendo de sus características geométricas y físicas, ofrecerá mayor o menor seguridad a sus usuarios; si la distancia de visibilidad, el peralte, las curvas de transición, el estado de deterioro de su carpeta de rodamiento, son satisfactorios redundara en beneficio de los usuarios.

Las vías se pueden clasificar atendiendo el carácter del medio geográfico donde se encuentran, en:

- Vías rurales
- Vías urbanas

## **2.2. Parámetros de la ingeniería de tráfico vehicular**

### **2.2.1. Volumen vehicular**

Se define como volumen vehicular a la cantidad de vehículos que circulan en definida de una carretera o calle en un periodo de tiempo determinado, que normalmente se toma 1 hora, 1 día dando origen a un nuevo concepto de transito diario y transito horario respectivamente.

#### **2.2.1.1.Tránsito Promedio Diario (TPD)**

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

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

#### **2.2.1.2.Tránsito Promedio Horario (TPH)**

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el TPH, ese valor es mucho más sensible que el TPD, es decir el TPH nos puede dar valores de variación horaria donde se puede identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuales son las horas de mayor volumen u horas pico, cuales son las de menor volumen u horas de baja intensidad, etc. El TPH tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico, sin embargo, dado la posibilidad

de que ese valor sea máximo solo se presente en pocas horas durante el día hacen que no sea un valor recomendable para el diseño.

#### **2.2.1.3. Volumen Directriz**

Denominamos volumen directriz o volumen de diseño al volumen de tráfico que se emplea para proyectar una vía, 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.

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

### **2.3. Variación de los Volúmenes de Tráfico**

Nos referiremos a las variaciones periódicas que sufre el volumen de tráfico en las horas del día, los días de la semana, los meses del año y en el sentido de la circulación.

#### **a. Variaciones Horarias**

El volumen de tráfico es diferente a lo largo de las horas del día pudiendo existir horas de máximo flujo, horas de flujo medio, etc.

#### **b. Variaciones Diarias**

A lo largo de los días de la semana el volumen de tráfico es diferente generalmente presentándose estas diferencias entre los días hábiles de trabajo y los días no hábiles y feriados que existen. Esta variación diaria permitirá establecer una metodología más adecuada del control de la circulación en los días de máximo volumen.

### **c. Variación Semanal**

A lo largo de las semanas esta generalmente con respecto a las estaciones del año puede existir una leve variación entre los volúmenes de tráfico, aunque no es de mucha frecuencia.

### **d. Variación Mensual**

A lo largo de los meses del año puede existir una variación del volumen de tráfico generalmente por épocas relacionadas con las estaciones del año y con los periodos de vacaciones, es decir los meses de vacaciones de fin de año a los meses de verano son los que tienen un incremento en los volúmenes.

### **e. Variaciones por Sentido**

En carreteras o calles que tengan ambos sentidos de circulación también es importante establecer las variaciones que estas tienen, aunque normalmente deben tener valores similares, algunas características muy particulares podrían hacer variar la cantidad por sentido, por ejemplo, que uno de los carriles esté conectado a una calle arterial mientras el otro sentido solo esté conectado con calles conectoras.

## **2.4. Métodos de aforo**

A continuación, se detallan las modalidades más comúnmente usadas para aforos de tránsito.

### **a. Método de Aforo Manual**

Son aquellos que registran a vehículos haciendo trazos en un papel o con contadores manuales. Mediante éstos es posible conseguir datos que no pueden ser obtenidos por otros procedimientos, como clasificar a los vehículos por tipo, número de ellos que giran u ocupantes de los mismos. Los recuentos pueden dividirse en 30 minutos e incluso 15 cuando el tránsito es muy denso. Para hacer los recuentos se deben preparar hojas de campo.

- Se usan por lo general para contabilizar volúmenes de giro y volúmenes clasificados.

- La duración del aforo varía con el propósito del aforo. Algunos aforos clasificados pueden durar hasta 24 horas.
- El equipo usado es variado; desde hojas de papel marcando cada vehículo hasta contadores electrónicos con teclados. Ambos métodos son manuales.
- Durante periodos de tránsito alto, es necesario más de una persona para efectuar los aforos. La exactitud y confiabilidad de los aforos depende del tipo y cantidad del personal, instrucciones, supervisión y la cantidad de información a ser obtenida por cada persona.

Los recuentos manuales en la actualidad solo son usados para proyectos específicos cortos de corta duración o en forma periódica en algunos tramos de carreteras importantes.

Dada la importancia de tener valores de volúmenes tanto en carreteras como en calles cualquiera sea el método automático y manual es indispensable la información de volúmenes para realizar un análisis del problema de tráfico.

#### **b. Método de Contadores Mecánicos**

Son aquellos que emplean instrumentos para realizar el registro de vehículos, sin que se requiera de personal permanente. Estos instrumentos se basan en principios como el de la célula fotoeléctrica, presiones en planchas especiales o por medio de detectores magnéticos o hidráulicos. Atendiendo a su movilidad los contadores pueden ser fijos o portátiles. Los fijos se usan para hacer recuentos continuos en ciertos lugares, mientras que los portátiles son más ligeros y se utilizan para hacer recuentos parciales durante periodos de tiempo limitados.

- **Contadores permanentes.** Son usados para aforar el tránsito continuamente. Es usado a menudo para estudios de tendencias. Pueden ser actuados por células fotoeléctricas, detectores magnéticos y detectores de lazo.
- **Contadores portátiles.** Toman nota de los volúmenes aforados cada hora y 15 minutos, dependiendo del modelo. Pueden ser tubos neumáticos u otro tipo de detector portátil. Entre sus ventajas se cuentan: una sola persona puede mantener varios contadores y, además, proveen aforos permanentes de todas las variaciones del tránsito durante el periodo del aforo.

Entre sus desventajas se cuentan: no permiten clasificar los volúmenes por tipo de vehículo y movimientos de giro y muchas veces se necesitan aforos manuales ya que muchos contadores (en particular los de tubo neumático) cuentan más de un vehículo cuando son accionados por vehículos de más de un eje o por vehículos que viajen a velocidades bajas.

### **c. Método del Vehículo en Movimiento**

Este método se emplea para obtener volúmenes de tránsito en un tramo de la vía urbana, sirviendo además para determinar tiempos y velocidades de recorrido medias. Para aplicar este método se emplea un vehículo con su conductor, que recorre el tramo de vía considerado a la velocidad media de la corriente de tránsito, acompañado de uno o más observadores que deben registrar el tiempo que tarda el tramo de la vía considerado, los vehículos que se cruzan con él y están en sentido contrario, los vehículos pasados y los que se adelantan a él, en el mismo sentido.

## **2.5. Periodo de aforo de tránsito vehicular**

De acuerdo a las necesidades de cada proyecto o estudio se pueden tener tres tipos de recuento de acuerdo a la periodicidad. Para realizar el trabajo de recuento de volúmenes se debe tener establecido antes de empezar con el trabajo que tipo de registro de campo se va a utilizar.

- Permanente
- Periódicos
- De tiempo específico

### **a. Aforo Permanente**

Son aquellos que se realizan generalmente con contadores automáticos que han sido instalados en una sección de la carretera que se van registrando diariamente los volúmenes para luego procesarlos, tener las variaciones semanales, mensuales y anuales. Este tipo de recuento solo es factible en aquellas carreteras de mucha importancia por ejemplo en la actualidad debido a la tendencia de tener carreteras en concesión se hace necesario el

registro permanente de los volúmenes de tráfico. Esto obviamente obliga a tener un presupuesto destinado al registro de valores de tráfico.

#### **b. Aforo Periódico**

Cuando no se puede disponer de equipo permanente para toda la red vial que realice el trabajo del recuento de volúmenes se establece que es muy útil realizar recuentos periódicos en ciertas épocas del año que nos den valores confiables y significativos cuya correlación nos permita adoptar como valores promedio del año. Estos recuentos periódicos a lo sumo tienen un tiempo de un mes y por un máximo de tres veces al año.

#### **c. Aforo de Tiempo Específico**

La ejecución de estudios de diseño de carreteras, diseño de trazos urbanos evaluación de carreteras ya existentes, evaluación de trazos urbanos, estudios de variantes y ampliaciones por ser proyectos específicos involucran a un tramo definido o a un sector del trazo urbano definido se establece que recuentos en tiempos específicos pueden ser útiles en su información para correlacionar con los ya existentes y coadyuvar a la toma de decisiones para dichos proyectos, se pueden tener 5 días o 30 días de recuento constante es decir las 24 horas del día en ese tiempo específico y procesar esa información proyectándola a volúmenes diarios, mensuales y anuales, de acuerdo a la variabilidad que pueda tener el volumen en diferentes épocas del año se elegirán la época más adecuada más significativa.

### **2.5.1. Clasificación de Vehículos de Proyecto**

Vehículo de proyecto es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiaran el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, tal que estas puedan acomodar vehículos de este tipo. Los vehículos se clasifican en 3:

- Vehículos ligeros o livianos
- Vehículos medianos
- Vehículos pesados (Camiones)

### 2.5.2. Alternativas de Aforo

Definir cuanto tiempo se va realizar los aforos para estudiar su comportamiento es importante y necesario en la actualidad existen los países que por el avance tecnológico tienen monitoreo permanente de los volúmenes de tráfico lo que quiere decir registro de todas las horas de todos los días del año. Cuando esto no sucede requerimos a la información tenemos dos alternativas.

- Según ABC se establece como tiempo de aforo mínimo para un proyecto vial 7 días de la semana y las 24 horas del día.
- Según la AASTHO establece un proyecto vial cuyo registro de volúmenes son requeridos primero se establece un día completo de aforo cuyo resultado se establecer las tres horas picos del día en función a ello se realiza el aforo en función a esas horas picos por tres días a la semana dos días hábiles y un día no hábil durante un periodo del mes.

### 2.6. Velocidad vehicular

Desde la invención de los medios de transporte, la velocidad se ha convertido en el indicador principal para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte. En un sistema vial la velocidad es considerada como un parámetro de cálculo para la mayoría de los elementos del proyecto.

La velocidad está condicionada por las características del vehículo, del conductor y de la vía, por el volumen del tránsito, condiciones atmosféricas y los límites impuestos por los reglamentos de tránsito, debido a ello la velocidad con que marchan los vehículos varía constantemente especialmente en vías urbanas. Se define la velocidad como el espacio recorrido en un determinado tiempo. Cuando la velocidad es constante, queda definida como una función lineal de la distancia y el tiempo, siendo su fórmula:

$$v = d/t$$

**Dónde:**

v = Velocidad constante (km/h)

d = Distancia recorrida (km)

t = Tiempo de recorrido (h)

### 2.6.1. Velocidad Directriz

Es la seleccionada para proyectar y relacionar entre si las características físicas de una vía que influyen en el movimiento de los vehículos. Es la velocidad máxima a la cual los vehículos individuales pueden circular en un tramo de vía, cuando las características físicas de la vía son los únicos factores que gobiernan la seguridad.

### 2.6.2. Velocidad de Recorrido

Es el resultado de dividir la distancia recorrida, desde el principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrerla. En el tiempo total de recorrido están incluidas todas aquellas demoras operacionales por reducciones de velocidad y paradas provocadas por la vía, el tránsito y los dispositivos de control, ajenos a la voluntad del conductor. No incluye aquellas demoras fuera de la vía, como pueden ser las correspondientes a gasolineras, restaurantes, lugares de recreación, etc.

$$V_{rec} = \frac{d_{recorrido}}{t_c + t_o}$$

**Donde:**

$t_c$  = Tiempo de circulación.

$t_o$  = Tiempo de demora

### 2.6.3. Velocidad de Punto

Se define como velocidad de punto aquella que se obtiene en una sección de carretera o calle cuyo intervalo de distancia esta previamente definido, siendo usuales la utilización de distancias de 25, 50, y 100 metros. La característica principal de este tipo de velocidad es que las distancias definidas, toman al vehículo que va a recorrerla en un flujo libre sin interferencia de demoras. La determinación de velocidades de punto dentro del estudio de ingeniería de tráfico nos permite definir las velocidades medias de circulación en zonas urbanas y las velocidades de circulación en carreteras. Mayor uso en zonas urbanas cuyo estudio puede realizarse en áreas definidas en flujos direccionales o en todo el trazo urbano.

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

**Donde:**

v= Velocidad (m/s)

d= Distancia de un tramo definido (25, 50, 75, 100 m)

t= Tiempo de recorrido entre puntos extremos de un tramo

#### **2.6.4. Velocidad de Crucero**

Resultado de la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento. Para obtener la velocidad de crucero en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo que el vehículo se hubiese detenido, por cualquier causa.

$$V_{crucero} = \frac{d_{recorrido}}{t_c}$$

**Donde:**

Vc= Velocidad crucero

dr= Distancia de recorrido

tc= Tiempo de circulación

### **2.7. Métodos para Determinar la Velocidad**

#### **a. Método del Cronómetro**

Midiendo una distancia sobre la vía, se calcula con un cronómetro el tiempo que emplea el vehículo en recorrerla. La longitud de la línea base se determina por la visibilidad, características físicas de la vía y la velocidad general de los vehículos que se observan. Se utiliza generalmente dos operadores, uno a la entrada provisto de algún dispositivo para dar la señal en el momento que el vehículo ingresa a la línea de entrada para que el segundo operador ubicado en la línea de parada final pueda accionar el cronometro y detener el mismo en el momento que cruza la línea de salida. Cuando el tránsito es muy intenso, no es posible medir la velocidad de cada vehículo y hay que hacer una selección al azar; por ejemplo, observando un vehículo cada 2 minutos ó 3 minutos, etc o cada 15 a 20 seg.

Este método es el más utilizado por la facilidad de su realización y por la necesidad solamente de un cronometro. Es factible utilizando las distancias mínimas que este método

pueda ser ejecutado por un solo operador y que tenga visualidad suficiente a la línea de entrada y salida.

También existen dispositivos mecánicos que ponen en marcha y detienen automáticamente el cronómetro, empleando tubos sobre la calzada para captar las señales del paso del vehículo. Estos dispositivos eliminan los errores por el tiempo de reacción del observador.

#### **b. Medidores de Velocidad**

Existen dos clases, los que usan un motor de velocidad constante y un embrague eléctrico y los electrónicos que emplean un circuito de descarga calibrada. Ambos se activan cuando las ruedas delanteras del vehículo pisan el primer tubo para detenerse cuando cruzan el segundo detector, midiendo la velocidad con la que transcurre el vehículo, siendo necesario ponerlos en cero después de cada observación.

#### **c. Radar**

Se basa en el principio fundamental de una onda de radio reflejada por un objeto en movimiento que experimenta una variación en su frecuencia en función velocidad del objeto. Estos instrumentos son portátiles y cuando se apunta con ellos a un vehículo indican inmediatamente su velocidad en un cuadrante, con una precisión de unos 3 km/h. No tienen elementos que haya que colocar sobre la calzada y trabajan a una distancia de hasta 45 m; pero funcionan mejor a unos 10m de la trayectoria de los vehículos y a un ángulo de 15° de ella

#### **d. Otros Métodos**

Existen otros métodos para determinar la velocidad en un punto, que ofrecen mayor exactitud y número de datos, para realizar investigaciones técnicas, pero el equipo es muy costoso y la obtención de datos toma mucho tiempo. Entre ellos tenemos el procedimiento fotográfico y células fotoeléctricas con instrumentos registradores gráficos.

## **2.8. Densidad vehicular**

Se entiende por densidad vehicular a la cantidad de vehículos que circulan por una vía por una unidad de longitud normalmente, este parámetro puede ser determinado o medido en el caso que sea determinado está en base a los dos parámetros anteriores velocidad y volumen teniendo la relación

$$\text{densidad} = \text{volumen} / \text{velocidad}$$

## **2.9. Capacidad y nivel de servicio**

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

### **2.9.1. Capacidad**

Se define como capacidad de una vía a la suficiencia que presenta la misma para conducir el tráfico. La capacidad de una vía se expresa por el número máximo de vehículos que pueden circular por ella bajo ciertas condiciones. En general, el conjunto de condiciones que afectan la circulación de los vehículos y por ende la capacidad de la vía se conoce como Niveles de Servicio.

De acuerdo al manual de capacidad se ha visto por conveniente definir tres tipos de capacidad que son:

#### **2.9.1.1. Capacidad Práctica o Posible**

Entendemos por capacidad practica a la cantidad de vehículos que puede pasar por una sección dada de un carril durante una hora sin que la intensidad del tráfico sea tan alta que cause pérdidas de tiempo, peligro o restricciones a la maniobrabilidad de los conductores más allá de lo razonable, en las condiciones existentes del tramo de vía considerado y del tráfico que pasa por ella.

#### **2.9.1.2. Capacidad Directriz**

Para fines de diseño se ha establecido una definición de capacidad directriz a la cantidad de vehículos que pueden pasar por una sección dada de un carril durante una hora, en las

condiciones óptimas tanto de la vía, como de los vehículos y de los agentes externos (condiciones atmosféricas y luz).

#### **2.9.1.3. Análisis de la Capacidad Vehicular**

Aunque resulte bastante difícil establecer valores numéricos para la capacidad vehicular en calles y carreteras por los diversos factores que rodean a la circulación vehicular, los estudios más serios que se han realizado a nivel mundial son las que están reflejadas por el manual de capacidad de la administración federal de los EEUU que después de numerosos estudios en diferentes tipos de carreteras donde variaban el número de carriles, volúmenes de tráfico, tipos de vehículos, condiciones de entorno, características físicas, geométricas, etc.

La capacidad de una calzada depende de un número de condiciones tales como la composición del tráfico, el alineamiento de la calzada, el número y ancho de los carriles, etc. Estas condiciones pueden designarse en forma general como condiciones de servicio, las mismas pueden dividirse en dos grupos.

##### **Condiciones establecidas por las características físicas de la calzada:**

Este primer grupo no puede variar a menos que se realice un trabajo de construcción o reconstrucción de la calzada.

##### **Condiciones que dependen de la composición del tráfico que se usa la calzada:**

Este segundo grupo si puede variar de hora a hora durante distintos periodos del día.

La información sobre la capacidad de las vías se emplea principalmente para los siguientes propósitos generales:

- Se usa en planes de estudio de transporte para asegurar y justificar la existencia de suficientes vías con respecto a la demanda existente de tráfico. También sirve para estimar el tiempo en el cual el crecimiento del tráfico pueda exceder la capacidad de las vías llegando a un grado indeseable de congestionamiento.
- La información sobre la capacidad vial es muy importante en su diseño. El conocimiento de la capacidad de tráfico en las vías es esencial para la planificación

de estas, tanto para la selección del tipo de vía como para la determinación de sus dimensiones.

- La determinación de la capacidad vial se requiere en los análisis de operación de tráfico de puntos problemáticos tales como cuellos de botella y congestionamiento de tráfico; así como para evaluar los efectos de las posibles mejoras de las vías.

Debido a las condiciones diferentes que existe entre la circulación en carreteras y la circulación en calles urbanas, se ha diferenciado el estudio de capacidad en:

- Capacidad para vías ininterrumpidas
- Capacidad para vías interrumpidas.

#### **2.9.1.4. Capacidad en Vías Continuas o Ininterrumpidas**

Es la condición del tránsito por el cual un vehículo que recorre un tramo de un camino, no se ve obligado a detenerse por cualquier causa externa a la corriente vehicular, si bien, dicho vehículo puede verse obligado a detenerse por causas propias de la corriente del tránsito por la que circula.

En este grupo están todas las carreteras y autopistas rurales o urbanas, donde no existe control en los accesos e intersecciones a desnivel.

#### **Condiciones ideales en los que se alcanza mayores valores de capacidad en vías ininterrumpidas**

- Circulación continua sin “fricciones” laterales con vehículos o peatones.
- Circulación solo compuesta de vehículos ligeros, con ausencia total de camiones pesados, autobuses, motos o vehículos especiales.
- Carriles de 3.50m de anchura y bermas o aceras libres de obstáculos en una anchura mínima de 1.80m.
- Si se trata de carreteras rurales, las características corresponden a una velocidad mínima de 110 Km/hr y en carreteras de dos o tres carriles con circulación en dos sentidos, no hay restricciones en la velocidad de adelantamiento.

Pocas veces se dan estas condiciones ideales, pero si se cumplen puede estimarse que la capacidad por un carril en una calzada de sentido único de dos o más carriles es del orden de 2000 vehículos/hora.

Las cifras de capacidad en condiciones ideales que se resume en la siguiente tabla puede considerarse como valores máximos que suelen alcanzarse en circunstancias medias, aunque hay casos en que teóricamente las condiciones de la vía y de la composición del tráfico son ideales y sin embargo la capacidad puede ser algo distinta.

**Tabla N° 2** Capacidad en condiciones ideales

| <b>Tipo de calle o carretera</b> | <b>Capacidad en vehículos-tipo por hora</b> |
|----------------------------------|---------------------------------------------|
| Varios carriles en un sentido    | 2000 por carril                             |
| Dos carriles en dos sentidos     | 2000 (total en dos sentidos)                |
| Tres carriles en dos sentidos    | 4000 (total en dos sentidos)                |

**Fuente:** Manual de capacidad de la administración federal de los EEUU

### **Efectos que reducen la capacidad en vías ininterrumpidas**

Existen diferentes factores que inciden en la capacidad vehicular de una carretera, de ellas las más importantes por el efecto cuantitativo son:

- Ancho de Carril
- Obstrucción lateral o bermas
- Porcentaje de camiones
- Porcentaje de ómnibuses

#### **2.9.1.5. Capacidad en vías interrumpidas**

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras o vías ininterrumpidas en calles urbanas se considera a las vías de carácter interrumpido debido a que en la circulación existen una serie de factores que producen paralización y demoras en la circulación haciéndose el tráfico interrumpido. Es decir, es la condición del tránsito por la cual un vehículo que recorre un tramo de un camino, se ve obligado a detenerse por causas que no sean propias de la corriente vehicular, tales como señales o semáforos de una intersección. Las paradas

de vehículos causados por obstáculos e interferencias dentro de la corriente vehicular no se consideran como flujo discontinuo o interrumpido.

Entre esos factores los más importantes son:

- Semáforos en intersecciones a nivel.
- Agentes de tránsito que guían la circulación en intersecciones.
- Cruce de peatones.
- Detención de vehículos por diferentes causas.
- Detención de ómnibuses de transporte público para el ascenso o descenso de pasajeros.
- Dimensiones de los accesos a una intersección y su capacidad de visibilidad.

Todos estos factores además de otros de menor incidencia afectan a la capacidad vehicular en calles urbanas o vías interrumpidas. Existe una gran complejidad de la determinación de la incidencia de cada uno de estos factores en la capacidad vehicular, no habiendo una acción individual de cada factor sino un efecto combinado de varios factores, por ello el manual de capacidad de la administración federal de caminos de los EEUU que es la base de estudios de capacidad en la mayoría de países de América establece una metodología para determinar la capacidad en vías interrumpidas a partir de la siguiente concepción básicos.

#### **2.9.1.6. Capacidad básica**

Se considera capacidad básica a la cantidad de vehículos que circula en un carril de ancho de 3.65 mts. En un tiempo de 1 hora en un determinado punto. Teóricamente en las vías interrumpidas este valor ha alcanzado un máximo de 2000 veh/h. En vías interrumpidas este valor se reduce por los efectos y factores ya anotados dando un valor máximo de 1500 veh/h pero esta hora se considera solo como hora de luz verde.

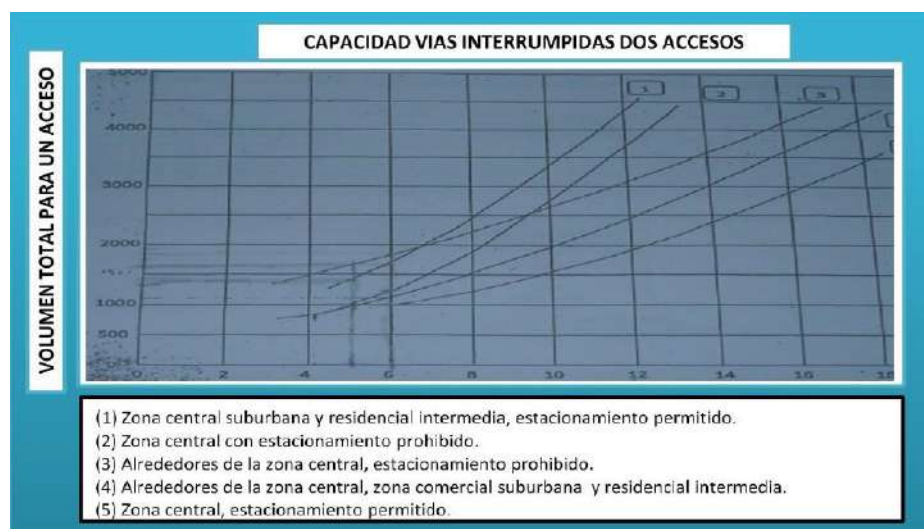
Inicialmente el manual de capacidad considera a todas las intersecciones con semáforo, en el caso de que no existiese, se tiene la suposición que existe un agente de tránsito, en ambos casos existe un tiempo dándose de un flujo libre al cruce vehicular que puede ser medible a esa cantidad de tiempo se denomina flujo de hora verde.

### 2.9.1.7. Capacidad práctica

En la práctica las condiciones de trazo urbano no nos dan las condiciones geométricas y condiciones de circulación ideales para medir como la capacidad teórica básica máxima sino más bien las condiciones son variables y se debe encontrar un valor de capacidad real de acuerdo a condiciones físicas y condiciones actuales, para ello el manual de capacidad de acuerdo a varios estudios de investigación ha determinado dos gráficas o ábacos que nos sirve de base para determinar una capacidad teórica considerando que el 10% del volumen es de camiones y ómnibuses y el 20% del volumen realiza movimientos de giros a la izquierda o la derecha.

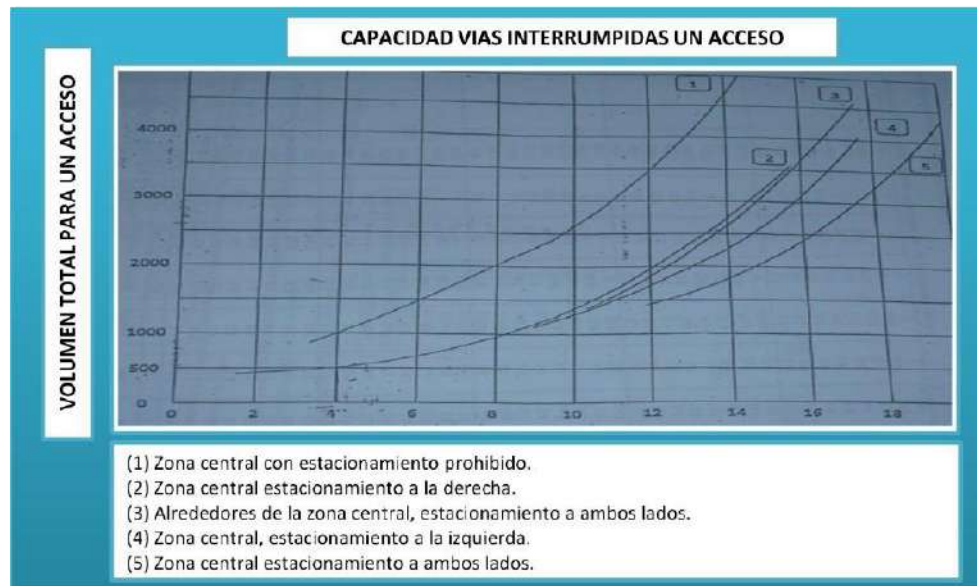
La capacidad práctica resultará del producto de la capacidad teórica obtenida de los ábacos por los factores de reducción que están determinados para diferentes casos.

**Figura N° 2** Capacidad vías interrumpidas dos accesos



**Fuente:** Manual de capacidad de la administración federal de los EEUU

**Figura N° 3** Capacidad vías interrumpidas un acceso



**Fuente:** Manual de capacidad de la administración federal de los EEUU

#### 2.9.1.7.1. Primer caso

Calles con circulación en ambos sentidos sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforo para los movimientos de giro.

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

- Las capacidades prácticas en promedio son un 10% más bajo a los valores dados por el ábaco.
- Sustraer un 1% por cada 1% que los ómnibuses y camiones pasen del 10% del número total de vehículos.
- Sustraer un 0.5% por cada 1% es que el tránsito que gira a la derecha pasa del 10% del tránsito total.
- Sustraer un 1% por cada 1% en que el tránsito que gira a la izquierda pasa del 10% del volumen total.
- Por paradas de ómnibuses antes de la intersección restar el 10% por parada de ómnibuses después de la intersección, restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias

- f. Por estacionamientos permitidos restar 1.80 mts del ancho del acceso y luego hacer las correcciones ya indicadas.

#### **2.9.1.7.2. Segundo caso**

Calle con circulación en ambos sentidos con carril suplementario para movimientos de giros, pero sin indicación especial de semáforo. Para este caso la metodología que se sigue es la siguiente:

- a. Se utiliza como capacidad practica el valor del ábaco correspondiente.
- b. Añadir 5% por carril suplementario a la derecha, 10% por carril suplementario por giro a la izquierda. 15% cuando ambos carriles suplementarios están agregados al ancho de acceso.
- c. Por carril. De giro a la izquierda sumar el # de vehículos que giren a la izquierda, pero sin exceder la capacidad del carril suplementario. La capacidad del carril para girar a la izquierda debe ser estimada en términos de los vehículos por hora de luz verde como la diferencia entre 1200 veh. y el volumen total de tránsito opuesto, con ello reajustar el porcentaje de vehículos que hacen giros a la izquierda y hacen giro a la derecha y utilizar los mismos porcentajes de reducción del primer caso.
- d. Reducir por camiones y ómnibuses el 1% por cada 1% que pasen el 10% del # total de vehículos.

#### **2.9.1.7.3. Tercer caso**

Calles con circulación en un solo sentido. Para este caso se determina la capacidad teórica a partir del segundo ábaco y se determina las siguientes correcciones:

- a. Se considera como capacidad practica al 10% más bajo del valor obtenido en el ábaco.
- b. Se reduce por ómnibuses y camiones 1% por cada 1% que exceda del 10% del volumen total.
- c. Restar 0.5% por cada 1% en el tránsito combinado que gira a izquierda o derecha exceda del 20% del tránsito total.
- d. Usar el ancho normal de la calle al aplicar las curvas de los ábacos antes de efectuar las correcciones de los incisos a y b.

- e. Agregar el 5% por carril suplementario para giros a la derecha y giros a la izquierda o 10% si se han previsto carriles suplementarios para ambos giros.
- f. Para un carril suplementario de giro a la izquierda o derecha agregar al # de vehículos que giran

Una otra forma de determinar la capacidad real denominado también volumen de servicio es precisamente utilizando la relación general de volumen de servicio y multiplicando por los diferentes factores de reducción dado por una serie de cuadros dando para cada caso se puede determinar los coeficientes y la relación de volumen capacidad en función de una velocidad de proyecto.

En la práctica es difícil encontrar carreteras cuyas características geométricas tengan dimensiones ideales es por ello que resulta importante ver la capacidad real que cada una de estas carreteras tiene para poderla comparar con el TPD proyectado a la vida útil y determinar si está dentro del nivel de servicio esperado o si la capacidad es suficiente para el volumen que transita.

## **2.10. Nivel de Servicio**

La densidad es el parámetro usado para definir los niveles de servicio en secciones básicas de autopista, ya que la misma se incrementa al igual que el flujo hasta la capacidad. Los rangos de densidad, velocidad y flujo para cada nivel de servicio.

Con relación al concepto de niveles de servicio, se comienza explicando que: “Cuando el volumen de tránsito iguala a la capacidad de un camino, las condiciones de operación son deficientes, aun en condiciones ideales de calzada y tránsito. Las velocidades son bajas, se producen detenciones frecuentes y demoras prolongadas. Para que un camino proporcione un nivel de servicio aceptable para el usuario, el volumen de servicio debe ser inferior a la capacidad de calzada. El volumen de servicio correspondiente a un nivel dado es el volumen máximo compatible con ese nivel de servicio”.

Para evaluar el nivel de servicio, se consideraron los siguientes factores:

- La velocidad y el tiempo de viaje.
- Las interrupciones o restricciones al tránsito
- La libertad de maniobra

- Seguridad
- Comodidad y conveniencia
- Economía

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

El Manual de Capacidad de Carreteras de 1985, Special Report 209 del TRB, traducido al español por la Asociación Técnica de Carreteras de España, ha establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E y F, que van del mejor al peor.

Los niveles de servicio de la A-D se definen a partir de unos ciertos valores de la velocidad o tiempo de recorrido. El nivel E corresponde a situaciones próximas a la saturación, y el F, se produce cuando por haberse rebasado la capacidad de la vía, las condiciones son inestables y tanto la velocidad como la intensidad pueden fluctuar considerablemente.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas viales de circulación continua, se ilustran a continuación:

#### **2.10.1.1. Nivel de Servicio A**

Corresponde a una situación de tráfico fluido, con intensidad de tráfico baja y velocidades altas, sólo limitadas por las condiciones físicas de la vía. Los conductores no se ven forzados a mantener una determinada velocidad por causa de otros vehículos, son casi completamente libres de maniobrar dentro del tráfico, el promedio de espacio entre vehículos es alrededor de 161.5 m o 26 longitudes de vehículo lo cual permite al motorista un alto nivel de confort físico y psicológico. Los efectos de incidentes o puntos de colapso son fácilmente absorbidos en este nivel.

**Figura N° 4 Nivel de Servicio A**



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

#### **2.10.1.2. Nivel de Servicio B**

Corresponde a una circulación estable, es decir, que no se producen cambios bruscos en la velocidad, aunque ya comienza a ser condicionada por los otros vehículos, pero los conductores pueden mantener velocidades de servicio razonables, y en general eligen el carril por donde circulan, el nivel general de confort físico y psicológico proveído a los conductores es aún alto. Los límites inferiores de velocidad e intensidad que define a este nivel son análogos a los normalmente utilizados para el dimensionamiento de carreteras rurales. El más bajo promedio de espacio entre vehículos es alrededor de 100.6 m. o 17 longitudes de vehículo. Los efectos de incidentes menores y puntos de colapso aún son fácilmente absorbidos.

**Figura N° 5 Nivel de Servicio B**



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

#### **2.10.1.3. Nivel de Servicio C**

Corresponde también a una circulación estable, pero la velocidad y la maniobrabilidad están ya considerablemente condicionadas por el resto del tráfico. Los adelantamientos y cambios de carril son más difíciles, aunque las condiciones de circulación son todavía muy tolerables. El límite inferior de velocidad, que define este nivel, coincide en general con el que se recomienda para el dimensionamiento de arterias urbanas. El promedio mínimo de espacio entre vehículos está en el rango de 67 m. u 11 longitudes de vehículo. Incidentes menores aún pueden ser absorbidos, pero la deterioración local del servicio será sustancial. Se puede esperar la formación de filas detrás de cualquier bloqueo significativo.

**Figura N° 6** Nivel de Servicio C



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

#### **2.10.1.4. Nivel de Servicio D**

Corresponde a situaciones que empiezan a ser inestables, es decir, en que se producen cambios bruscos e imprevistos en la velocidad, y la maniobrabilidad de los conductores está ya muy restringida por el resto del tráfico. En esta situación unos aumentos pequeños de la intensidad obligan a cambios importantes en la velocidad. Aunque la conducción ya no resulte cómoda, esta situación puede ser tolerable durante períodos no muy largos. El porcentaje mínimo de espaciamiento de vehículos es de aproximadamente 50.3 m. u ocho longitudes de vehículo.

**Figura N° 7 Nivel de Servicio D**



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

#### **2.10.1.5. Nivel de Servicio E**

El nivel E supone que la intensidad de tráfico es ya próxima a la capacidad de la vía, y las velocidades no pueden rebasar normalmente los 50 Km/h. Las detenciones son frecuentes, siendo inestables o forzadas las condiciones de circulación. Los vehículos están espaciados aproximadamente seis longitudes de vehículo, dejando un pequeño espacio para maniobrar dentro del flujo de tráfico. Cualquier interrupción en el flujo de tráfico, tal como los vehículos entrando de una rampa o un vehículo cambiando de carril puede establecer una onda de interrupción que se propaga a través del flujo del tráfico corriente arriba.

**Figura N° 8 Nivel de Servicio E**



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

#### 2.10.1.6. Nivel de Servicio F

El nivel F, corresponde a una circulación muy forzada a velocidades bajas y con colas frecuentes que obligan a detenciones que pueden ser prolongadas, Describe colapsos en fluidez vehicular. El extremo de este nivel F es la absoluta congestión de la vía, lo que normalmente se alcanza durante las horas punta en muchas vías céntricas de las grandes ciudades. Tales colapsos ocurren por las siguientes razones:

- Incidentes de tráfico causan una reducción temporal de la capacidad en un corto segmento, así que el número de vehículos llegando a este punto es más grande que el número de vehículos que salen de él.
- En situaciones previstas, cualquier ubicación donde el proyectado flujo en la hora-pico (u otra) excede la capacidad estimada de la ubicación genera un problema.

**Figura N° 9** Nivel de Servicio F



**Fuente:** Manual 2005 VCHI de Diseño Geométrico de Vías Urbanas

Según el valor del índice de Congestionamiento, se puede tener una idea de cuál es la situación del tráfico, como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla N° 3 Niveles de Servicio en función al índice de congestión**

| <b>Nivel de servicio<br/>(capacidad)</b> | <b>Circulación</b> | <b>Índice de<br/>congestionamiento</b> |
|------------------------------------------|--------------------|----------------------------------------|
| A                                        | Libre              | 0.0                                    |
| B                                        | Estable            | $0 < I_c \leq 0.1$                     |
| C                                        | Estable            | $0.1 < I_c \leq 0.3$                   |
| D                                        | Casi inestable     | $0.3 < I_c \leq 0.7$                   |
| E                                        | Inestable          | $0.7 < I_c \leq 1.0$                   |
| F                                        | Forzada            | -                                      |

**Fuente:** Manual de capacidad de la administración federal de los EEUU

### **2.10.2. Factores que Afectan a la Capacidad y Nivel de Servicio**

Las características de la mayor parte de las vías rurales y urbanas y del tráfico que se utiliza, difieren más o menos de las que se consideran ideales desde el punto de vista de capacidad. Por ello es preciso aplicar una serie de factores de corrección para tener en cuenta las formas en que afectan la capacidad las diferencias que existen entre las circunstancias reales y las teóricas ideales. A veces, estos factores son a su vez función del nivel de servicio que se pretende. Unos factores se refieren a las vías en sí y otros a las características del tráfico, aunque no siempre son independientes, como por ejemplo en el caso de la influencia de las pendientes y de la proporción de camiones que utiliza una determinada vía.

#### **2.10.2.1. Factores que se Refieren a la Características de las Vías**

##### **- Ancho de carriles**

El ancho ideal de un carril es de 3.60 m. en realidad los carriles considerados adecuados por el Manual de Capacidad Americano corresponden a 12 pies de ancho que equivale a 3.658m., pero a efectos prácticos se considera el ancho de carril de 3.50m. Si es menor, en carreteras de dos carriles, el adelantamiento es algo más difícil y la maniobra suele ocupar durante más tiempo el carril destinado al tráfico que circula en sentido opuesto; en calzadas de varios carriles un porcentaje mayor de vehículos ocupa parte de los carriles adyacentes. Debido a que la capacidad disminuye de acuerdo al ancho de carriles

adyacentes, se establecieron factores de reducción, los cuales generalmente suelen evaluarse en forma conjunta con el ancho de las bermas y la distancia de obstáculos laterales.

- **Obstáculos laterales a la calzada y ancho de bermas**

Cualquier obstáculo a la calzada y próximo al borde, como ser un muro, portes, etc., produce cierto efecto de estrechamiento, estos efectos suelen ser variables de acuerdo a las velocidades de los vehículos, así como también si el obstáculo es continuo o intermitente. A pesar de esto, suele considerarse que a una distancia de 1.80m. esta influencia sería mínima.

También es fundamental la existencia de bermas que permitan situar fuera de la calzada los vehículos que hayan de detenerse momentáneamente, que no solo anulan un carril, sino que reducen la capacidad del carril adyacente. Para carriles con anchos menores a 3.60m., las bermas de 1.20m. o más incrementan el ancho efectivo de aquellos en 0.30m.

- **Carriles auxiliares**

Además de los carriles principales en una calzada, muchas veces la existencia de carriles auxiliares mejora las condiciones de capacidad, por que eliminan de la calzada principal obstáculos y dificultades de circulación. Es el caso de carriles de aceleración o desaceleración, carriles para ciertos movimientos de giro, carriles auxiliares en los tramos de trazado y carriles para tráfico pesado.

- **Estado del pavimento**

Un pavimento deficiente reduce considerablemente la capacidad y es incompatible con los niveles de servicio elevados. Sin embargo, no es normal que en las calzadas donde las intensidades de tráfico son tan altas que llega a preocupar su falta de capacidad, el pavimento no permita circular a 40 o 50 km/h velocidades a las que se alcanza la máxima capacidad.

### - **Trazado**

Las características del trazado tienen una influencia considerable en la velocidad de servicio y por tanto, en el nivel de servicio. En cuanto a su influencia en la capacidad no es importante ya que las velocidades que corresponden a intensidades del orden de la capacidad, son bajas.

### - **Pendientes**

El efecto de las pendientes está muy ligado al tráfico pesado. Desde el punto de vista de la capacidad, la pendiente solo tiene efectos favorables cuando obliga a reducir la velocidad de los camiones por debajo de 50 km/h a cuya velocidad se alcanza aproximadamente la máxima capacidad. El efecto sobre la velocidad de servicio se produce mucho antes y por tanto la pendiente influye considerablemente en los niveles de servicio, cuando el porcentaje de vehículos pesados es apreciable.

En carreteras de dos carriles, el efecto de la pendiente suele ir acompañado por el también desfavorable de una reducción de la visibilidad de adelantamiento. Por ello muchas veces es conveniente el establecimiento de carriles lentos para los camiones.

- Velocidad de proyecto de 100 k/h para vías de 2 carriles y de 110 k/h para vías multicarril y autopista.
- Superficie de rodadura en condiciones óptimas.
- Visibilidad adecuada para adelantar.
- Señalización horizontal y vertical óptima.

### **2.10.2.2. Factores que se Refieren al Tráfico**

#### - **Camiones**

Los camiones influyen desfavorablemente en la capacidad, es decir en el número total de vehículos/hora que pueden pasar por un tramo. Cada camión desplaza un cierto número de vehículos ligeros de la circulación. A este número de vehículos se conoce como vehículos ligeros equivalentes.

En terreno llano, los camiones pueden mantener una velocidad parecida a la de los coches y el factor de equivalencia en las condiciones americanas es aproximadamente 2 en calzadas con sentido único, y entre 2 y 3 en carreteras de dos carriles con circulación en

los dos sentidos, dependiendo del nivel de servicio que se pretenda: 3 para el nivel A, 2.5 para los niveles B y C; y 2 para los niveles D y E.

En pendientes, el factor de equivalencia es función de la inclinación y longitud, así como el número de carriles. Además, la equivalencia puede ser distinta según se considere un tramo largo de carretera o una sección muy corta, por lo que en estudios ser requiere un gran detalle, es preciso considerar específicamente cada tramo de pendiente.

#### **- Autobuses**

Los autobuses afectan a la capacidad y a los volúmenes de servicio de manera semejante a los camiones, pero en menor grado. En la práctica rara vez se toma en cuenta los efectos de los autobuses, sin embargo, es necesario considerarlo cuando el volumen de autobuses es significativo o se encuentra en fuertes pendientes. Los procedimientos para considerar la influencia de los autobuses son similares a los de los camiones, pero teniendo en cuenta que las velocidades son más altas.

#### **- Distribución del tráfico en los carriles de una calzada**

La intensidad de tráfico en cada uno de los carriles de una calzada de autopista o arteria principal no es la misma. Cuando se llega a situaciones próximas a la saturación, en una autopista con calzada de tres carriles, son típicas intensidades de 1700 vehículos/hora en el carril derecho, 2100 en el carril central y de 2200 en el carril izquierdo. En general se suelen usar los carriles izquierdos, sobre todo en los niveles de servicio más altos.

#### **- Variación de la intensidad de tráfico dentro de una hora**

Las cifras de capacidad normalmente se refieren a intensidades horarias, aunque la intensidad de tráfico no es uniforme durante los 60 minutos de una hora. Con intensidades elevadas, las puntas acusadas dentro de la hora pueden reducir la capacidad horaria total. Para valorar este efecto, el manual de capacidad considera un factor de hora punta, que se determina en las autopistas por la relación entre el tráfico que pasa durante una hora y 12 veces el tráfico que pasa en 5 minutos de mayor intensidad. Para carreteras rurales hay menos experiencias en la valoración de este fenómeno, que además no interesa tanto,

generalmente porque en ellas no es frecuente que las intensidades de tráfico alcancen valores próximos a la capacidad.

#### **- Interrupciones de circulación**

Cuando los vehículos están detenidos por cualquier interrupción, no es normal que puedan luego moverse a un ritmo superior a 1500 vehículos por carril. Como en condiciones de circulación continua la capacidad es de 2000 vehículos/hora es evidente que una brusca interrupción del tráfico, aunque sea corta, puede producir colas, ya que origina una disminución importante de la capacidad.

### **2.11. Seguridad vial**

#### **2.11.1. Introducción**

Cualquier acción que tienda a reducir los accidentes de tránsito resulta ser una acción multifacética que debe incluir: una mejora en las características de la seguridad de los caminos (señalización, diseños de carreteras, calidad de las rutas, etc.), educación y capacitación de los conductores, seguridad en vehículos, contralor y sanciones estándares y campañas públicas. En consecuencia, el abordaje de esta problemática deberá estar a cargo de equipos profesionales y técnicos pluridisciplinarios.

La seguridad vial es una actividad multidisciplinaria, es por ello que la elaboración, implementación y seguimiento de un Programa de acción, requiere no sólo la consideración integral del problema sino también un marco de organicidad y participación conjunta del Estado, las Organizaciones no Gubernamentales, los sectores manufactureros del transporte, los operadores del mismo y los medios de comunicación, de forma tal de atacar el problema con una estrategia común, evitando el despilfarro de esfuerzos personales y medios materiales. La Educación Vial constituye por sí misma el punto de partida de un proceso de concientización de la población que comienza desde su desarrollo intelectual, creando paulatinamente las condiciones para una mejora progresiva de las conductas en el tránsito, y coadyuva a mitigar los graves problemas que se observan en los conductores y peatones por falta, entre otras cosas, de respeto a las normas. El proceso educativo que se pueda llevar a cabo en la escuela primaria, secundaria y también universitaria contribuirá a una toma de conciencia del significado y consecuencias de esas

inconductas y de la responsabilidad que cada uno de nosotros debe asumir para consigo mismo, y sus semejantes.

### **2.11.2. Definición**

La estrategia Nacional de Educación Vial en Bolivia define como Seguridad Vial a las acciones que pueden realizarse para asegurar la prevención de accidentes de tránsito y para evitar que produzcan lesiones o muerte a las personas y pérdidas económicas.

En el marco de esta definición y otras referidas sobre seguridad vial a nivel internacional, a fin de describir mejor de lo que se trata, se puede ampliar su significado de la siguiente manera:

“La seguridad vial es un derecho y bien común de toda la población, dirigida a lograr la correcta armonización del elemento humano, vehículo y vía. Esto implica la aplicación de un conjunto de acciones y mecanismos destinados a controlar los factores de riesgo relacionados con los accidentes de tránsito; así como, el conocimiento y cumplimiento de las leyes y reglamentos establecidos; a fin de prevenir posibles accidentes de tránsito o la severidad de los mismos”. (Viceministerio de seguridad ciudadana, 2013).

“Por seguridad vial se entiende como el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta, bien sea como peatón o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito. (Ley de Transito República Bolivariana de Venezuela).”

### **2.11.3. Cumplimiento de las normas**

La Autoridad que ejerce el poder de policía deberá ser una Autoridad idónea que cumpla básicamente con la función de educar y de sancionar cuando fuese necesario.

Debe poseer los conocimientos básicos en materia de tránsito que la habilite para ejercer esa función con capacidad, honestidad y ética - con criterio de justicia y ecuanimidad – ya que esos son los principios básicos por los cuales se podría llegar a esperar, por parte de los usuarios de la vía pública - conductores y peatones -, una actitud de respeto y una conducta responsable en el tránsito, sobre todo cuando esas conductas puedan llegar a poner en peligro su vida.

Al analizar estos problemas en su total magnitud, se detectan numerosas falencias que deben de cubrirse con dispositivos, normas, conductas y controles que sean aceptados por una sociedad que exige cada vez más, e imponga, por otra parte, un mayor respeto a las leyes y a las normas de convivencia.

Finalmente, es preciso mencionar que una de las causas de ocurrencia de accidentes de tránsito es el aumento de la tasa de motorización y del uso de este parque automotor, que incrementa la posibilidad de colisiones y otros accidentes.

#### **2.11.4. Aplicación de legislación y normas viales**

La aplicación de las leyes tiene un papel de peso a la mejora de la seguridad vial. La actuación de la policía en este sentido es más eficaz cuando se cuenta con la ayuda de la tecnología y cuando las leyes parecen ser aceptadas por la mayoría de los usuarios. Las reducciones más notables del número de accidentes como consecuencia de la aplicación de la ley están relacionadas con la conducción y el alcohol. Las leyes que han resultado se han basado en limitar la cantidad de alcohol en la sangre.

A continuación, se presentará un conjunto de normas que se estima necesario adoptar para reducir al mínimo la magnitud de los accidentes en los caminos y calles.

#### **2.11.5. Inspección vehicular en forma periódica y regular**

- a. Todos los vehículos deberán ser inspeccionados en periodos regulares que dependen del uso del vehículo y su condición física y mecánica. El periodo mínimo recomendable es de un año.
- b. La inspección deberá incluir aquellos aspectos que pongan en riesgo la operación segura del vehículo. Cuando no se reúnan las condiciones mínimas de seguridad conviene retirar el vehículo de circulación mientras se cumplan esas condiciones.

#### **2.11.6. Educación del conductor y peatón**

Deberá existir un programa que provea al futuro conductor, y al que ha acumulado cierta experiencia, con la información, conocimientos convenientes para que su comportamiento, en relación con el tránsito, resulte el más seguro posible.

- a. Deberá existir también un programa de educación vial, oficial, para ser impartido en todas las escuelas del país. Como complemento se debe fomentar la creación del servicio de voluntarios para la protección de cruces en zonas escolares.
- b. Es necesario que la Secretaria de Educación Pública destine el espacio necesario en los libros de textos oficiales, en temas de educación vial.

#### **2.11.7. Servicios médicos de emergencia**

- a. Adecuada red de comunicación que permita conocer de la ocurrencia de un accidente en el menor tiempo posible.
- b. El personal responsable de los primeros auxilios deberá estar suficientemente capacitado para realizar una labor efectiva en el sitio del accidente.
- c. Los vehículos destinados a la prestación de servicios de emergencia deberán incluir el equipo necesario y el número de vehículos debe ser suficiente como para atender las situaciones más críticas.

#### **2.11.8. Vigilancia de los sitios detectados como peligrosos para el tránsito**

- a. Deberá existir un programa, del tipo de emergencia, dirigido a aplicar las medidas más pertinentes en primera instancia, en los sitios en donde se ha detectado la incidencia de accidentes, mientras se adoptan medidas definitivas con base en un estudio más completo de los datos.
- b. Deberá existir formas de vigilancia sobre los puntos y zonas que tiendan a convertirse en lugares de incidencia frecuente de accidentes.

#### **2.11.9. Registro de vehículos y licencia otorgadas**

Deberá existir un sistema de información que permita llevar a cabo la identificación suficiente del propietario de cada vehículo y las características de este, que puedan ser de mayor relevancia. En el caso de licencias otorgadas el sistema deberá permitir la identificación completa del conductor, así como sus violaciones a los reglamentos y su participación en accidentes.

#### **2.11.10. Registro de datos de tránsito e identificación de los sitios de mayor frecuencia de accidentes y sus características relevantes**

- a. Deberá existir un procedimiento adecuado que permita la identificación precisa de las características de los accidentes ocurridos, incluyendo sus causas aparentes y las determinadas sobre la base del análisis pericial.
- b. El análisis de los datos almacenados de accidentes deberá permitir lo siguiente:
  - La obtención de un inventario de accidentes durante periodos fijos.
  - Detectar los sitios en donde ocurren con mayor frecuencia los accidentes.
  - Identificar las causas técnicas atribuibles al diseño y a las características geométricas de la calzada.
  - Evaluar, mediante estudios estadísticos de antes y después, la efectividad de las medidas adoptadas para corregir la situación.

#### **2.11.11. Evaluación del efecto del alcohol sobre la seguridad en calles y carreteras**

Deberá existir un programa dirigido a determinar el contenido de alcohol en la sangre de quien incurre, como sujeto activo o pasivo, en un accidente de tránsito. Este programa deberá incluir los siguientes aspectos.

- a. Determinación, mediante procedimientos químicos, de la concentración de alcohol en conductores o pasajeros heridos, o que mueran dentro de las cuatro horas posteriores al accidente.
- b. Especificaciones del nivel máximo tolerable de concentración de alcohol en función del peso de las personas.

#### **2.11.12. Reglamentación y su aplicación legal**

- a. Es necesario procurar, en forma sistemática, la unificación de reglamentación de tránsito en todas las entidades del país.
- b. La reglamentación correspondiente deberá ser adecuadamente funcional en relación con la situación actual y las características del conductor nacional, sin dejar de considerar la experiencia internacional.

#### **2.11.13. Servicios policíacos en relación con la operación del tránsito**

- a. Deberá capacitarse y actualizar al personal de policía en todos los aspectos que se relacionan con la vigilancia del tránsito de vehículos y peatones. Deberá emplearse para ello la información actualmente disponible y consignada en el material educativo desarrollado en el país y en otras naciones.
- b. Reconociendo que el primer contacto de la población con el cuerpo administrativo del gobierno es el servicio policíaco, la capacitación del personal deberá realzar la naturaleza de la función policíaca como actitud de servicio en beneficio del flujo de vehículos y el desplazamiento de peatones.
- c. La aplicación de esta norma deberá ser acompañada de registros evaluativos por la policía de tránsito dirigidos a confirmar el logro de los propósitos de esta norma.

#### **2.11.14. Diseño, construcción y mantenimiento de calles, avenidas y carreteras**

- a. En todas las nuevas construcciones o reconstrucciones, de calles, avenidas y carreteras, deberán observarse todas las normas técnicas de diseño, que representen seguridad en la operación del tránsito y que son: distancia de visibilidad, curvaturas, separación entre los puntos de decisión, anchura de carriles, de aceras y de fajas separadoras, etc.
- b. La iluminación en avenidas, vías urbanas rápidas, intersecciones con carreteras, etc. Deberá diseñarse de modo que se cumpla con las condiciones de visibilidad en todos los puntos del cambio y se evite el deslumbramiento.
- c. Cada vez que se realicen reparaciones o modificaciones en la red urbana, o de carreteras, deberá existir un programa referente a informar al conductor de las desviaciones y su situación, de modo que, en lo posible, la operación de tránsito se realice en condiciones semejantes a las previas.

#### **2.11.15. Dispositivos para el control del tránsito y protección al peatón.**

- a. Deberá existir un procedimiento de trabajo que permita identificar las necesidades, o deficiencias, de los dispositivos para el control del tránsito. El procedimiento, además, deberá permitir el desarrollo de programas para la instalación, renovación

o mejora de semáforos y señales de tránsito que contemplen las necesidades presentes y futuras, así como las situaciones de emergencia.

- b. La instalación y el diseño de semáforos y señales deberá ajustarse, en lo posible, a las normas internacionales y deberá procurarse que en la adopción de estas normas exista una uniformidad en todo el país.

## **2.12. Elementos de seguridad vial**

Se encuadran dentro de este grupo aquellos elementos o dispositivos aplicables en puntos conflictivos, donde estudios preliminares arrojen niveles preocupantes de accidentes, lo cual hace indispensable la toma de medidas correctivas, preventivas o informativas.

Estos tipos de medidas exigen una adaptación a nuestras leyes y un monitoreo permanente para evaluar su prestación, dado que importar medidas exitosas de otros países no implica que lo sean en el nuestro.

Existe una gama de medidas llamadas de ingeniería de bajo costo a las que se las puede definir como " las medidas físicas tomadas especialmente para aumentar la seguridad del sistema viario que se caracterizan por tener un bajo costo económico, rápida implementación y alta tasa de rentabilidad".

Dentro del grupo que conlleva la seguridad Vial se puede mencionar los siguientes elementos de seguridad Vial.

### **2.12.1. seguridad en el hombre**

El hombre, cuando se habla de seguridad Vial, es no solo la variable que interviene en el tráfico, sino que es el objeto final de esa seguridad. Por ello es imprescindible que esté perfectamente educado, no solo para evitar los accidentes sino también para saber reaccionar ante ellos.

Independientemente del aspecto técnico, hay que destacar la enorme importancia que tiene la educación Vial. En inglés suele decirse que los tres elementos clave para la seguridad en el tráfico son E "Engineering, Enforcement, Education" (ingeniería, vigilancia y educación).

Como puede apreciarse de estos tres elementos clave, dos se refieren exclusivamente al comportamiento del elemento humano.

### **2.12.3. seguridad en peatones**

Uno de los elementos fundamentales en el tráfico es el peatón, está relacionado directamente con el problema de circulación, podemos observar que el peatón es uno de los usuarios mucho más indisciplinado que el conductor, siendo uno de los que más incumple los reglamento y Norma de tránsito.

Para ello se ha visto una gran necesidad de incidir en la educación Vial orientada al mejor comportamiento y el conocimiento de las normas y reglamentaciones vigentes de tránsito, a través de ellos minorará los accidentes donde la causa son los peatones.

### **2.12.4. Seguridad vial en el conductor**

El conductor es considerado a aquella persona que maneja su vehículo motorizado que es parte del tráfico. Se puede decir que el conductor está sujeto a su comportamiento análisis físicos y a las relaciones físicas y psicológicas que pueda tener durante el manejo de un vehículo.

La cualidad física está basada en el órgano de la visión que es el que le da la facultad para conducir un vehículo.

Las reacciones físicas se refieren a los aspectos de habilidad y hábito de un conductor, este puede tener mayor o menor habilidad debido al tiempo dentro de la conducción vehicular. Un conductor debido a las condiciones de hábito a los que está sometido debido a las repeticiones de acciones diarias y adquiere condiciones de destreza y pasividad, se considera condicionada a ese efecto en el momento de reacción.

Existen otras reacciones que son psicológicas que dependen en general del aspecto emocional con las que está sometido el conductor, siendo estas emociones las que van al cerebro y a través de los órganos sensitivos se envía un mensaje para reaccionar y tomar una decisión para actuar como una orden al músculo apropiado.

Alguno de los factores que pueden modificar el comportamiento del conductor son:

- la fatiga.
- Enfermedad provocada por el alcohol.
- Las condiciones del tiempo.
- La época del año.

Para ello la educación vial en el conductor debe estar enfocada a que se cumplan los tres siguientes objetivos:

- Perfeccionamiento de la técnica de conducción.
- Conocimiento de las limitaciones del vehículo en cada circunstancia (lluvia, nieve o dificultades del trazado).
- Conocimiento de las limitaciones humanas (visibilidad o tiempo de reacción).
- Enseñanza de las leyes que rigen la circulación.
- Propaganda en aspectos específicos (prudencia, respeto de las señales, circulación por la derecha).
- Creación de un ambiente de seguridad Vial.

#### **2.12.5. Relación de la seguridad vial con los elementos de tráfico**

La relación de la seguridad Vial con los elementos de tráfico está referido básicamente a los elementos de circulación que están presente en una vía como son: el conductor, el vehículo y los peatones, que están relacionados directamente con la seguridad Vial.

Factores como la velocidad, el volumen peatonal y vehicular, los estacionamientos, el transporte público, etc. Son los principales problemas que se tiene para analizar para conocer su incidencia en la seguridad Vial.

Por lo tanto, en dicha relación debe existir un control de tráfico, que consiste en un sistema de gestión del tráfico o tránsito rodado que aplica las normas, reglamentos y métodos del tráfico, tales como señales comas signos y marcas para reducir la congestión o atascado de vehículos y la contaminación atmosférica y para favorecer la seguridad y la movilidad de los peatones.

El primer objetivo del control del tránsito es la seguridad y el movimiento de fluido de automóviles, autobuses, furgonetas y camiones en las principales rutas que conectan a nuestro departamento.

Las señales de tráfico, tanto de las ciudades como de carretera son las mismas en todo el mundo y concebidas para transmitir información con un mínimo de palabras a fin de no confundir a los conductores que no conozcan el lugar ni el idioma.

### **2.12.6. Elementos de circulación**

Los elementos que forman parte de la circulación del tráfico son: el conductor, el vehículo y los peatones.

#### **2.12.6.1. El conductor**

La condición de vida en los diferentes países ha ido cambiando con el tiempo, Ya que la población vive una vida más agitada contra el tiempo, con mayores problemas, este hecho influye en aquellos habitantes que son conductores realizar un análisis de su comportamiento, pudiendo ser un elemento también de desequilibrio, debido a que no esté acorde a la exigencia de circulaciones actuales.

Ya sea considerando en forma individual o colectiva; el conductor de un vehículo constituye un elemento importante de tránsito.

Conducir es una labor que requiere que la persona que lo haga se mantenga en buenas condiciones físicas y mentales. Debe tener presente que lo que más afecta el buen estado físico de locutor son los problemas de visibilidad. En la conducción intervienen Dos procesos que son:

- percepción: vista, oído, tacto, olfato.
- Intelección: procesamiento de lo percibido con los conocimientos experiencias y aprendizaje.

#### **Fallo humano**

también otro. Muy importante que se toma en cuenta en la conducción son las causas fundamentales de las fallas humanas, Generalmente son:

##### **a) problemas mentales o emocionales**

#### **El exhibicionismo**

al conducir, los exhibicionistas tratan de demostrar habilidades poco corrientes, con los cuales quieren llamar la atención de otras personas, Como conducir con una mano, manejar a altas velocidades, hacer ruido con la bocina, etc.

## **Negligencia**

Se presentan los conductores descuidados, perezosos, quienes no revisan sus vehículos, no se encuentran en la conducción y guían con descuido, olvidándose de que es prohibido conducir un vehículo descuidadamente, manejan con desprecio y con mucha inseguridad.

## **Distracción**

Es la fijación en la mente de una idea o cosa que la aparta del objeto al que debía concentrarse. Recientes investigaciones demuestran, que un conductor que puede llevar su vista fija en la vía y los demás tienen la sensación de que está atento a todo lo que está sucediendo en la vía, pero en realidad su mente está muy lejos de la vía.

Las distracciones al conducir pueden ser causadas por:

- Escuchar radio.
- Buscar un cigarrillo.
- Conservar y mirar directamente al interlocutor.
- Buscar El encendedor.
- Contemplar el paisaje.
- Hablar por celular.

## **Vanidad**

Esta es otra actitud parecida a la anterior y se distingue por:

- Desprecio por los demás conductores.
- Mira nada más los errores de los otros.
- No admite que los demás conductores se le adelanten.
- No acepta correcciones de manejo o de ninguna índole.

## **La agresividad**

proviene de un desorden de la conducta. Adelanta a la derecha, corta el paso, suena la bocina, hace señales insultantes, grita e insulta. Este tipo de conducta se presenta en nuestra ciudad con mucha frecuencia debido a que el conductor tuvo un disgusto en su hogar o en el trabajo y descarga su ira contra las demás personas, esto también se ve en

los conductores jóvenes, que buscan un modo de afirmar su personalidad y creen haberla encontrado en la potencia de su vehículo.

### **b) Condiciones físicas**

Las causas principales de las fallas humanas Generalmente son:

- Alteraciones orgánicas transitorias (náuseas, mareos, etc.).
- Insuficiencia sensitiva (defectos de oído, de la vista).
- Alteraciones orgánicas permanentes (insuficiencia cardíaca, diabetes, etc.).
- Insuficiencia motora (falta de reflejos, coordinación, etc.).

También las condiciones físicas del conductor pueden verse afectadas por la fatiga, la que origina el sueño, que también puede ser causado por contaminación e intoxicación (gases provenientes del motor), o bien por drogas. Conviene en esta oportunidad hacer la aclaración de las drogas no son solo alucinógenos sino también un preparado farmacológico que causa que el individuo que le ingiere no esté apto en sus cinco sentidos, así entonces debe tenerse cuidado con medicamentos prescritos por el médico tales como:

- antihistamínicos: usados en tratamiento de gripe u otras enfermedades.
- Anfetaminas: estimuladores usados para contrarrestar el sueño, en forma natural.
- Barbitúricos: Son productos que producen el sueño.

#### **2.12.6.2. El vehículo**

En contraposición con lo que ocurre con la estructura física de los caminos o calles los cuales han quedado estáticos con relación al tiempo, el vehículo ha tenido una cierta evolución tecnológica muy grande, cada vez existen vehículos de mayor capacidad, vehículos con velocidades más grandes, modelos aerodinámicos para contrarrestar los esfuerzos de tracción, etc.

El peligro implica la conducción, el manejo de un vehículo y el operar en una situación que pueda producir graves daños al conductor, usuarios o peatones, todo eso lleva a un marco referencial sobre el estado actual de los vehículos.

Según la experiencia de servicios en asociaciones automovilísticas de servicio, las causas principales de fallas de un vehículo y que ocasiona accidentes son: llantas, frenos,

suspensión delantera, dirección, etc. La labor preventiva puede ser muy significativa a través de una revisión rápida.

### **2.13. Parámetros de tráfico relacionados con la seguridad Vial**

los parámetros relacionados con la seguridad Vial son: la velocidad, el volumen, señales de tráfico y semaforización.

#### **2.13.1. La velocidad**

La velocidad se define como la tasa de movimiento expresada como distancia por unidad de tiempo, Generalmente expresada en Km por hora (Km/h). Se debe utilizar algún valor representativo para caracterizar la velocidad en una corriente de tráfico, porque generalmente se puede observar una amplia distribución de velocidades individuales dentro de dicha corriente.

Generalmente se puede usar la velocidad media de recorrido, esta medida se utiliza porque es fácil de calcular partiendo de Las observaciones de vehículos individuales dentro de la corriente y porque es la medida estadísticamente más relevante en las relaciones con otras variables. Existen diferentes velocidades de circulación como ser:

- Velocidad de punto.
- Velocidad del recorrido total.
- Velocidad de cruce.
- Velocidad de circulación media.
- Velocidad de directriz.

**a) Velocidad de punto.** - La velocidad de punto es aquella velocidad que es considerada a flujo libre, se toma en cuenta el movimiento del vehículo de forma libre en velocidades, maniobras y operaciones. Si bien es una velocidad un tanto ideal, sirve como un parámetro referencial para ver el comportamiento de las velocidades en diferentes condiciones de circulación.

La velocidad de un punto se determina en secciones de vías cuyas distancias están definidas entre 25,50,75 o 100 metros, determinado el tiempo que tarda en recorrer esa distancia definida, obteniéndose así la velocidad de punto.

Para medir o aforar la velocidad de punto un se puede usar diferentes métodos, entre ellos tenemos los métodos del cronómetro, enoscopio y el radar métrico. El método más sencillo y económico es el del cronómetro, además se usa en nuestro medio con mayor frecuencia, este método consiste en medir el tiempo que tarda un vehículo en recorrer una distancia definida en la vía y determinar la velocidad como relación de distancia sobre ese tiempo.

Normalmente se utilizan dos observadores, uno al inicio de la sección y el otro al final de la sección, el primero deberá dar la señal inicial para que el segundo observador active el cronómetro Hasta que el vehículo llegue a la sección final.

El recuento de la velocidad de. Para estudio de velocidad se debe realizar en 3 horas pico del día, tres diferentes de la semana y en tres épocas del año. En cada observación dada la diversidad de vehículos que pueden circular en esa hora, se establece como metodología que cada cinco vehículos que pasen se haga el respectivo aforamiento.

Si se van a realizar estudios cortos y puntuales se puede restringir el tiempo de ejecución del estudio de un año a un mes, teniendo en cuenta que tiene la posibilidad de los resultados que se obtengan una relativa diferencia en otras épocas del año.

**b) Velocidades de recorrido total.** - Es otra forma de medir la velocidad de circulación total en carreteras y calles, cuya particularidad es que en esta velocidad se toma la medición de un tramo relativamente largo, donde los vehículos no tengan movimiento de flujo libre, por lo tanto, existirán tiempo de circulación y tiempos de demora.

**c) Velocidad crucero.** - es una velocidad establecida para determinar una velocidad neta de circulación en flujos interrumpidos.

**d) Velocidad de circulación media.** - ninguna de las velocidades anteriores en forma asilada no sirve como velocidad diseño, por ello Es que se usa el promedio de las velocidades de puntos registradas en un tiempo determinado, ese valor lo consideramos como valor de diseño.

**e) Velocidad directriz.** - esta velocidad está ligada con el dimensionamiento geométrico de las carreteras y calles, es decir que se establece un valor medio entre todas las velocidades de circulación que se establece para el dimensionamiento geométrico.

### **2.13.2. Volumen de tráfico**

#### **a) Vehicular**

Entendemos por volumen de tránsito o tráfico al número total de vehículos que pasa por un punto o sección transversal o por un tramo de Un carril o carretera durante un intervalo de tiempo dado; los volúmenes pueden expresarse en términos anuales, diarios, horarios o en periodos inferiores de una hora.

El volumen es una variable utilizada para cuantificar la demanda, esto se refiere al número de viajeros o conductores (normalmente como números de vehículos) que desean usar una infraestructura paria durante un período específico. La congestión influye los patrones de demanda y los volúmenes observados son a veces más un reflejo de las restricciones de la capacidad de la demanda real.

La variación de volumen con la relación al tiempo ha dado origen a otros parámetros conocidos como:

- a) Tránsito promedio diario (TPD).
- b) tránsito promedio horario (TPH).
- c) Volumen directriz.
- d) Composición vehicular.
- e) Flujo direccional.

Para mayor conocimiento del tema, definiremos los mismos solamente orientados a las infraestructuras en estudio que son las carreteras.

**a) Tránsito promedio diario (TDP).** - Se entiende por tránsito promedio diario a la cantidad de vehículos que circulan por una carretera en un periodo de tiempo de 24 horas. Este parámetro es un valor indicativo muy importante de la intensidad de volumen de tráfico, sin embargo, muestra las variaciones en tiempos más cortos por lo que su utilización no es recomendable en diseño.

Si los aforos corresponden a todos los días de un año, suele conocerse el valor promedio como tránsito promedio diario anual (TPDA).

**b) Tránsito promedio horario (TPH).** - Es la cantidad de vehículos que circulan por una sección de una carretera en un periodo de tiempo de una hora, a diferencia del TPD el TPH nos permite conocer las variaciones del volumen en tiempos cortos de una hora que muestran más claramente la intensidad es de volumen de tráfico y sus variaciones.

Si no es posible realizar aforamientos TPH, de acuerdo a varios estudios en calles y carreteras se podría considerar que el TPH está entre El 12% al 15% del TPD. si el TPH, ha sido aforado en todas las horas correspondientes a los 365 días del año, se puede considerar a este valor como TPHA.

Tampoco es aplicable para fines de diseño este parámetro, Ya que de aplicarse se tomaría el TPH máximo considerado a este como el más desfavorable, pero debido a que este valor máximo, se presenta en muy pocas horas dentro del registro anual, esto implicaría un sobredimensionamiento, por ello se establece otros parámetros para fines de diseño denominado volumen directriz.

**c) Volumen directriz.** - Es un parámetro que refleja la cantidad de vehículos por hora que circulan normalmente por la sección de una carretera. Este parámetro no es medible directamente, sino que se establece por definición que es el valor máximo trigésimo de un orden descendente de los volúmenes horarios máximos correspondientes a los 365 días del año.

**d) Composición del volumen.** - con el fin de diseñar o planificar la circulación vehicular en carreteras, no la composición de esa cantidad de tal manera que se ha visto conveniente clasificar el tráfico que circula en pesados, medianos y livianos

## **2.14. Parámetros de señalización relacionados con la seguridad Vial**

se encuadran Dentro de este grupo aquellos elementos o dispositivos aplicables en puntos conflictivos, donde estudios preliminares arrojen niveles preocupantes de accidentes, lo cual hace indispensable la toma de medidas correctivas, preventivas o informativas.

Existe una gama de medidas llamadas de ingeniería de bajo costo a las que se les puede definir como "las medidas físicas tomadas especialmente para aumentar la seguridad del sistema Viario que se caracterizan por tener un bajo costo económico, rápida implementación Y alta tasa de rentabilidad".

#### **2.14.1. Señalización vial**

Definimos a la señalización como un componente metodológico dentro de la ingeniería de tráfico, cuyo objetivo es que a través de las señales o dispositivos advertir a los usuarios de los caminos de las reglas de operación guiándolos hacia una operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos que componen el tránsito.

Los cinco requerimientos básicos que debe cumplir una señal de control de tránsito para ser efectivo son:

- Llenar una necesidad.
- Ser visible y llamar la atención.
- Transmitir un significado simple y claro.
- Debe infundir respeto a los usuarios de los caminos.
- Dar el tiempo suficiente para una respuesta adecuada.

Para cumplir los requerimientos anteriores de una señal, deberá cumplir requisitos de: diseño; ubicación y operación; mantenimiento; y uniformidad.

#### **Ubicación**

La ubicación de un dispositivo de control de tránsito debe ser dentro del campo visual del usuario para lograr una mejor comprensión. El dispositivo debe estar apropiadamente colocado con respecto a la localización, objetivo o situación para la que se aplica.

La ubicación y legibilidad de los dispositivos de control de tránsito debe ser tal que den el tiempo suficiente para la respuesta del usuario de día o de noche.

Los dispositivos de control de tránsito deben colocarse de manera uniforme y consistente. Los controles de tránsito innecesarios deberán removerse. No es suficiente que un dispositivo se encuentre en buen estado para que no sea removido o cambiado.

Los dispositivos de control deberán revisarse periódicamente para determinar si cumplen con las condiciones de tránsito actuales.

### **Diseño**

El diseño de la señalización debe asegurar que:

- Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retro reflexión e iluminación se combinen de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios
- Su forma, tamaño, colores y diagramación del mensaje se combinen para que éste sea claro, sencillo e inequívoco.
- Su legibilidad y tamaño correspondan al emplazamiento utilizado, permitiendo un tiempo adecuado de reacción
- Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento
- Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada

### **Emplazamiento**

Toda señal debe ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a éstos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirla de su entorno, leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, debe tener siempre el tiempo suficiente para realizar todas estas acciones.

### **Conservación y mantención**

Toda señalización tiene una vida útil que es función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Por ello, resulta imprescindible que las autoridades responsables de la instalación y mantenimiento de las señales cuenten con un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza reemplazo o retiro.

La señalización limpia, legible, visible, en buen estado y pertinente inspira respeto en los conductores y peatones. A su vez, cualquier señal que permanece en la vía sin que se justifique, o se encuentra deteriorada, dañada o rayada, sólo contribuye a su descrédito y nuevos actos vandálicos.

### **Uniformidad**

La señalización debe tratar siempre situaciones similares de la misma manera. Esto, además de facilitar el reconocimiento y entendimiento de las señales por parte de los usuarios, genera ahorros en la manufactura, instalación, conservación y gestión de la señalización.

### **Justificación**

En general, se recomienda usar un número razonable y conservador de señales, ya que su uso excesivo reduce su eficacia.

Dentro de la señalización se tienen 2 grupos importantes que son:

#### **2.14.2. Señalización horizontal**

Se entiende por señalización horizontal al conjunto de marcas sobre el pavimento que tienen el objetivo de mejorar la circulación de vehicular y peatonal pudiendo ser de tipo restrictivo, preventivo e indicativo.

Se entiende por señales horizontales preventivas aquellas que tienen objeto de prevención tanto para el conductor como para el peatón de acuerdo a la marca podrá utilizar líneas amarillas o blancas. Las marcas de tipo restrictivos van a tener el objetivo de que sean pintadas sobre el pavimento no puedan ser utilizadas por la circulación vehicular restringiéndose tanto su circulación y las maniobras. Las marcas de tipo indicativos tienen el objetivo de guiar la circulación generalmente tienen el color blanco.

Existen diversas marcas sobre el pavimento que son colocadas con objetivos específicos esos objetivos están planteados de tal manera que se trate de señales universales, es decir que todos los países traten de normalizar su señalización horizontal de la misma manera. Actualmente se ha conseguido que todos los países panamericanos a través de un congreso hayan definido leyes normativas generales tanto para la señalización horizontal y vertical.

Los grupos de señales horizontales son:

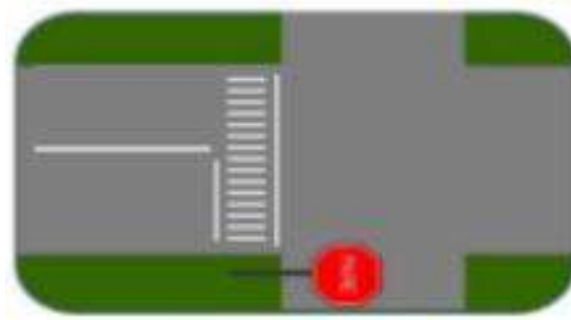
- Cruce de peatones
- Líneas de parada
- Líneas de Separación de carriles
- Líneas de demarcación de calzada
- Flechas direccionales
- Flechas deflectoras
- Líneas de prevención de frenado
- Letras Alfabéticas sobre el pavimento

#### **2.14.2.1. Cruce de Peatones**

Estas marcas tienen como objetivo la demarcación de un espacio definido para el cruce de peatones generalmente en las intersecciones de un trazo urbano. En carreteras y autopistas estas señales deben ir en espacios o distancias determinadas para permitir el cruce peatonal de un extremo a otro.

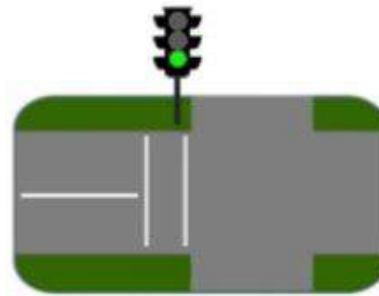
El cruce de peatones de acuerdo a las normas debe colocarse a la llegada del flujo a una intersección a 1 metro de la línea de parada cuyo ancho puede variar de 2.5 a 5 metros, y podrá tener dos formas. Una con segmentos longitudinales paralelas al eje intercaladas entre pintados y no pintadas cuyo ancho de franja será de 0.40 o 0.50 metros. La otra forma está definida por dos líneas paralelas transversales al eje, por lo general se las utiliza en las intersecciones semaforizadas, tienen un grosor de 0.10 a 0.15 metros y una separación de 2.5 - 5 metros. Ambos tipos serán pintadas con pintura blanca.

**Figura N° 10** Cruce peatonal demarcado tipo cebra



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

**Figura N° 11** Cruce peatonal dos líneas transversales



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### **2.14.2.2. Línea de Parada**

Una línea de parada es una señal cuyo objetivo es definir la línea en la cual el vehículo debe detenerse antes de cruzar la intersección esta línea de parada debe ir acompañada por una señal vertical a la derecha, por un semáforo, una señal pare o una senda peatonal.

La línea de parada de color blanco de un ancho de 0.40 a 0.50 metros y una longitud que abarque el ancho de la calzada.

**Figura N° 12** Línea de parada



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### **2.14.2.3. Línea de Separación de Carril**

Las líneas de separación de carriles tienen por objetivo la delimitación longitudinal de cada carril y la delimitación de los carriles para cada sentido de circulación los casos más frecuentes que se pueden presentar son:

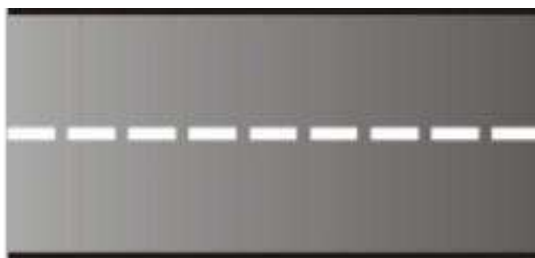
##### **Líneas de carriles de un solo sentido**

Estas son líneas segmentadas de color blanco en el caso de dos carriles estarán exactamente sobre el eje definida por el ancho medio de la calzada en el caso de más carriles se realizara una división entre el ancho de la calzada y el número de carriles definidos estableciéndose los ejes correspondientes para la señalización. Esta división de carril permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita la maniobra con seguridad. En caso de carreteras y autopistas se debe encontrar una relación entre el segmento pintado y el espacio en blanco igual a 0.60 (ejemplo 3 a 5) esto depende de la velocidad de proyecto a mayor velocidad mayor separación de segmentos.

En las calzadas urbanas la relación entre el segmento pintado y no pintado generalmente es igual a 1 (ejemplo 4 a 4) esto debido a las velocidades de circulación medio baja.

Los segmentos son pintados de color blanco cuyo ancho es de 0.10 a 0.15 metros.

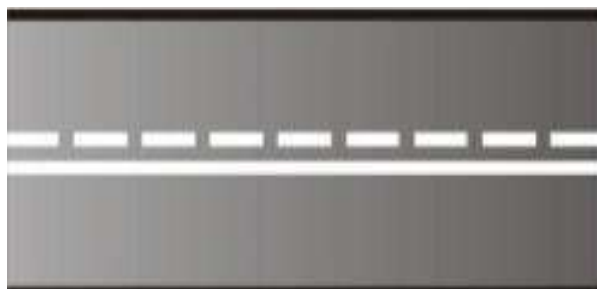
**Figura N° 13** Línea central discontinua



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

La línea continua y otra discontinua junta al centro, indican que se permite sobrepasar a los vehículos que se, mueven por él, lado de las líneas discontinuas.

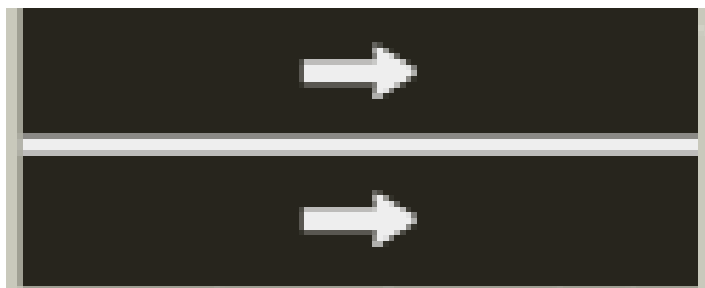
**Figura N° 14** Línea continua y otra discontinua junta al centro



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

La línea blanca continua en el eje de la calzada, indica la separación de dos carriles con transito del mismo sentido.

**Figura N° 15** Línea continua



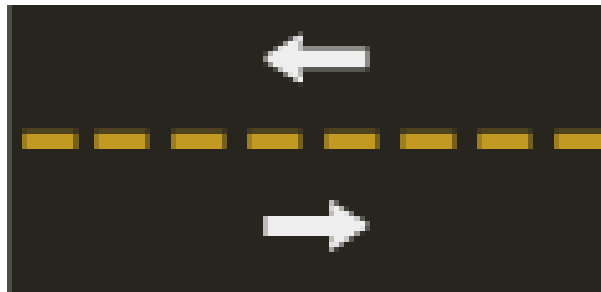
**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

### **Dos carriles ambos sentidos**

En calzadas de este tipo estableciéndose que solo hay un carril por cada sentido, la línea que separa ambos carriles y sentidos, es una línea amarilla que tiene restricción de cruce, el ancho de esa línea es de 0.10 a 0.15 metros.

La línea amarilla segmentada, llamada también línea de carril en vías de doble sentido, son las que permiten cambiar de carril solo para realizar un adelantamiento.

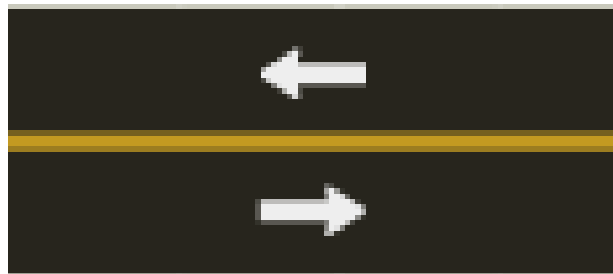
**Figura N° 16** Línea amarilla segmentada



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

La línea amarilla continua indica el eje de una calzada con tránsito en los dos sentidos.

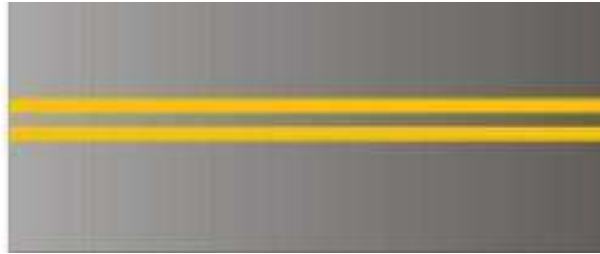
**Figura N° 17** Línea amarilla continua



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

La doble línea amarilla indica que por ninguna razón se puede invadir el carril contrario y que está totalmente prohibido hacer adelantamientos.

**Figura N° 18** Doble línea amarilla



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### **Calzada de dos carriles por sentido y ambos sentidos**

En este caso se demarca la separación de carriles por cada sentido con segmentos de color blanco y la separación de sentidos de circulación con dos líneas amarillas paralelas que van a 0.05 mts del eje de la calzada con un ancho de 0.10 a 0.15 mts.

**Figura N° 19** Calzada de dos carriles por sentido y ambos sentidos



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### **2.14.2.4. Línea de Demarcación de Calzada**

Las líneas de demarcación de calzada, tienen como objetivo definir efectivamente el área correspondiente a la calzada comprendida al interior de estas líneas, quedando las bermas a la parte exterior a estas líneas. Las líneas de demarcación de calzada es una línea continua de color blanco paralela al eje a ambos lados de la calzada, cuyo espesor es de 0.10 a 0.15 metros.

En el caso de autopistas de sentido separados tendrán sus correspondientes líneas de demarcación de calzada.

**Figura N° 20** Líneas de demarcación de calzadas



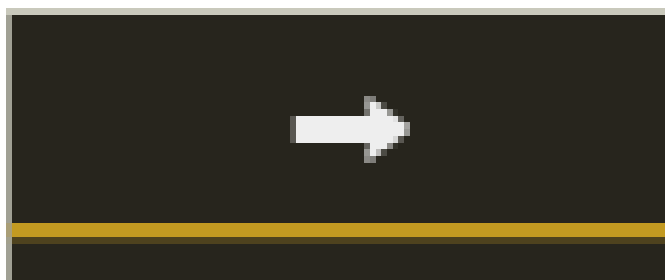
**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### 2.14.2.5. Flechas Direccionales

Las flechas direccionales tienen el objetivo de guiar la circulación vehicular tanto de tramos urbanos como en carreteras y autopistas, estas flechas direccionales son marcas que van pintadas sobre el pavimento y que guíen la circulación pudiendo ser de 4 tipos:

- La flecha direccional de frente:

**Figura N° 21** Flecha direccional de frente



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

- La flecha direccional de frente y giro a la derecha

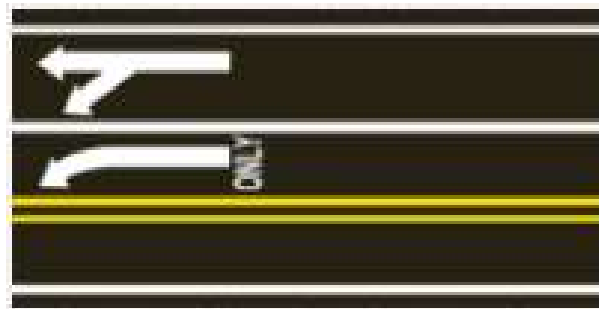
**Figura N° 22** Giro a la derecha simplemente



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

- La flecha direccional de frente y giro a la izquierda

**Figura N° 23** Flecha de frente y giro a la izquierda



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

- La flecha direccional de giro izquierda o giro derecha simplemente

**Figura N° 24** Giro izquierda o giro derecha simplemente



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### 2.14.2.6. Flechas Deflectoras

Las flechas o isletas deflectoras son señales horizontales cuyo objetivo es el de definir espacios para cada flujo de circulación principalmente en intersecciones cuyos accesos tienen varios carriles y ambos sentidos y cuyas salidas de la intersección también ambos sentidos de circulación, estas características obligan a mejorar y definir cuáles van a ser los espacios de circulación de cada sentido, el definir se produce unos espacios muertos que no utilizara la circulación vehicular estos espacios para una mejor visualización se convierten en isletas deflectoras que pueden estar físicamente acordonadas o si esto no es posible se marcara dicho espacio con una marca horizontal con pintura amarilla o blanca con segmentos que dependiendo de las dimensiones de la isleta pueden tener un espesor de 0.10 , 0.15 ,0.40 o 0.50 metros el sentido de estas marcas deberán ser del sentido del flujo de tal manera que en cada caso se baja formando por si sola la isleta deflectora cuyo espacio está prohibido para la circulación vehicular.

**Figura N° 25** Isleta deflectoras



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### 2.14.2.7. Línea de Prevención de Frenado

Las líneas de prevención de frenado tienen como objetivo prevenir el conductor con suficiente espacio anticipado para realizar una acción de frenado que detenga el vehículo en el caso del área urbana esta acción es frecuente antes de llegar a cada intersección, en el caso de carreteras esta acción solamente se presenta cuando se tiene un obstáculo que obligue a detenerse al vehículo en tal caso también deberá llevar esta línea de prevención

paralela a la línea de eje hacia adentro en el carril que corresponda a la detención y en una distancia.

La línea de prevención de frenado es de color amarillo sin ubicación es inmediatamente anterior a la línea de parada en caso de calles de un solo sentido esta estaría sobre el eje de la calzada en un espesor de 0.10 - 0.15 metros, en el caso de calles de dos carriles y ambos sentidos la línea de parada deberá ir ubicada en el eje de la calzada del sentido de prevención con las mismas características del espesor y longitud, en el caso de carreteras las líneas con las mismas características van ubicadas a 10 cm del segmento pintado del eje como se muestra a continuación.

**Figura N° 26** Líneas de prevención de frenado



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

#### **2.14.2.8. Letras Sobre el Pavimento**

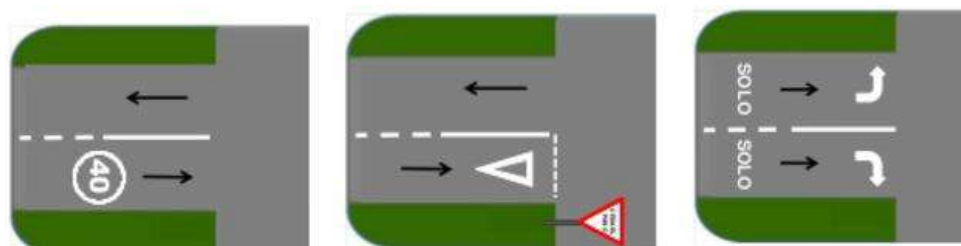
Las letras sobre el pavimento no son de uso común debido a que dependiendo de la velocidad de circulación puede haber suficiente tiempo y visibilidad para el conductor haga la lectura de las palabras o letras sobre el pavimento. Sin embargo, en algunos casos como ser acceso a aeropuerto acceso a rutas principales, rotondas de distribución son obras donde es posible usar letras sobre el pavimento formando palabras como alto, pare, siga, parqueo estacionamiento zona prohibida, etc. Las dimensiones de las letras sobre el pavimento también están normalizadas el alto de 2.40 y ancho de 0.50 en el caso de la norma boliviana dado en el manual del servicio de caminos se tienen normalizados todas las dimensiones para cada uno de las letras del alfabeto, la separación entre letra y letra normalmente es de 0.40 - 0.50 metros y las letras son pintadas de color blanco.

**Figura N° 27** Letras sobre el pavimento



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

**Figura N° 28** Letras sobre el pavimento



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de control de tránsito

### 2.14.3. Señalización vertical

Se define a la señalización vertical como el conjunto de señales que van distribuidas a lo largo de una carretera o dentro de un trazo urbano con el propósito de mejorar la circulación vehicular y peatonal estableciendo en función de las normas una forma de utilización de los espacios vehiculares y peatonales.

Debido a la gran variedad de las señales que podrán presentarse se ha hecho una clasificación en función de los objetivos de cada grupo de señales estableciéndose tres grupos de señales:

- Señales Preventivas
- Señales Restrictivas
- Señales Informativas

#### 2.14.3.1. Señales Preventivas

Las señales preventivas son aquellas cuyo objetivo es la de prevenir dentro de la circulación a obstáculos o peligros que puedan presentarse. Por ello se ha establecido un

conjunto de señales que previenen algunas situaciones comunes dentro de la circulación de carreteras y calles como ser el estrechamiento de un camino la existencia de un puente angosto, la existencia de un badén la existencia de una zona esporádica la existencia de un camino sinuoso, etc. De acuerdo a las normas del SNC se tiene alrededor de 40 señales preventivas codificadas con las siglas P.

Las señales preventivas de acuerdo a normas tienen dimensiones de 0.60 a 0.60 mts. Tienen un fondo amarillo con pintura reflectora, la señal de color negro y tienen un contorno de color de línea negra alrededor del recuadro y la posición definitiva es con las aristas arriba y abajo.

**Figura N° 29** Señales preventivas



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito

#### 2.14.3.2. Señales Restrictivas

Las señales restrictivas son aquellas que están destinadas a permitir la aplicación y control de reglamentos y normas dentro de la circulación. Estos grupos de señales tienen la particularidad de que el no cumplimiento se considera como un delito de tránsito por lo tanto los conductores están obligados a conocer y aplicar las indicaciones de estas señales restrictivas. En algunos casos estas señales van acompañadas con la señalización horizontal, siendo sin embargo la más común que estas señales estén aisladas y

distribuidas en carreteras y trazos urbanos en forma independiente y de acuerdo a las necesidades de cada una de ellas.

De acuerdo a las normas vigentes en nuestro país como a nivel panamericano se tiene normalizadas dimensiones y colores para este tipo de señales. Las dimensiones establecidas son de 0.60 x 0.90 mts, el fondo de estas señales debe ser de color blanco con pintura reflectiva, llevan un revete alrededor de la señal de 1/2" de grosor de color negro. La señal está en la parte superior y tiene color negro, en algunas de ellas lleva una orla de color rojo de 1" de espesor y cuando se quiere restringir la acción de la señal esa orla lleva una línea diagonal del mismo color de izquierda a derecha. En la parte inferior de la señal pueden ir colocadas además algunas indicaciones alfabéticas cuyas dimensiones también están establecidas siendo letras de altura de 10 cm cuyos grosores son de 1/2" existen dos excepciones en este tipo de señales restrictivas que son las señales de pare y ceda el paso. La señal de pare es un octógono simétrico cuyas (paredes) o lados paralelos están a 75cm, tiene un fondo de color rojo con pintura reflectiva y tiene la palabra pare en la línea simétrica central además de un ribete alrededor de la señal de color blanco. La ubicación de estas señales es a la derecha de las líneas de parada ubicadas en el pavimento y en todos aquellos lugares donde se quiere prevenir a través de la detención del vehículo un cruce de una intersección.

La señal de ceda el paso es una señal cuyas dimensiones son la de un triángulo equilátero de 80cm de lado que tiene un fondo blanco con pintura reflectora en la parte superior este escrito la frase de ceda el paso y lleva un ribete alrededor de color negro. Esta señal va ubicada en todas aquellas intersecciones donde está priorizado por características geométricas y de volumen de tráfico el flujo principal y el flujo secundario, estando ubicada la señal de ceda el paso en el acceso de flujo secundario.

**Figura N° 30** Señales restrictivas



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito

#### **2.14.3.3. Señales Informativas**

Las señales informativas como su nombre la indica tienen el objetivo de dar alguna información ya sea de carácter de servicio o de circulación al conductor que transita por una carretera o por un tramo urbano. Estas señales mejoran los servicios que puedan presentarse a lo largo de una carretera como ser restaurante, hoteles, estaciones de servicio, gasolineras, teléfono, cuyas características están también codificadas en el manual del S.N.C como en el manual de servicios panamericana.

Las características de las señales informativas si bien están normalizadas en colores y dimensiones de algunos de ellos existen otras cuyas dimensiones se determinan de acuerdo al tipo de proyecto. En cuanto a las señales informativas para servicio la norma es que estas tengan la dimensión de 0.60 x 0.90 con un fondo azul un recuadro en la parte superior de 0.40 x 0.40 con fondo blanco de pintura reflectora en cuyo interior estará la señal especificado de acuerdo al manual existente esa señal es de color negro.

Las señales de orden de circulación no tienen establecidos una dimensión dejándose a criterio del proyectista determinar las dimensiones más adecuados tratando de que estas en lo posible sean rectangulares con la base horizontal mayor y la base menor vertical, lo que sí está establecido de que estas deben tener un fondo verde con pintura reflectora y la nomenclatura que se tenga sobre ella tenga el color blanco que pueden ser alfabéticos, numéricos o flechas direccionales.

**Figura N° 31** Señales informativas



**Fuente:** Manual de dispositivos de control de tránsito

## **2.15. Aplicación de medidas de seguridad en el hombre**

### **2.15.1. Aplicación de medidas de seguridad para los peatones**

Es importante dedicarles estos párrafos a los peatones, porque no solamente son víctimas de los problemas de tránsito, sino que también, a menudo, constituyen una de sus causas.

En las vías, los peatones deben transitar por las aceras, y por su derecha de acuerdo al sentido de circulación, en donde no hay aceras deben hacerlo por la franja lateral de la vía, por la berma, o bien fuera de la calzada, de lo contrario, hacerlo siempre por el lado izquierdo, para así tener de frente al tránsito que viene en contra.

En las vías sólo se debe cruzar por los cruces de peatones, situados cerca de las esquinas. Debe tenerse presente que no debe cruzarse en las esquinas en forma diagonal, para que los peatones puedan hacer esto, los conductores deben tener sus vehículos en la línea de detención, nunca deben detener su automotor sobre la zona de cruce de peatones, si ocurriese esto deberá ser castigado.

Algunos derechos de los peatones frente a los conductores:

- Si no hay semáforo o autoridad, tiene prioridad de paso, para cruzar el peatón y los vehículos deben llegar hasta detenerse para respetar este derecho, lo cual esto no ocurre en nuestra ciudad puesto que el conductor al observar que no existe ninguna restricción acelera. En el resto de la cuadra tiene preferencia el conductor.

- Al virar, a la derecha o izquierda, el conductor debe avanzar lentamente con su vehículo e incluso detenerse para permitir el paso de los peatones.
- De acuerdo a las normas de seguridad le está prohibido al conductor intimidar al peatón de palabra, o bien usando el acelerador o la bocina.

### **2.15.2. Aplicación de medidas de seguridad en el conductor**

#### **Manejo defensivo**

Podríamos decir, que el manejo defensivo consiste en una serie de buenos hábitos mediante los cuales se llega a evitar, colisiones, atropellos, vuelcos y toda clase de accidentes. Así entonces, manejar a la defensiva consiste en conducir, previendo todas las situaciones de peligro originadas:

- Por actos inseguros del conductor, tales como: fatiga, distracción, visibilidad, etc.
- Por actos inseguros de otros conductores, tales como: los anteriores, así como manejo peligroso e inseguro.
- Por condiciones adversas que muchos conductores consideran imprevistas, tales como lluvia, neblina, viento, desvíos, etc.

### **2.15.3. Aplicación de medidas de seguridad en la conducción nocturna**

A pesar de que en la noche conducen menos personas, en ese horario suceden más accidentes que en el día. Al caer la tarde y durante la noche ocurren aproximadamente el 40% de los accidentes registrados durante 24 horas.

Si bien es cierto que no es lo mismo conducir de día que de noche, hay conductores que no se dan cuenta de la diferencia, y conducen en la noche en la misma forma en que lo hacen durante el día. Básicamente la conducción nocturna depende de:

#### **a) Velocidad**

Debe mantenerse a la mitad de la que se usa en el día, y si está lloviendo debe reducirse aun más. La velocidad debe estar en relación con el alcance del cono de luz y el tiempo que se tarda en recorrer ese espacio.

### **b) Visibilidad**

En la noche es el 50% de lo que se puede ver en el día. Los peatones se ven menos en la noche, especialmente si no llevan ropas claras.

### **c) Iluminación**

Es también muy importante tomar en cuenta la iluminación de la vía. En Tarija son muy pocas las vías que tienen una iluminación regular. Los cambios que se producen en las avenidas al entrar o salir de una intersección, o en algunos puntos de la ciudad con los rótulos luminosos influyen mucho en la iluminación, y en especial de la percepción de objetos o personas próximas a la vía.

#### **2.15.4. Accidentabilidad vial**

La accidentabilidad o accidentología vial es una disciplina científica, que estudia las causas y efectos de los accidentes de tránsito terrestre y propone las medidas adecuadas para atenuarlos, vale decir, estudia integralmente el fenómeno con la finalidad de establecer sus causas y paliar sus efectos nocivos a partir de los principios y datos aportados por otras disciplinas científicas.

Se encarga del estudio de accidente de tránsito, considerándose a este tipo de accidentes como aquel que ocurre en la vía pública, en el cual se ven involucrados los diferentes usuarios de la misma, tales como peatones, los vehículos de toda clase, los animales que por ella se desplazan y todos los elementos que se encuentran inmersos en el espacio considerado como vía pública, como lo es la calzada, las aceras, los árboles, la lluvia, el agua, etc.

Un accidente de tránsito es todo suceso eventual y fortuito producido como consecuencia o con ocasión del tránsito, en el que intervienen al menos un vehículo, gobernado o no, y como resultado del mismo se produce muertes, lesiones en las personas y/o daños en las cosas.

#### **Art. 152 Código de tránsito**

“accidentes son sucesos de los que resultan daños a las personas o las cosas”

Los accidentes de tránsito no son producidos, en general, con la intención de ocasionar un daño, sino que representan una eventualidad en que no existe la voluntad de ocasionarlo; pero si en el grado de culpabilidad suficiente y necesaria para incluirlos dentro del marco de los delitos específicamente mencionada en el código penal como: culpa.

Conlleva una acción normalmente negligente o imprudente, ya sea del conductor del vehículo, de uno de los pasajeros, del mismo o de uno de los peatones de la vía, si bien, también cabe que el mismo se produzca como consecuencia de fallas en el vehículo u otras causas imprevistas.

### **Art. 160 Código de tránsito**

“(Responsabilidad). La determinación de la responsabilidad tiene por objeto el resarcimiento de los daños civiles y el cumplimiento de la sanción conforme a la ley”

Un “accidente de tránsito” será prevenible; en cuanto los tres elementos que intervienen (usuario, vehículo y vía) en un accidente de tránsito cumplan con las normas y recomendaciones de seguridad establecidas en la legislación vigente.

## **2.16. Aplicación de medidas de seguridad en el conductor para evitar colisiones**

### **2.16.1. Aplicación de medidas de seguridad para choque de frente**

Para evitar el choque de frente se recomienda:

No tratar de ganarle la esquina o la intersección al vehículo que viene de frente cuando se va a virar a la izquierda, hacer señal reglamentaria (direccional y manual) antes de virar, se debe mirar lo más adelante posible el tránsito en sentido contrario para cuidarse de algún vehículo que venga adelantando a otro. Aun cuando se tenga el derecho de vía hay que evitar el accidente, cuando un conductor viene en sentido contrario y se mete al carril que no le corresponde no hay que tratar de eludirlo virando a la izquierda. Por lo contrario, hay que orillarse todo lo posible a la derecha y reducir la velocidad, cuando está lloviendo y no se ve la línea divisoria de carriles.

### **2.16.2. Aplicación de medidas de seguridad para colisiones por alcance**

Para evitar el choque por alcance si se está siguiendo a otro vehículo se deben observar las siguientes recomendaciones:

- Seguir la regla de los segundos que es la más moderna y eficaz. Consiste en buscar un punto de referencia en la carretera (una piedra, un rótulo, un anuncio, un árbol, etc.), delante del vehículo y contar mil ciento uno, mil ciento dos, y equivale a guardar un lapso de dos segundos entre el vehículo y el de adelante. Si se llega al punto de referencia y se dice “mil ciento.....y no tiene tiempo de decir o contar mil ciento dos, ello significa que se está muy cerca del vehículo de adelante y se debe aumentar el espacio de separación o sea reducir la velocidad de circulación.
- Guardar una distancia del vehículo que se conduce y el de delante de forma tal que se permita ver las llantas de este sobre la calzada, si no se puede ver las llantas, esto indica que se está muy cerca.
- Antes de llegar a una intersección en que se detendrá por un dispositivo de control, avisar al vehículo de atrás lo que se va a hacer.

Para proteger el vehículo de colisión por alcance se debe tomar las siguientes precauciones:

- Avisar anticipadamente lo que se va a hacer.
- Frenar suavemente y evitar detenerse de manera violenta. Dar suficiente tiempo y espacio al vehículo de atrás.
- Mantener la distancia con vehículo que le viene siguiendo.
- Si el conductor, no guarda la distancia de seguimiento, constituyendo un peligro para los conductores, reducir la velocidad y dejarlo pasar. El conductor de atrás es peligroso, es un conductor impaciente y es más seguro no tenerlo cerca.

### **2.16.3. Aplicación de medidas de seguridad para colisiones por adelantamiento**

El adelantamiento es una de las maniobras más peligrosas en la conducción de vehículos. Se debe tener mucho cuidado al hacerla. Para explicarlo lo más claro posible vamos a dividir el adelantamiento en tres etapas:

**a) Primera etapa: Lo que debe hacerse antes del adelantamiento**

- Que no exista prohibición: línea amarilla continúa sobre el carril derecho o línea blanca continua, o línea amarilla doble.
- Que no exista tránsito en sentido contrario que ponga en peligro la maniobra, o bien que la dificulte.
- Que se encuentre con suficiente visibilidad para ejecutar la maniobra.
- Guardar la suficiente distancia con el vehículo que se va adelantar, cuidándose de un frenazo o bien de una reducción de velocidad del vehículo de adelante.
- Observar en el espejo retrovisor que no hayan vehículos, puesto que si se quiere regresar por la derecha, esta podría encontrarse cerrada por los vehículos de atrás.
- Cambiar la velocidad por una más fuerte que se requiere para maniobrar con más rapidez.

**b) Segunda etapa: Lo que se debe hacerse durante el adelantamiento**

- Avisar al conductor de adelante. Se avisa en el día con un toque suave de bocina, y en la noche por medio de un cambio de luces.
- Observar si el vehículo adelantado está cooperando con el adelantamiento, es decir, reduciendo la velocidad.
- Colocarse bien a su derecha, continuar con la maniobra de adelantamiento.
- Observar al vehículo de adelante, si no permite el adelantamiento, no debe insistir.

**c) Tercera etapa: Lo que debe hacerse después del adelantamiento.**

Cuando hemos adelantado y miramos por el espejo retrovisor al vehículo adelantado, hacemos las siguientes maniobras:

- Poner la direccional hacia la derecha.
- Regresar al carril derecho sin cortar al vehículo adelantado.

En la vía no se debe adelantar en:

- En intersecciones o esquinas (línea blanca continua).
- En donde exista una línea amarilla simple sobre el carril de circulación, o doble en dos carriles (uno en cada sentido).
- En cuestas y pendientes.

- En curvas.
- En las vecindades de parques y escuelas.

#### 2.16.4. Aplicación de medidas de seguridad en la conducción en intersecciones

Para evitar colisiones en intersecciones se debe seguir las siguientes recomendaciones:

- **Programar anticipadamente.** Se debe conocer, antes de llegar a la intersección hacia donde virar y nunca se debe actuar a última hora, porque pone en peligro la propia seguridad y la de los demás, haciendo virajes inesperados y a última hora, sin previo aviso ni señalamiento.
- **Ubicarse correctamente.** Es necesario ubicarse con la debida anticipación en el carril correcto antes de llegar a la intersección, y de acuerdo con su destino no se debe situar en el carril que no corresponde, se debe respetar las demarcaciones de los diferentes carriles y no limitarse a buscar la comodidad, porque esto puede provocar un accidente y hasta la muerte.
- **Hacer señales.** Se debe hacer con la debida anticipación las señales reglamentarias (manuales y eléctricas) si se va a detener el vehículo avisar al vehículo de atrás con tiempo, bombeando suave y ligeramente los frenos para que la luz de freno encienda.
- **Reducir la velocidad.** Antes de llegar a la intersección se debe reducir la velocidad, aunque la intersección tenga luz verde o aunque se circule por una vía principal. Se debe retirar el pie del pedal de aceleración y suspenderlo sobre el pedal del freno. Así se economizará el espacio de reacción en caso que presente una emergencia en la intersección.
- **Mirar lo más adelante posible.** Antes de llegar a la intersección, la mirada se debe llevar lo más adelante posible para saber:
  - Quien está en la avenida principal o secundaria.
  - Cuántos vehículos hay en la intersección y para donde van.
  - Cuáles son las señales que hay en la intersección.
- **No Impacientarse en los congestionamientos.** No se debe impacientar. Tampoco usar la bocina insistentemente. Con esa actitud, no se va a expeditar el tránsito,

pero pueden darle una infracción por escandaloso y poner nerviosas a otras personas. Recordar que la impaciencia puede ser antecedente de un choque.

- **No Adelantar en las intersecciones.** No deben hacerse adelantamientos en las intersecciones, en especial en aquellas cuyas vías una línea blanca continua antes de llegar a la esquina.
- **8. No Estacionar cerca de una intersección.** Ningún conductor debe estacionar su vehículo en las proximidades de una intersección si obstaculiza la visibilidad a otros conductores. Hay que detenerse por lo menos diez metros antes de una intersección o esquina.

#### **2.16.5. Aplicación de medidas de seguridad en la conducción en rotondas**

Aunque parece difícil la conducción en las rotondas, es sumamente fácil si se respeta los siguientes aspectos:

- Conducir a baja velocidad y respetar las señales.
- Hacer el ingreso a la rotonda en forma pausada y cuando se esté completamente seguro de no tener ningún vehículo cerca.
- No conducir demasiado cerca del vehículo delantero.
- Ubicarse en el carril correcto, ya sea para virar o para salir de la rotonda.
- Mantener una alta dosis de cortesía.
- Conducir a una velocidad no mayor a los 40 km/h que es la velocidad máxima permitida.
- Continuar en el sentido de circulación de la rotonda hasta poder ubicarse a la derecha y poder salir.

#### **2.16.6. Aplicación de métodos de seguridad ante condiciones atmosféricas adversas durante la lluvia**

La lluvia constituye un verdadero y grave problema para el conductor, y es una de las condiciones adversas contra la cual tiene que enfrentarse durante la conducción.

### **El Patinazo: (hidroplaneamiento).**

Al caer las primeras gotas de agua sobre la vía, forman una masa en extremo deslizante, una capa altamente resbaladiza. Sobre la cual pierden la adherencia las mejores llantas. Cuando el piso de la calzada o vía está mojado, hay más probabilidades de patinar. Con llantas en buen estado, la pérdida de adherencia puede disminuir de acuerdo al tipo de calzada hasta un 50%. De ahí la importancia de andar siempre con buenas llantas, especialmente en países lluviosos como el nuestro.

Frente a la posibilidad de patinar debe reducirse la velocidad, andar con buenas llantas, no importa la marca pues lo importante es el estado de las mismas.

### **2.16.7. Aplicación de medidas de seguridad en caso de neblina**

Aunque en nuestra ciudad son raras las veces que sucede este fenómeno se debe tener en cuenta estas medidas de seguridad en el caso de que se presentara.

Existen varios tipos de neblina: la ligera y la densa, la espesa es impenetrable. No importa el tipo de neblina, se debe encender las luces, no para ver sino para que nos vean. Así entonces frente a la conducción con neblina esta debe ser la principal regla: reducir la velocidad y encender las luces.

### **2.16.8. Proceso metodológico para el análisis del nivel de riesgo**

La metodología se basa en la idea de Hyden (1987) de que un conflicto de tránsito puede ser definido como un accidente potencial. De hecho, Hyden dedujo que la interacción entre los usuarios de la vía podría ilustrarse en una pirámide, donde los accidentes se encuentran en el vértice y representan eventos muy raros, mientras que las situaciones de riesgo, o conflictos potenciales, normales, leves y casi colisiones, representan más del 60% de la pirámide. De esta manera, la metodología diseñada para la implementación de la Auditoría de Seguridad Vial (ASV) parte de encontrar los conflictos probables sobre los planos de diseño o construcción, identificando las deficiencias geométricas, principalmente en zonas de cruce, convergencia, divergencia y entrecruzamiento, por ser estas las más expuestas a la accidentalidad, y complementando los hallazgos con otros asociados al cumplimiento de normas y criterios de seguridad en el resto de la infraestructura.

No obstante, una de las problemáticas de las ASV es que se limitan a describir tales zonas de conflicto o zonas críticas, formulando algunas recomendaciones, pero sin brindar herramientas reales que permitan superar la barrera de lo subjetivo y consolidar mecanismos que admitan medir el impacto de los hallazgos, comprometer la puesta en práctica de las recomendaciones y verificar el efectivo cumplimiento y la reducción de los índices de accidentalidad. Por esta razón, la idea de generar mecanismos que hagan más objetiva la auditoría y representen de una forma medible el impacto en la accidentalidad de los hallazgos o conflictos, es el principal objetivo de la metodología planteada.

Para esto, la metodología propuesta combina el proceso sistemático normal de una auditoría, con la teoría del riesgo, entendiendo que el riesgo se puede describir como el resultado de una “convolución”, entendida como un operador matemático que transforma dos funciones  $f$  y  $g$  en una tercera función  $h$ , donde  $f$  puede constituirse como la amenaza o probabilidad de que un evento ocurra con cierto grado de peligrosidad,  $g$  la vulnerabilidad o grado de pérdida probable en la ocurrencia de un evento, y  $h$  el riesgo o grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular en función de la amenaza y la vulnerabilidad. Cabe mencionar, que hasta el momento la accidentalidad vial no se ha considerado integralmente como un riesgo, de ahí que la probabilidad de un desastre, producto de la acumulación de conflictos en el tránsito, no ha sido contemplada en toda su dimensión.

Como se trata de funciones, las variables involucradas son múltiples pudiéndose incluir desde la tolerancia del cuerpo humano al impacto probable o la magnitud y naturaleza de la energía cinética del impacto, pasando por el tipo, estado y condiciones geométricas y operacionales de la infraestructura vial, hasta incluir incluso la disponibilidad y calidad de los servicios de emergencia y de atención traumatológica. No obstante, la metodología se centró en el análisis del tipo de actividades económicas como variable de exposición, la localización de las mismas en relación a la zona de conflicto como variable de vulnerabilidad, la geometría y condiciones del tránsito como variables de peligrosidad, la jerarquía vial como factor modificador del nivel de amenaza y la distribución modal y las velocidades de operación como variables de vulnerabilidad.

### **2.16.9. Definición de hallazgos**

La definición de hallazgos se basa fundamentalmente en la comprobación del cumplimiento o incumplimiento de requerimientos de diseño establecidos en manuales y normas, con base en listas de chequeo que abarcan todos los aspectos a evaluar desde diferentes ámbitos. No obstante, cabe mencionar que esta técnica es aplicable fundamentalmente a situaciones como carriles de aceleración y desaceleración, retornos, anchos mínimos, pendientes longitudinales y transversales máximas y mínimas, entre otros factores que pueden generalizarse y que están reglamentados. Otro es el caso, cuando se analizan intersecciones, portales, patios y estaciones en la que cada caso resulta particular y con condicionamientos y especificaciones diferentes. En este se parte de encontrar los conflictos probables sobre los planos de diseño o construcción identificando las deficiencias geométricas, principalmente en zonas de cruce, convergencia, divergencia y entrecruzamiento, por ser estas las más expuestas a la accidentalidad.

La identificación de hallazgos es el paso de partida para la aplicación de la metodología, y se expresan como Factores de Riesgo, que, de acuerdo con la definición universal, se refiere a cualquier circunstancia o situación que aumenta las probabilidades de ocurrencia de un evento y que afecta las condiciones normales de vida de los seres humanos.

Para estandarizar y homogenizar el análisis del riesgo se estimaron una serie de factores tipo que se enumeran a continuación:

### **2.16.10. Factores de riesgo de diseño planimétrico**

- Alineación de bordes y/o ejes incongruentes respecto a las trayectorias y sus canalizaciones seguras.
- Ancho de calzada insuficiente para las trayectorias vehiculares.
- Ancho de sección excesivo genera zona de abocinamiento peligrosa.
- Ancho de sección transversal insuficiente.
- Ángulo de deflexión peligroso.
- Ausencia de carril de aceleración requerido.
- Ausencia de carril de desaceleración requerido.
- Ausencia de cuña de incorporación requerida.

- Ausencia de curva horizontal en punto de quiebre con ángulo de deflexión mayor a 2°.
- Ausencia del sobreancho requerido.
- Calzado anular de ancho variable.
- Cambio de sección transversal sin transición segura.
- Configuración insegura de intercambiador de calzada.
- Deficiencia en los empalmes en la zona límite del proyecto.
- Eje de diseño inexistente o incongruente respecto al funcionamiento del proyecto.
- Entrecruzamiento peligroso.
- Longitud insuficiente para carril de aceleración.
- Longitud insuficiente para carril de desaceleración.
- Presencia de obstáculo frontal y/o lateral.
- Radio de giro menor al mínimo requerido para el vehículo de diseño.
- Trayectoria revertida.
- Variaciones peligrosas en los radios de curvatura

#### **2.16.10.1. Factores de riesgo de diseño vertical**

- Coincidencia peligrosa de curvas verticales con cruces, convergencias o divergencias.
- Coincidencia peligrosa de curvas verticales con curvas horizontales.
- Galibo insuficiente.
- Longitud de curva vertical menor a la requerida.
- Pendiente mayor a la máxima permitida según el tipo de vía y la velocidad de diseño.
- Pendiente menor a la mínima recomendada.
- Empalme altimétrico peligroso.
- Inexistencia de diseño vertical

#### **2.16.10.2. Factores de riesgo debido al peralte**

- Bombeo insuficiente.
- Configuración del peralte incongruente respecto al tipo de concatenación.

- Peralte insuficiente.
- Inexistencia de diseño de peraltes.

#### **2.16.10.3. Factores de riesgo debido a la señalización**

- Ausencia de demarcación horizontal.
- Ausencia de señalización vertical.
- Demarcación incompleta.
- Demarcación insegura y/o incongruente respecto a la geometría.
- Exceso de señales verticales.
- Señalización vertical incompleta.
- Señalización vertical incongruente respecto a la geometría

## **CAPÍTULO III**

### **RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO**

#### **3.1. Enfoque del estudio**

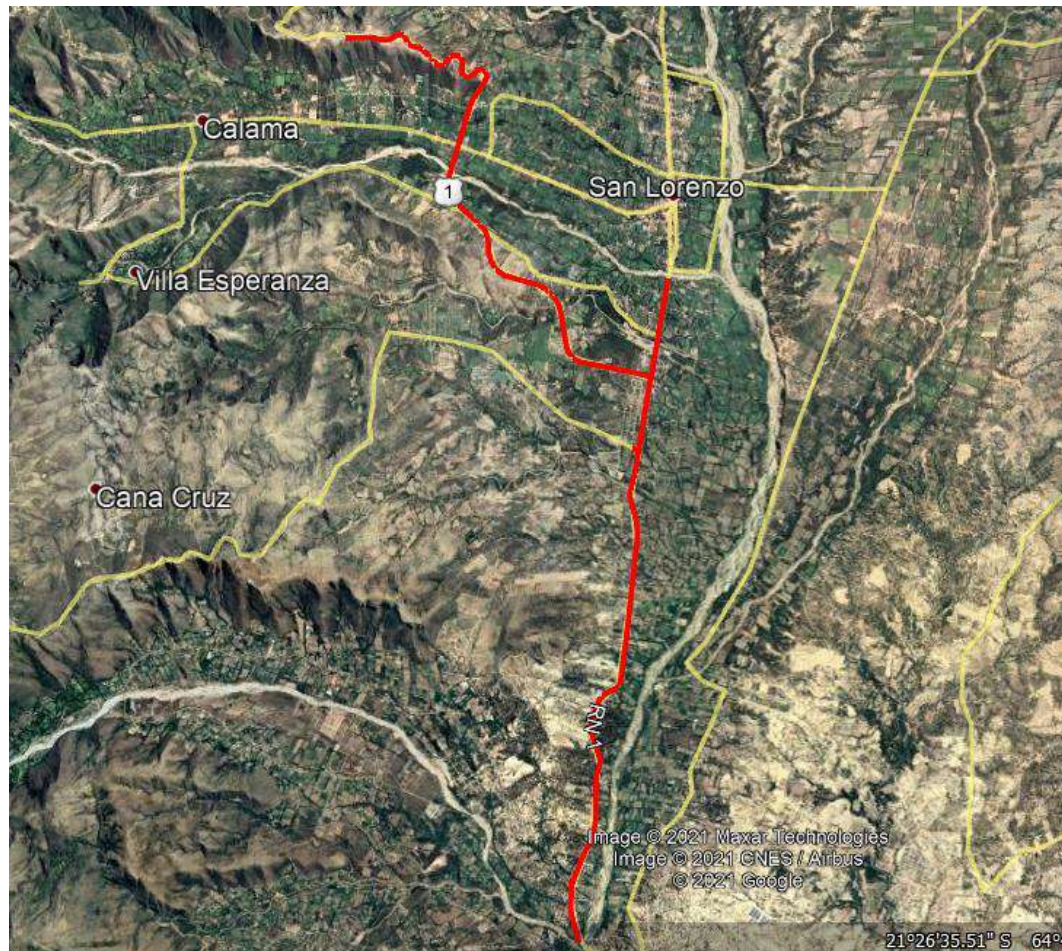
La aplicación práctica del siguiente estudio permitirá la cuantificación del índice de seguridad vial, en los dos ingresos principales de la ciudad de Tarija que son las carreteras al norte y al sur, se realizó recolección de datos con la frecuencia y gravedad de los siniestros en los dos accesos principales de nuestra ciudad las cuales fueron obtenidas de la Dirección Departamental de Transito de la ciudad de Tarija.

Habiendo seleccionado los puntos para las dos zonas de estudio a emplear, se procedió a determinar las variables necesarias para el cálculo de nuestra metodología como ser: aforo de tráfico vehicular, para determinar el volumen de TPD (tráfico promedio diario), la longitud de los tramos seleccionados.

#### **3.2. Ubicación del área de estudio**

La ubicación del área de estudio que contempla este estudio se encuentra ubicado en el Municipio de Tarija, Provincia Cercado, en la cual tomaremos en cuenta como principal referencia las dos principales carreteras que dan al ingreso de nuestra ciudad, las cuales son las carreteras que va hacia el norte y sur de nuestra ciudad de los cuales estarán descritos más adelante en un cuadro con coordenadas y ubicados con una imagen satelital mediante el programa google earth.

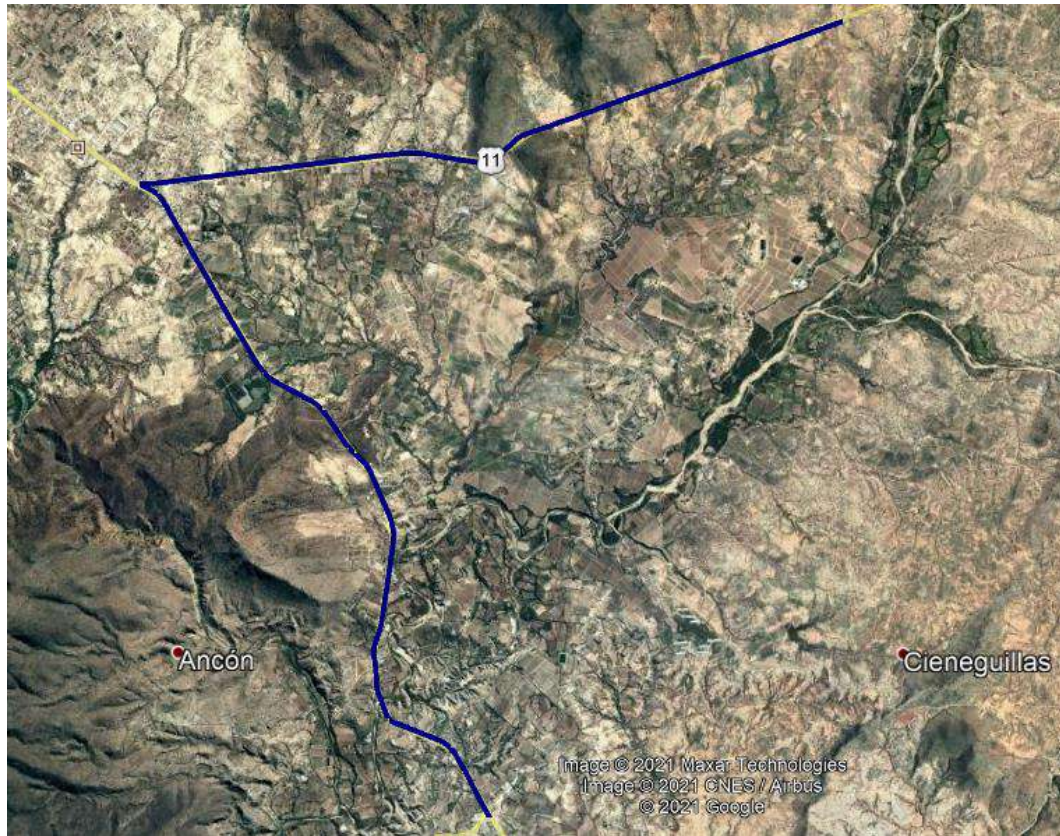
**Figura N° 32** Ubicación lado Norte del area de estudio



**Fuente:** Elaboración propia

**—** Carretera hacia el norte de la ciudad, desde puente Tomatitas hasta el puesto de control de Pajchani.

**Figura N° 33** Ubicación lado Sur del area de estudio



**Fuente:** Elaboración propia

— Carretera hacia el sur de la ciudad, desde el primer desvío hasta el puesto de control Tarija - Bermejo y desde el segundo desvío hasta el puesto de control Tarija – Chaco.

### **3.3. Características de las zonas de estudio**

Las dos zonas demarcadas para el estudio de este proyecto son el acceso del lado norte y del lado sur que dan al ingreso de nuestra ciudad, las cuales forman las siguientes características:

- Del lado norte y sur, son las vías principales de acceso a la ciudad de Tarija.
- Ambas orientaciones de las áreas de estudio son las de mayor tráfico vehicular.
- Son dos tramos carreteros que cuentan con número de accidentes considerables.

- El área de estudio de lado norte cuenta con un análisis de tramo de 15.84Km, y de lado sur cuenta con un análisis de tramo de 16.60 Km.
- Dentro de la zona de estudio en los dos tramos a analizar se optó por hacer el aforamiento del lado norte en 15 puntos y del lado sur otros 15 puntos, lo cual conforma los 30 puntos para obtener los índices de seguridad y el TPD.

### **3.4. Medición de los parámetros de la ingeniería de tráfico y seguridad vial**

#### **3.4.1 Volumen vehicular**

##### **3.4.1. Procedimiento**

Lo primero que se realizó fue señalar el lugar donde se puede aforar en cada acceso con buena visión, comodidad y seguridad.

Se decidió hacer el uso de la norma AASHTO, la cual establece que como tiempo mínimo de aforo para un proyecto vial se debe realizar el recuento de 7 días de la semana y las horas pico de los mismos. Sin embargo, estos datos no son obtenidos para encontrar un valor de diseño, sino más bien encontrar valores que sean indicadores de las condiciones que operan estas calzadas componentes de la zona actualmente.

La forma en que se hizo el análisis de los datos es el siguiente:

Para este proyecto se realizó el aforo de lunes a domingo y así formar los 7 días de la semana.

Para el conocimiento de las variaciones de volúmenes que se producen a lo largo del día, se fijaron los datos cada hora que pase, ósea el Volumen Promedio Horario, se obtuvo el promedio de los volúmenes de todas las horas y de todos los días en que se realizó el estudio.

Se inició el recuento de volúmenes en cada uno de los accesos un día lunes a la 7:00am hasta la 19:00 del mismo día, cumpliendo de esa forma con la norma AASHTO.

Mediante el Volumen Promedio Máximo Horario, se identifica la situación más crítica, identificando el volumen máximo de cada hora en cada día de los aforos realizados.

Fue necesaria la ayuda de un grupo de personal, que fue capacitado con la información requerida, completa y adecuada, para el aforo del volumen vehicular.

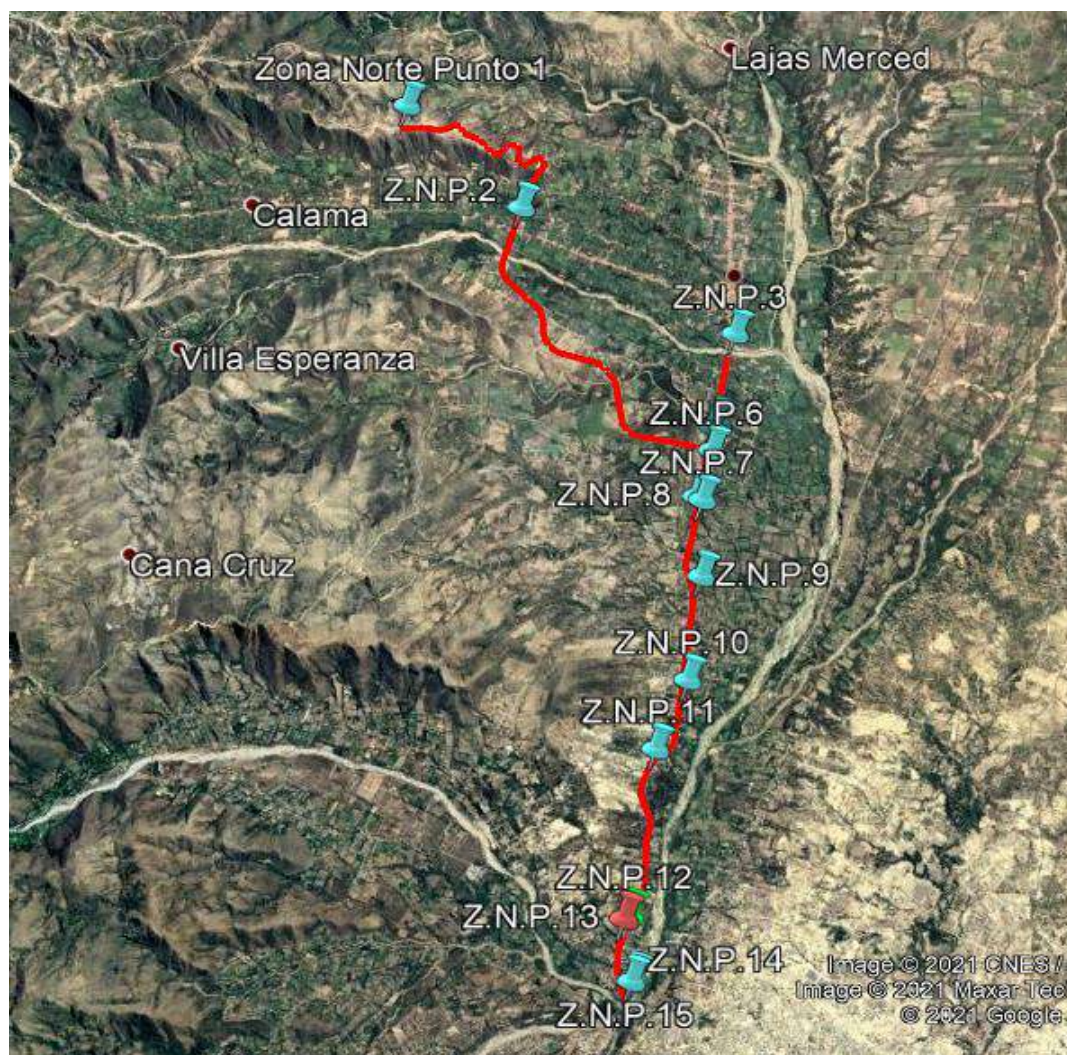
### 3.5. Aforamientos en el área de estudio

El aforo de volúmenes se realizará manualmente.

Se elaboró planillas para cada uno de los accesos, en función de la clasificación vehicular, vehículo liviano, mediano y pesado; con separación de una hora.

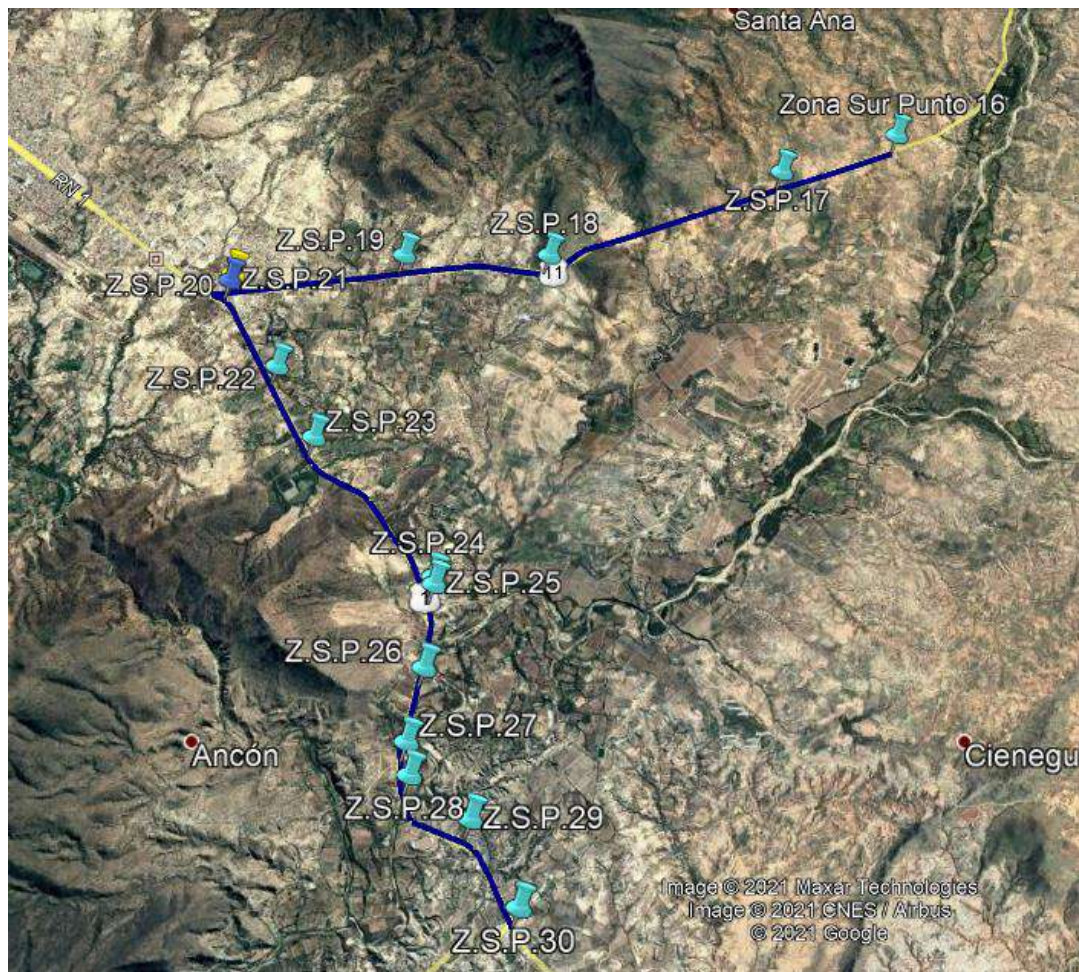
En la siguiente imagen muestra el punto de ubicación de la realización del aforo.

**Figura N° 34** Punto de ubicación para el aforo de volúmenes zona norte



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 35** Punto de ubicación para el aforo de volúmenes zona sur



**Fuente:** Elaboración propia

A continuación, se presenta tablas de los datos obtenidos de la cantidad de vehículos de aforo en los diferentes puntos de estudio:

**Tabla N° 4** Coordenadas geodésicas del tramo de la carretera zona norte

| <b>Nombre</b> | <b>Descripción</b>                                  | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
|---------------|-----------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Z.N.P.1       | Puesto de control Pajchani                          | 21°23'58.72"S  | 64°47'16.61"O   |
| Z.N.P.2       | Cruce Calama, Pajchani, Tarija Cancha y San Lorenzo | 21°24'40.16"S  | 64°46'29.74"O   |
| Z.N.P.3       | Puente entrada a San Lorenzo                        | 21°25'32.96"S  | 64°45'0.26"O    |
| Z.N.P.4       | Carretera a San Lorenzo                             | 21°26'9.76"S   | 64°45'6.77"O    |
| Z.N.P.5       | Ingreso nuevo carretera Norte                       | 21°26'11.71"S  | 64°45'9.08"O    |
| Z.N.P.6       | Rancho Norte                                        | 21°26'21.51"S  | 64°45'9.03"O    |
| Z.N.P.7       | Rotonda ingreso Sama - Carretera San Lorenzo        | 21°26'41.87"S  | 64°45'12.76"O   |
| Z.N.P.8       | Ingreso a la carretera antigua "Sama"               | 21°26'40.58"S  | 64°45'15.35"O   |
| Z.N.P.9       | Estación de servicio                                | 21°27'13.25"S  | 64°45'12.71"O   |
| Z.N.P.10      | Carretera a San Lorenzo                             | 21°27'55.29"S  | 64°45'17.63"O   |
| Z.N.P.11      | Rancho Sud                                          | 21°28'23.06"S  | 64°45'30.17"O   |
| Z.N.P.12      | Carretera San Lorenzo - Rancho Norte                | 21°29'29.13"S  | 64°45'39.35"O   |
| Z.N.P.13      | Ingreso a Erquiz                                    | 21°29'30.49"S  | 64°45'41.50"O   |
| Z.N.P.14      | Puente de Tomatitas                                 | 21°29'53.81"S  | 64°45'37.46"O   |
| Z.N.P.15      | Ingreso a Tomatitas                                 | 21°29'55.10"S  | 64°45'38.32"O   |

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla N° 5** Coordenadas geodésicas del tramo de la carretera zona sur

| <b>Nombre</b> | <b>Descripción</b>                     | <b>Latitud</b> | <b>Longitud</b> |
|---------------|----------------------------------------|----------------|-----------------|
| Z.N.P.16      | Puesto de control Tarija - Chaco       | 21°32'55.82"S  | 64°35'24.92"O   |
| Z.N.P.17      | Ingreso a Santa Ana                    | 21°33'12.92"S  | 64°36'15.60"O   |
| Z.N.P.18      | Sin descripción                        | 21°33'50.82"S  | 64°37'55.47"O   |
| Z.N.P.19      | Sin descripción                        | 21°33'50.38"S  | 64°38'58.17"O   |
| Z.N.P.20      | El portillo carretera Tarija - Chaco   | 21°33'58.49"S  | 64°40'11.01"O   |
| Z.N.P.21      | El portillo carretera Tarija - Bermejo | 21°34'1.69"S   | 64°40'11.97"O   |
| Z.N.P.22      | Sin descripción                        | 21°34'38.77"S  | 64°39'47.34"O   |
| Z.N.P.23      | Sin descripción                        | 21°35'8.54"S   | 64°39'28.27"O   |
| Z.N.P.24      | Unión tramo 16 con 24                  | 21°36'4.21"S   | 64°38'33.90"O   |
| Z.N.P.25      | Sin descripción                        | 21°36'6.98"S   | 64°38'33.38"O   |
| Z.N.P.26      | Puesto de Control Tarija - Bermejo     | 21°36'38.65"S  | 64°38'34.67"O   |
| Z.N.P.27      | Sin descripción                        | 21°37'5.92"S   | 64°38'39.00"O   |
| Z.N.P.28      | Sin descripción                        | 21°37'17.79"S  | 64°38'36.91"O   |
| Z.N.P.29      | Sin descripción                        | 21°37'33.36"S  | 64°38'11.94"O   |
| Z.N.P.30      | Ingreso al Valle de la Concepción      | 21°38'3.68"S   | 64°37'51.26"O   |

**Fuente:** Elaboración propia

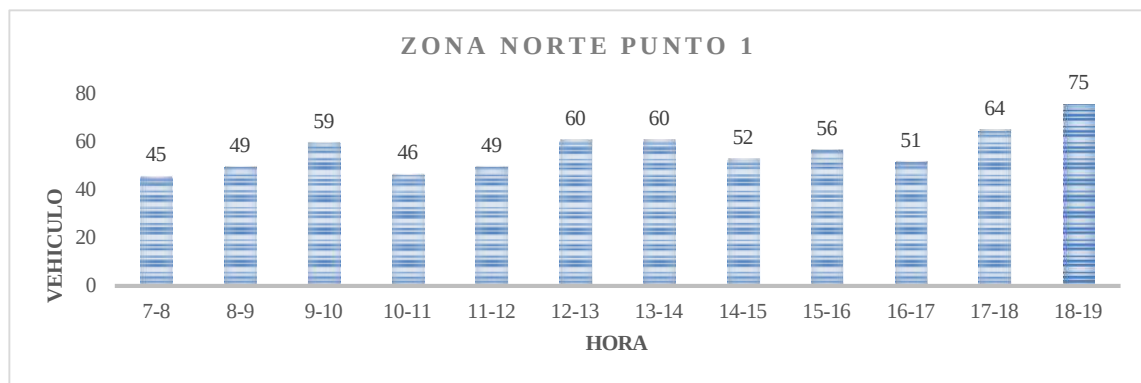
### 3.5.1. Datos obtenidos de aforos de volúmenes de tráfico de la zona norte

**Tabla N° 6** Aforo punto N°1 - puesto de control Pajchani

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 39             | 42  | 82   | 60    | 48    | 51    | 60    | 35    | 71    | 55    | 67    | 65    |
| Martes    | 37             | 42  | 54   | 41    | 48    | 56    | 49    | 66    | 70    | 67    | 62    | 94    |
| Miércoles | 45             | 67  | 54   | 64    | 56    | 71    | 62    | 59    | 56    | 46    | 62    | 79    |
| Jueves    | 58             | 46  | 53   | 41    | 38    | 60    | 70    | 56    | 38    | 57    | 67    | 82    |
| Viernes   | 43             | 52  | 65   | 43    | 57    | 62    | 46    | 56    | 51    | 50    | 65    | 84    |
| Sábado    | 45             | 43  | 64   | 46    | 57    | 65    | 77    | 71    | 58    | 40    | 65    | 60    |
| Domingo   | 51             | 56  | 45   | 30    | 44    | 56    | 60    | 23    | 54    | 48    | 65    | 66    |
| Total     | 45             | 49  | 59   | 46    | 49    | 60    | 60    | 52    | 56    | 51    | 64    | 75    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 1** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°1



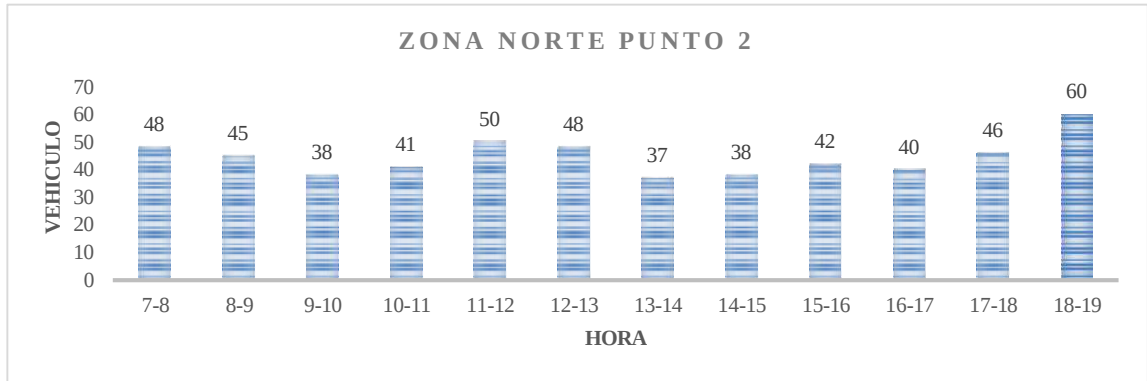
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 7** Aforo punto N°2 - Cruce Calama, Pajchani, Tarija Cancha y San Lorenzo

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 51             | 46  | 31   | 40    | 38    | 27    | 38    | 26    | 38    | 34    | 46    | 68    |
| Martes    | 45             | 45  | 38   | 56    | 38    | 44    | 34    | 37    | 35    | 43    | 50    | 64    |
| Miércoles | 47             | 38  | 30   | 38    | 49    | 43    | 27    | 45    | 46    | 46    | 45    | 61    |
| Jueves    | 58             | 42  | 32   | 41    | 63    | 51    | 45    | 32    | 39    | 38    | 50    | 62    |
| Viernes   | 61             | 51  | 46   | 36    | 50    | 57    | 34    | 42    | 48    | 43    | 46    | 55    |
| Sábado    | 39             | 45  | 46   | 40    | 55    | 47    | 37    | 49    | 50    | 34    | 48    | 69    |
| Domingo   | 37             | 48  | 47   | 36    | 63    | 71    | 48    | 37    | 42    | 48    | 38    | 44    |
| Total     | 48             | 45  | 38   | 41    | 50    | 48    | 37    | 38    | 42    | 40    | 46    | 60    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 2 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°2**



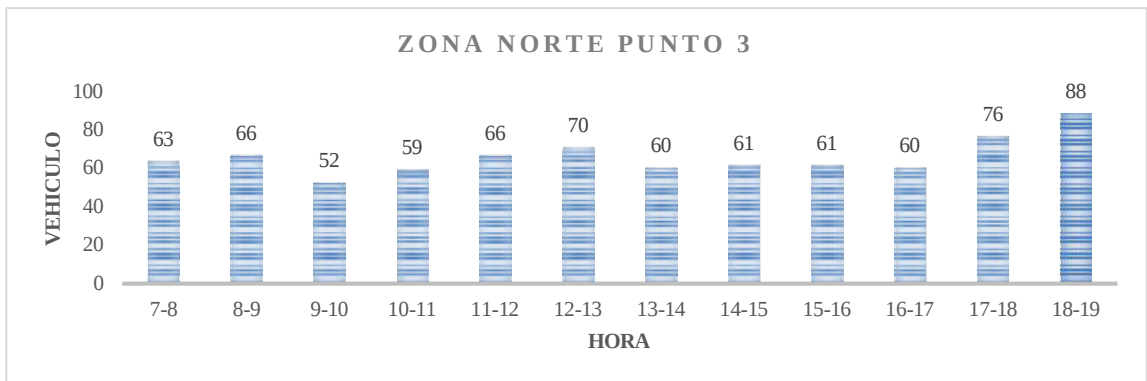
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 8 Aforo punto N°3 – puente entrada a San Lorenzo**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 66             | 59  | 40   | 43    | 51    | 70    | 67    | 42    | 54    | 36    | 58    | 89    |
| Martes    | 83             | 74  | 42   | 42    | 51    | 81    | 114   | 69    | 71    | 63    | 105   | 136   |
| Miércoles | 72             | 85  | 63   | 62    | 71    | 84    | 79    | 59    | 57    | 50    | 58    | 58    |
| Jueves    | 61             | 75  | 37   | 34    | 71    | 79    | 51    | 60    | 55    | 67    | 77    | 94    |
| Viernes   | 66             | 66  | 79   | 65    | 51    | 25    | 34    | 77    | 85    | 81    | 85    | 106   |
| Sábado    | 63             | 42  | 57   | 80    | 82    | 81    | 24    | 66    | 66    | 50    | 80    | 47    |
| Domingo   | 32             | 67  | 46   | 91    | 91    | 70    | 57    | 58    | 44    | 74    | 71    | 87    |
| Total     | 63             | 66  | 52   | 59    | 66    | 70    | 60    | 61    | 61    | 60    | 76    | 88    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 3 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°3**



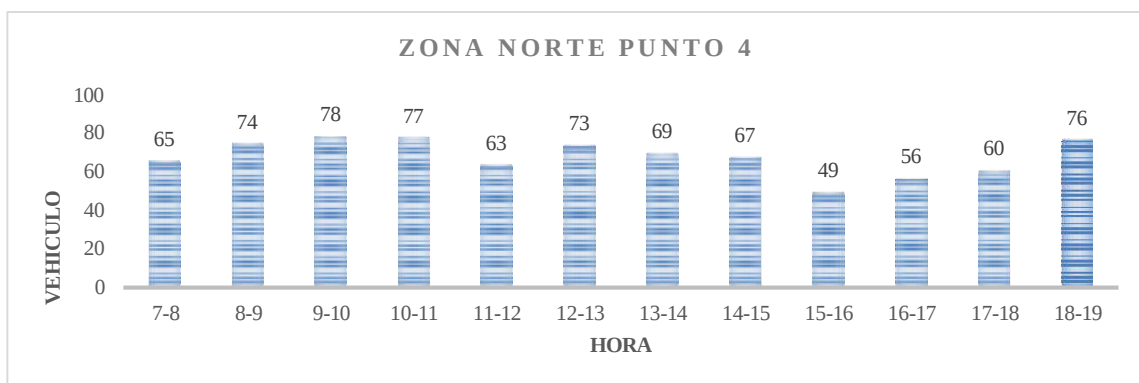
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 9 Aforo punto N°4 – carretera a San Lorenzo**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 44             | 52  | 59   | 68    | 74    | 71    | 63    | 64    | 23    | 42    | 57    | 63    |
| Martes    | 61             | 77  | 85   | 90    | 74    | 63    | 80    | 66    | 47    | 85    | 49    | 84    |
| Miércoles | 64             | 69  | 80   | 58    | 60    | 82    | 61    | 78    | 41    | 47    | 46    | 88    |
| Jueves    | 84             | 89  | 78   | 81    | 70    | 72    | 77    | 66    | 53    | 47    | 64    | 72    |
| Viernes   | 62             | 69  | 73   | 92    | 41    | 82    | 38    | 72    | 44    | 61    | 64    | 81    |
| Sábado    | 61             | 75  | 79   | 56    | 53    | 77    | 84    | 57    | 78    | 58    | 59    | 71    |
| Domingo   | 80             | 90  | 98   | 95    | 71    | 69    | 81    | 70    | 59    | 57    | 82    | 75    |
| Total     | 65             | 74  | 78   | 77    | 63    | 73    | 69    | 67    | 49    | 56    | 60    | 76    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 4 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°4**



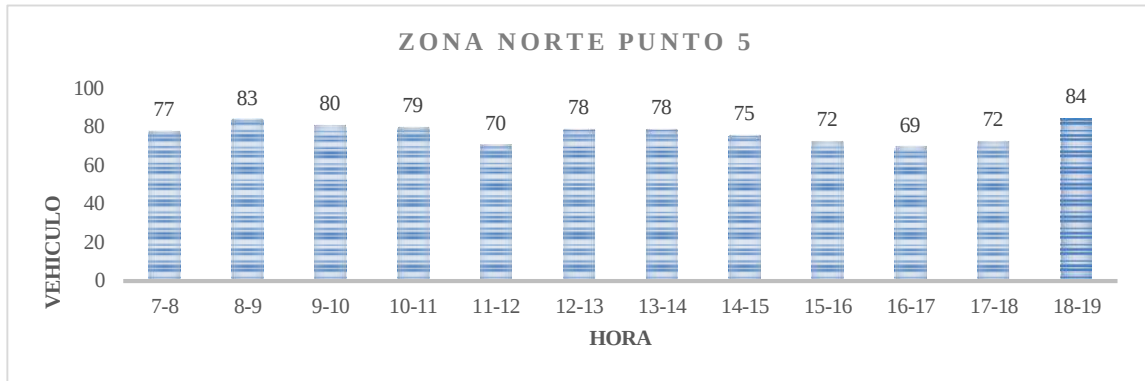
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 10 Aforo punto N°5 – ingreso nuevo carretera norte**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 84             | 94  | 71   | 79    | 74    | 82    | 97    | 78    | 72    | 86    | 48    | 80    |
| Martes    | 81             | 79  | 75   | 82    | 74    | 71    | 77    | 68    | 73    | 60    | 56    | 84    |
| Miércoles | 59             | 88  | 87   | 82    | 84    | 82    | 87    | 78    | 81    | 62    | 78    | 99    |
| Jueves    | 75             | 77  | 69   | 78    | 74    | 82    | 82    | 72    | 81    | 52    | 72    | 80    |
| Viernes   | 76             | 81  | 87   | 91    | 38    | 82    | 78    | 82    | 68    | 57    | 93    | 86    |
| Sábado    | 91             | 81  | 84   | 75    | 73    | 69    | 73    | 79    | 65    | 90    | 72    | 88    |
| Domingo   | 79             | 82  | 93   | 66    | 75    | 81    | 53    | 68    | 65    | 78    | 88    | 76    |
| Total     | 77             | 83  | 80   | 79    | 70    | 78    | 78    | 75    | 72    | 69    | 72    | 84    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 5 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°5**



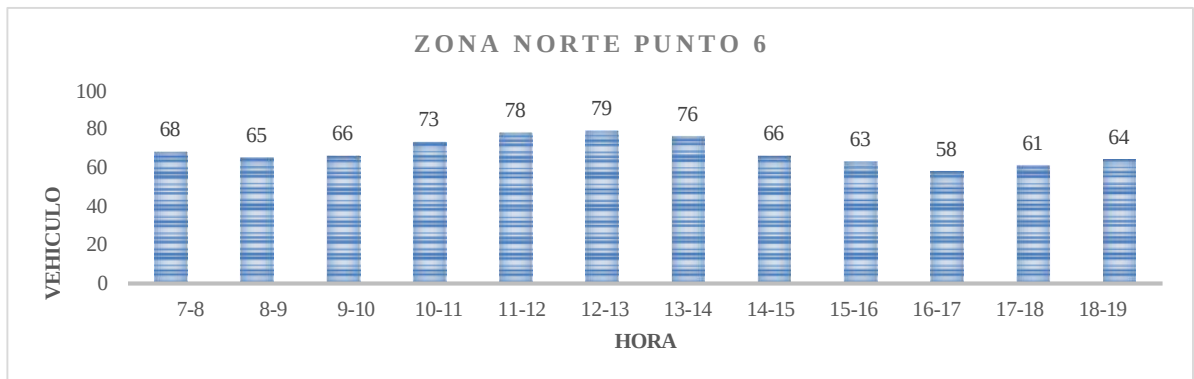
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 11 Aforo punto N°6 – Rancho norte**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 80             | 78  | 76   | 72    | 87    | 50    | 42    | 76    | 90    | 51    | 58    | 69    |
| Martes    | 84             | 78  | 68   | 50    | 87    | 91    | 70    | 65    | 71    | 29    | 64    | 53    |
| Miércoles | 65             | 58  | 71   | 81    | 81    | 87    | 100   | 49    | 29    | 69    | 43    | 57    |
| Jueves    | 40             | 58  | 64   | 83    | 82    | 50    | 63    | 72    | 67    | 83    | 94    | 55    |
| Viernes   | 38             | 82  | 77   | 63    | 84    | 94    | 84    | 70    | 72    | 55    | 44    | 82    |
| Sábado    | 84             | 20  | 25   | 84    | 36    | 90    | 79    | 65    | 61    | 61    | 64    | 67    |
| Domingo   | 89             | 81  | 84   | 84    | 89    | 92    | 96    | 69    | 57    | 61    | 65    | 68    |
| Total     | 68             | 65  | 66   | 73    | 78    | 79    | 76    | 66    | 63    | 58    | 61    | 64    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 6 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°6**



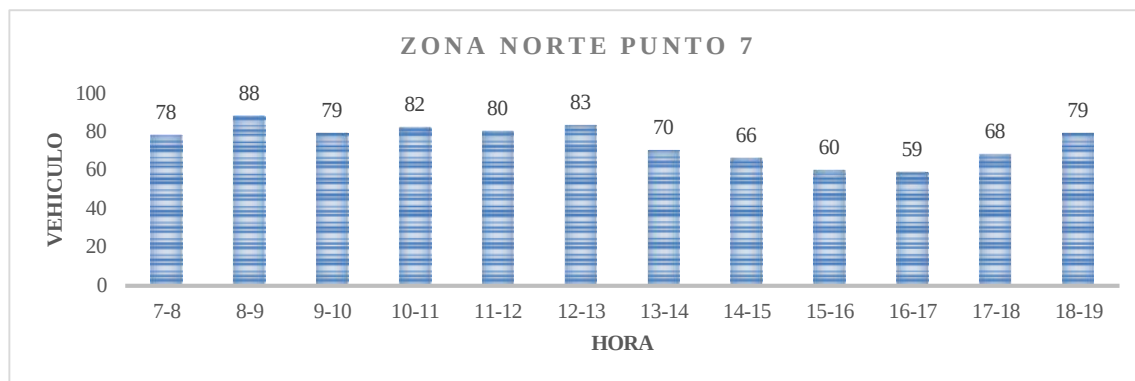
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 12 Aforo punto N°7 – rotonda ingreso Sama – San Lorenzo**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 88             | 76  | 84   | 84    | 93    | 88    | 27    | 68    | 54    | 70    | 82    | 96    |
| Martes    | 61             | 91  | 65   | 94    | 93    | 82    | 82    | 80    | 71    | 52    | 66    | 66    |
| Miércoles | 88             | 92  | 71   | 73    | 86    | 73    | 76    | 68    | 59    | 73    | 76    | 80    |
| Jueves    | 55             | 82  | 77   | 88    | 94    | 84    | 80    | 70    | 45    | 46    | 71    | 60    |
| Viernes   | 81             | 99  | 90   | 91    | 87    | 80    | 76    | 69    | 64    | 53    | 72    | 86    |
| Sábado    | 81             | 93  | 91   | 62    | 66    | 94    | 71    | 70    | 68    | 48    | 31    | 88    |
| Domingo   | 94             | 87  | 81   | 82    | 47    | 86    | 80    | 42    | 63    | 77    | 79    | 81    |
| Total     | 78             | 88  | 79   | 82    | 80    | 83    | 70    | 66    | 60    | 59    | 68    | 79    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 7 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°7**



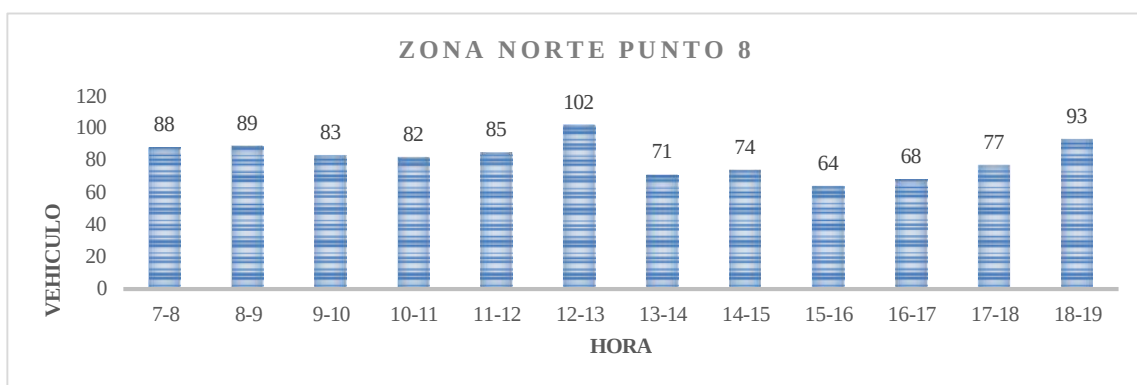
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 13 Aforo punto N°8 – ingreso a la carrete antigua a Sama**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 91             | 88  | 83   | 86    | 88    | 95    | 82    | 76    | 48    | 59    | 72    | 89    |
| Martes    | 97             | 90  | 75   | 71    | 88    | 105   | 88    | 64    | 63    | 59    | 78    | 83    |
| Miércoles | 73             | 75  | 86   | 64    | 82    | 105   | 71    | 70    | 58    | 73    | 73    | 96    |
| Jueves    | 74             | 95  | 87   | 90    | 98    | 103   | 85    | 79    | 67    | 74    | 82    | 91    |
| Viernes   | 102            | 80  | 77   | 90    | 90    | 109   | 82    | 80    | 68    | 76    | 83    | 107   |
| Sábado    | 85             | 100 | 87   | 81    | 81    | 100   | 34    | 87    | 78    | 67    | 67    | 98    |
| Domingo   | 94             | 98  | 88   | 97    | 71    | 97    | 60    | 62    | 70    | 71    | 90    | 88    |
| Total     | 88             | 89  | 83   | 82    | 85    | 102   | 71    | 74    | 64    | 68    | 77    | 93    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 8 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°8**



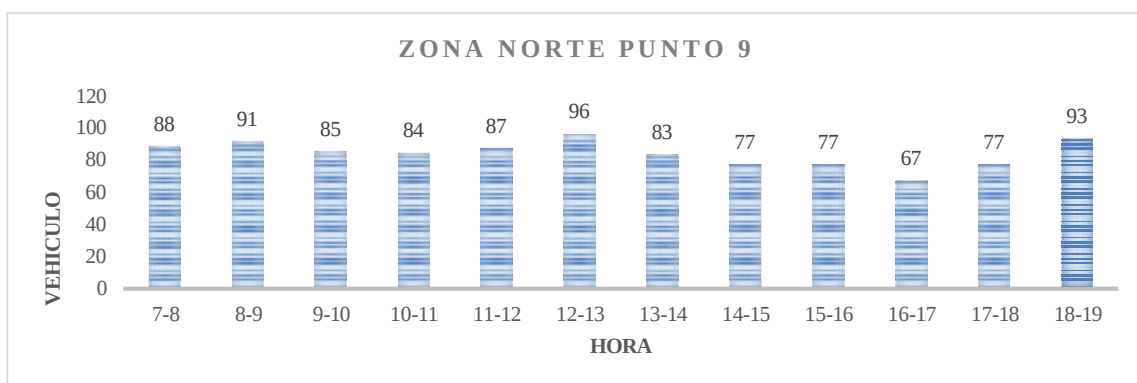
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 14 Aforo punto N°9 – estación de servicios**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 84             | 98  | 95   | 85    | 95    | 96    | 89    | 84    | 79    | 67    | 86    | 96    |
| Martes    | 76             | 98  | 96   | 83    | 95    | 103   | 83    | 81    | 72    | 58    | 76    | 94    |
| Miércoles | 87             | 83  | 66   | 80    | 80    | 86    | 76    | 63    | 82    | 61    | 82    | 95    |
| Jueves    | 89             | 78  | 79   | 83    | 81    | 98    | 80    | 75    | 69    | 62    | 75    | 95    |
| Viernes   | 95             | 85  | 78   | 65    | 75    | 96    | 89    | 77    | 72    | 62    | 70    | 79    |
| Sábado    | 89             | 99  | 100  | 96    | 91    | 100   | 82    | 87    | 87    | 81    | 76    | 95    |
| Domingo   | 99             | 96  | 84   | 100   | 94    | 97    | 83    | 78    | 80    | 78    | 80    | 98    |
| Total     | 88             | 91  | 85   | 84    | 87    | 96    | 83    | 77    | 77    | 67    | 77    | 93    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 9 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°9**



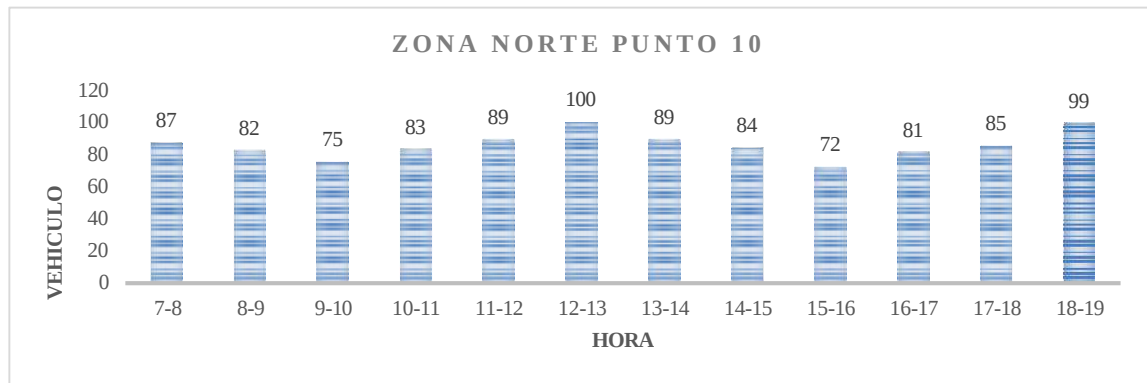
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 15 Aforo punto N°10 – carretera a San Lorenzo**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 64             | 64  | 83   | 76    | 84    | 101   | 79    | 86    | 67    | 79    | 80    | 101   |
| Martes    | 85             | 71  | 37   | 88    | 84    | 95    | 102   | 71    | 42    | 58    | 66    | 92    |
| Miércoles | 105            | 87  | 72   | 88    | 91    | 112   | 92    | 88    | 80    | 97    | 94    | 103   |
| Jueves    | 100            | 75  | 69   | 86    | 95    | 92    | 82    | 84    | 78    | 80    | 85    | 97    |
| Viernes   | 78             | 94  | 91   | 81    | 101   | 101   | 102   | 89    | 72    | 82    | 90    | 108   |
| Sábado    | 82             | 90  | 97   | 78    | 88    | 99    | 92    | 103   | 77    | 86    | 86    | 98    |
| Domingo   | 100            | 96  | 77   | 84    | 80    | 101   | 78    | 69    | 89    | 86    | 96    | 100   |
| Total     | 87             | 82  | 75   | 83    | 89    | 100   | 89    | 84    | 72    | 81    | 85    | 99    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 10 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°10**



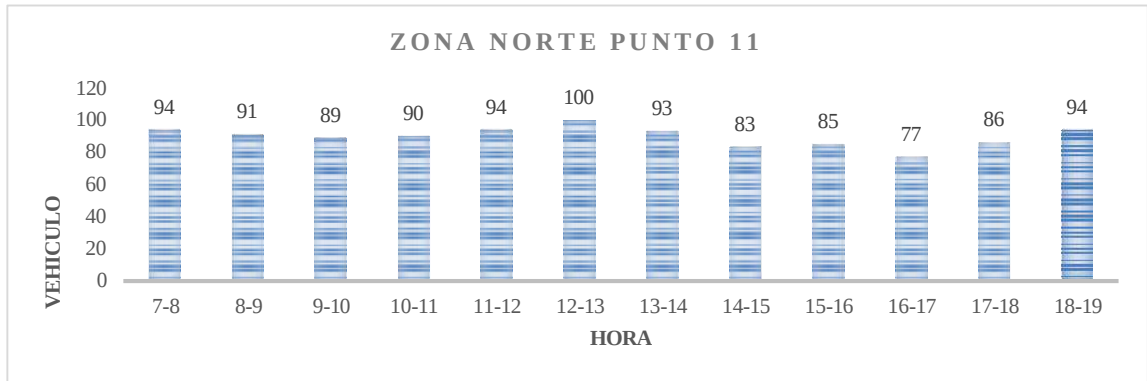
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 16 Aforo punto N°11 – Rancho sud**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 105            | 96  | 84   | 92    | 95    | 108   | 90    | 82    | 89    | 88    | 91    | 91    |
| Martes    | 92             | 84  | 88   | 88    | 95    | 98    | 104   | 98    | 85    | 83    | 100   | 106   |
| Miércoles | 83             | 80  | 88   | 83    | 82    | 95    | 99    | 91    | 86    | 79    | 89    | 94    |
| Jueves    | 92             | 97  | 91   | 89    | 86    | 93    | 94    | 85    | 90    | 64    | 76    | 102   |
| Viernes   | 103            | 88  | 97   | 94    | 106   | 108   | 74    | 42    | 82    | 64    | 68    | 71    |
| Sábado    | 90             | 98  | 82   | 98    | 103   | 104   | 97    | 88    | 90    | 84    | 92    | 99    |
| Domingo   | 97             | 94  | 97   | 92    | 91    | 95    | 95    | 96    | 77    | 83    | 90    | 98    |
| Total     | 94             | 91  | 89   | 90    | 94    | 100   | 93    | 83    | 85    | 77    | 86    | 94    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 11** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°11



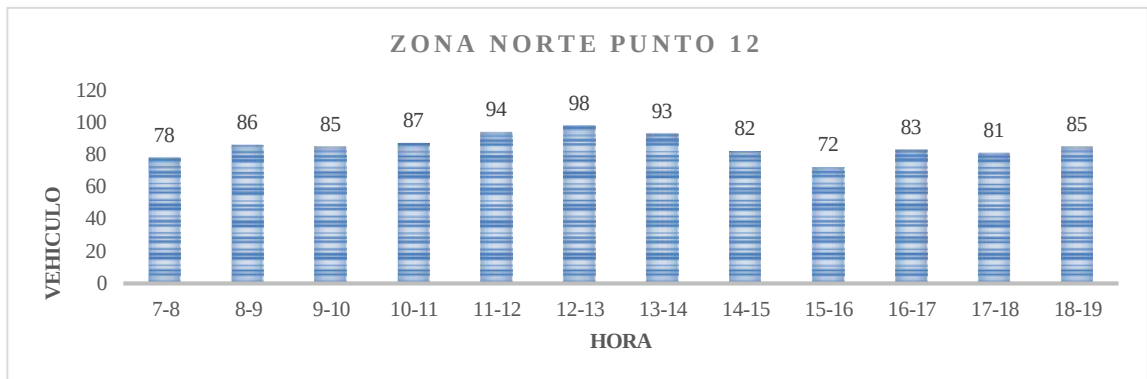
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 17** Aforo punto N°12 – carretera San Lorenzo - Rancho norte

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 100            | 99  | 91   | 101   | 98    | 99    | 92    | 91    | 93    | 87    | 96    | 99    |
| Martes    | 83             | 79  | 81   | 71    | 98    | 99    | 99    | 81    | 52    | 90    | 90    | 92    |
| Miércoles | 37             | 88  | 92   | 81    | 103   | 99    | 88    | 87    | 35    | 65    | 81    | 86    |
| Jueves    | 85             | 64  | 70   | 78    | 83    | 103   | 96    | 90    | 85    | 88    | 91    | 90    |
| Viernes   | 82             | 95  | 84   | 93    | 92    | 98    | 93    | 90    | 85    | 78    | 46    | 90    |
| Sábado    | 90             | 91  | 91   | 96    | 95    | 94    | 96    | 82    | 91    | 100   | 88    | 91    |
| Domingo   | 71             | 91  | 92   | 89    | 94    | 98    | 89    | 55    | 64    | 76    | 81    | 51    |
| Total     | 78             | 86  | 85   | 87    | 94    | 98    | 93    | 82    | 72    | 83    | 81    | 85    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 12** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°12



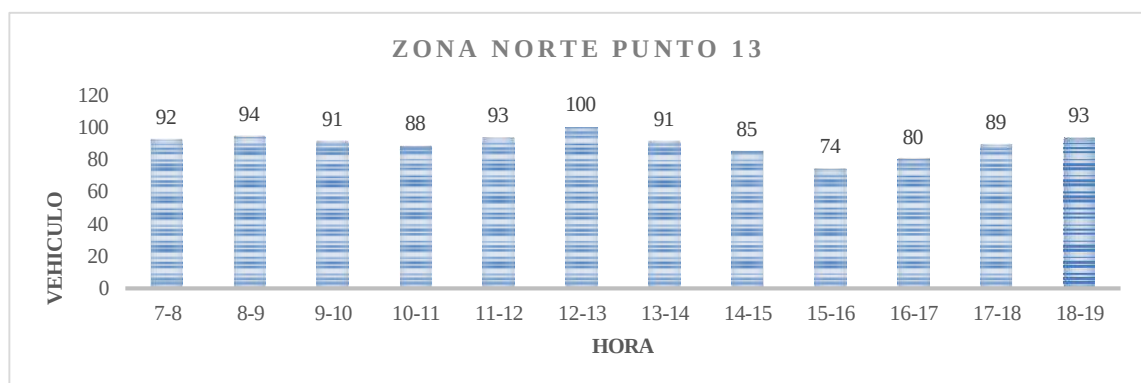
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 18 Aforo punto N°13 – ingreso a Erquiz**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 88             | 90  | 94   | 99    | 99    | 99    | 101   | 96    | 81    | 93    | 93    | 88    |
| Martes    | 105            | 96  | 85   | 78    | 99    | 104   | 88    | 88    | 90    | 87    | 95    | 93    |
| Miércoles | 104            | 101 | 90   | 83    | 86    | 101   | 87    | 85    | 74    | 72    | 89    | 93    |
| Jueves    | 86             | 97  | 99   | 98    | 92    | 93    | 87    | 75    | 79    | 81    | 91    | 91    |
| Viernes   | 85             | 94  | 83   | 84    | 91    | 103   | 93    | 92    | 77    | 78    | 88    | 96    |
| Sábado    | 91             | 94  | 89   | 86    | 93    | 102   | 94    | 91    | 54    | 74    | 88    | 92    |
| Domingo   | 86             | 91  | 97   | 91    | 96    | 104   | 93    | 73    | 64    | 76    | 80    | 99    |
| Total     | 92             | 94  | 91   | 88    | 93    | 100   | 91    | 85    | 74    | 80    | 89    | 93    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 13 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°13**



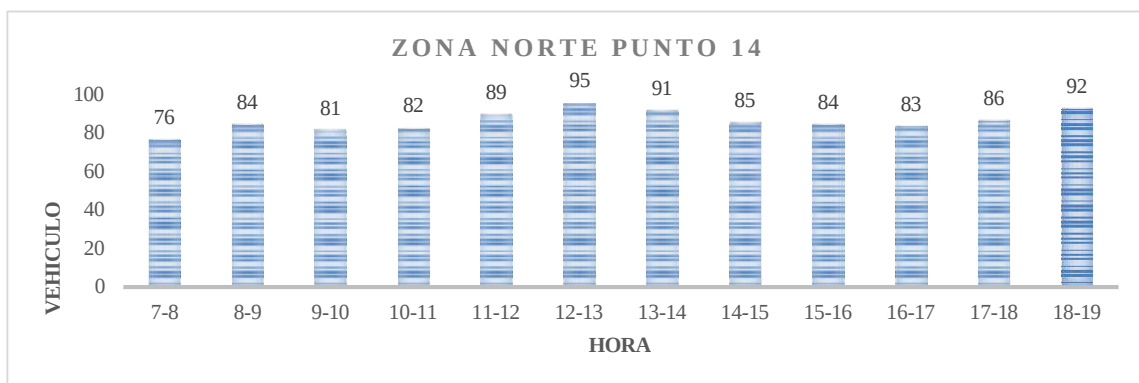
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 19 Aforo punto N°14 – puente de Tomatitas**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 61             | 86  | 74   | 82    | 87    | 97    | 90    | 82    | 77    | 91    | 90    | 92    |
| Martes    | 92             | 88  | 81   | 88    | 87    | 103   | 88    | 79    | 84    | 88    | 91    | 95    |
| Miércoles | 78             | 95  | 90   | 79    | 98    | 96    | 100   | 86    | 81    | 83    | 94    | 91    |
| Jueves    | 73             | 81  | 82   | 77    | 86    | 102   | 88    | 86    | 88    | 72    | 80    | 90    |
| Viernes   | 90             | 81  | 90   | 89    | 80    | 85    | 88    | 84    | 81    | 79    | 81    | 88    |
| Sábado    | 81             | 90  | 84   | 86    | 96    | 95    | 93    | 88    | 83    | 77    | 88    | 92    |
| Domingo   | 61             | 69  | 68   | 78    | 89    | 91    | 95    | 90    | 98    | 93    | 83    | 96    |
| Total     | 76             | 84  | 81   | 82    | 89    | 95    | 91    | 85    | 84    | 83    | 86    | 92    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 14** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°14



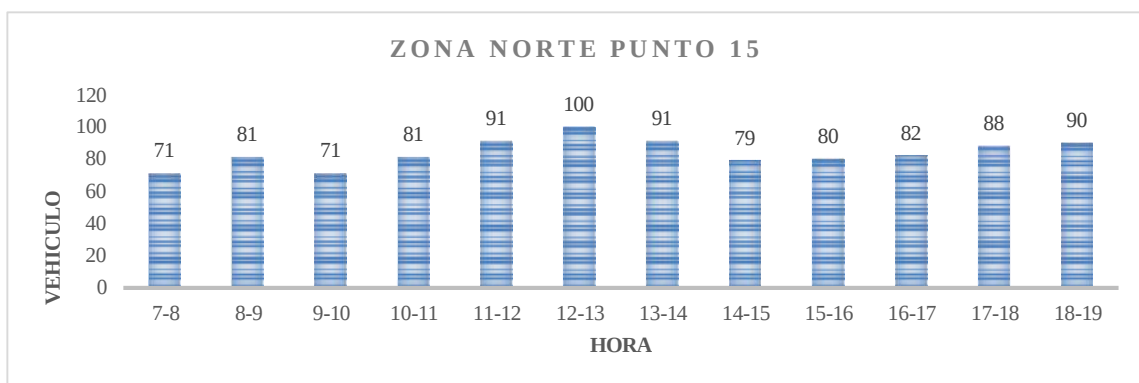
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 20** Aforo punto N°15 – ingreso a Tomatitas

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 65             | 88  | 77   | 89    | 90    | 93    | 88    | 79    | 87    | 90    | 89    | 93    |
| Martes    | 66             | 75  | 73   | 83    | 90    | 100   | 96    | 78    | 80    | 82    | 92    | 91    |
| Miércoles | 77             | 80  | 85   | 96    | 100   | 105   | 94    | 85    | 89    | 92    | 90    | 92    |
| Jueves    | 72             | 90  | 91   | 71    | 82    | 95    | 100   | 85    | 59    | 62    | 92    | 92    |
| Viernes   | 62             | 78  | 82   | 89    | 94    | 105   | 108   | 79    | 89    | 85    | 89    | 93    |
| Sábado    | 90             | 84  | 77   | 90    | 90    | 104   | 89    | 86    | 79    | 82    | 80    | 82    |
| Domingo   | 70             | 74  | 17   | 52    | 91    | 102   | 68    | 62    | 79    | 86    | 90    | 89    |
| Total     | 71             | 81  | 71   | 81    | 91    | 100   | 91    | 79    | 80    | 82    | 88    | 90    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 15** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°15



**Fuente:** Elaboración propia

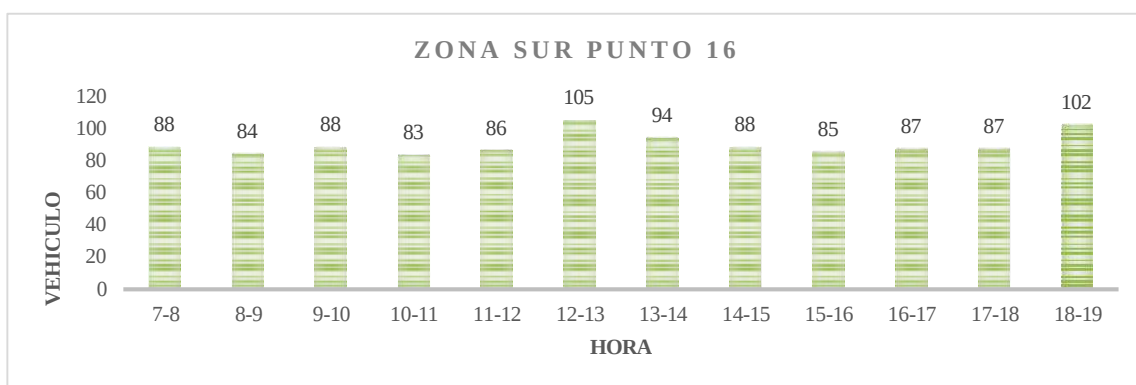
### 3.5.2. Datos obtenidos de aforos de volúmenes de tráfico de la zona sur

**Tabla N° 21** Aforo punto N°16 - puesto de control Tarija - Chaco

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 89             | 84  | 109  | 81    | 83    | 115   | 107   | 79    | 87    | 91    | 85    | 114   |
| Martes    | 83             | 85  | 88   | 86    | 83    | 110   | 102   | 92    | 71    | 81    | 86    | 106   |
| Miércoles | 77             | 84  | 88   | 84    | 89    | 107   | 90    | 98    | 84    | 95    | 91    | 97    |
| Jueves    | 85             | 72  | 88   | 90    | 87    | 106   | 96    | 91    | 87    | 85    | 90    | 101   |
| Viernes   | 97             | 92  | 79   | 85    | 79    | 96    | 89    | 83    | 88    | 86    | 94    | 102   |
| Sábado    | 94             | 90  | 88   | 88    | 97    | 107   | 92    | 85    | 91    | 90    | 91    | 95    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 16** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°16



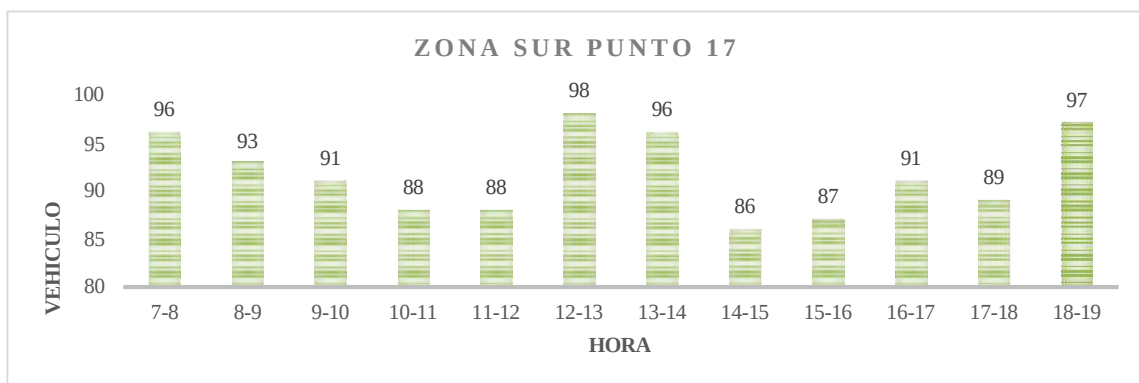
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 22** Aforo punto N°17 – ingreso a Santa Ana

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 101            | 97  | 92   | 93    | 82    | 99    | 101   | 96    | 95    | 95    | 92    | 97    |
| Martes    | 81             | 84  | 91   | 76    | 82    | 99    | 98    | 86    | 81    | 87    | 82    | 93    |
| Miércoles | 92             | 92  | 86   | 84    | 85    | 99    | 95    | 83    | 92    | 92    | 93    | 98    |
| Jueves    | 96             | 101 | 100  | 92    | 92    | 103   | 92    | 82    | 82    | 98    | 95    | 108   |
| Viernes   | 107            | 97  | 93   | 96    | 85    | 96    | 100   | 88    | 96    | 92    | 84    | 90    |
| Sábado    | 97             | 101 | 92   | 90    | 95    | 95    | 94    | 80    | 84    | 89    | 100   | 96    |
| Domingo   | 100            | 84  | 89   | 86    | 101   | 98    | 93    | 89    | 84    | 84    | 81    | 98    |
| Total     | 96             | 93  | 91   | 88    | 88    | 98    | 96    | 86    | 87    | 91    | 89    | 97    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 17** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°17



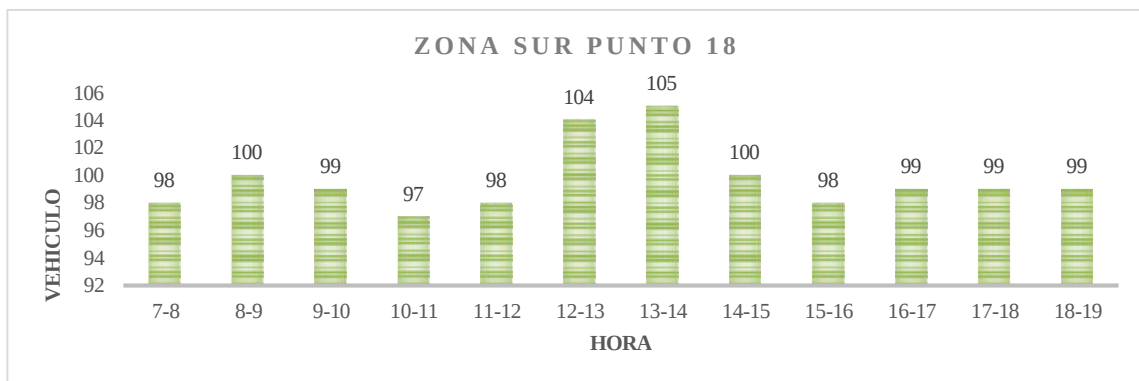
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 23** Aforo punto N°18

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 103            | 101 | 100  | 92    | 98    | 102   | 103   | 102   | 98    | 90    | 93    | 106   |
| Martes    | 95             | 93  | 90   | 91    | 98    | 107   | 112   | 104   | 98    | 97    | 112   | 113   |
| Miércoles | 96             | 101 | 99   | 101   | 95    | 107   | 108   | 97    | 96    | 98    | 103   | 105   |
| Jueves    | 106            | 106 | 107  | 105   | 103   | 102   | 102   | 106   | 102   | 105   | 99    | 103   |
| Viernes   | 91             | 99  | 96   | 95    | 97    | 108   | 105   | 101   | 105   | 108   | 88    | 88    |
| Sábado    | 96             | 98  | 95   | 94    | 104   | 101   | 101   | 97    | 86    | 104   | 94    | 86    |
| Domingo   | 100            | 106 | 109  | 101   | 97    | 103   | 108   | 94    | 104   | 95    | 105   | 98    |
| Total     | 98             | 100 | 99   | 97    | 98    | 104   | 105   | 100   | 98    | 99    | 99    | 99    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 18** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°18



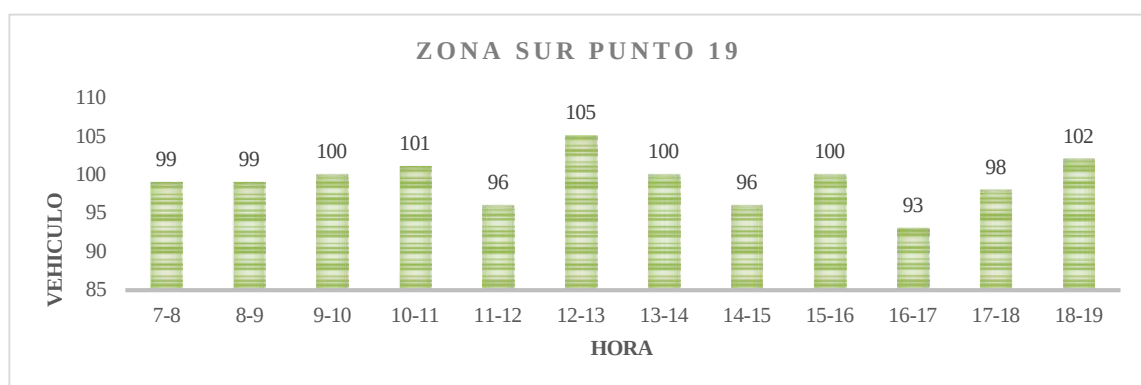
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 24 Aforo punto N°19**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 101            | 101 | 92   | 93    | 84    | 101   | 94    | 87    | 89    | 87    | 97    | 107   |
| Martes    | 100            | 103 | 101  | 102   | 84    | 110   | 99    | 98    | 98    | 101   | 96    | 108   |
| Miércoles | 94             | 96  | 102  | 108   | 107   | 114   | 106   | 93    | 101   | 100   | 99    | 104   |
| Jueves    | 101            | 111 | 109  | 108   | 94    | 87    | 94    | 115   | 104   | 97    | 90    | 112   |
| Viernes   | 107            | 92  | 97   | 99    | 106   | 108   | 108   | 82    | 104   | 95    | 105   | 93    |
| Sábado    | 92             | 92  | 109  | 100   | 99    | 109   | 99    | 96    | 100   | 83    | 91    | 99    |
| Domingo   | 103            | 99  | 96   | 101   | 101   | 107   | 106   | 105   | 106   | 93    | 113   | 91    |
| Total     | 99             | 99  | 100  | 101   | 96    | 105   | 100   | 96    | 100   | 93    | 98    | 102   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 19 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°19**



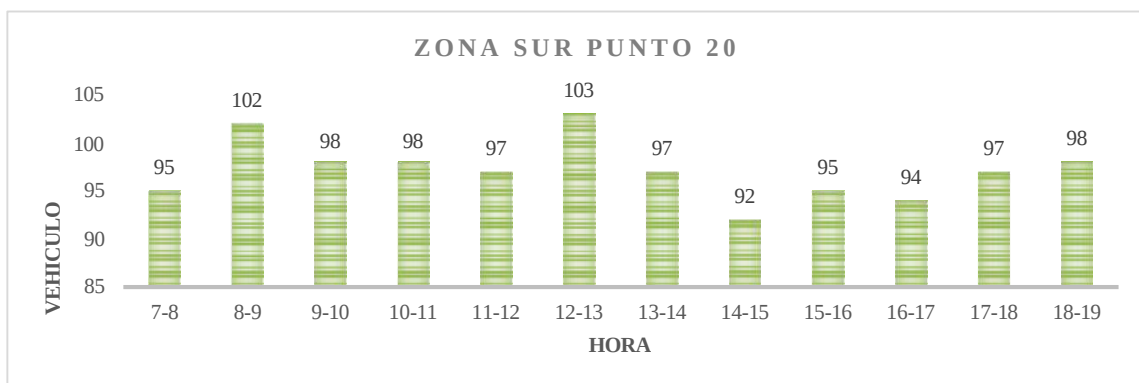
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 25 Aforo punto N°20 – El Portillo carretera Tarija - Chaco**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 82             | 104 | 96   | 91    | 90    | 95    | 91    | 88    | 84    | 97    | 100   | 110   |
| Martes    | 100            | 96  | 98   | 101   | 90    | 107   | 104   | 98    | 99    | 90    | 102   | 110   |
| Miércoles | 104            | 103 | 98   | 100   | 105   | 107   | 106   | 97    | 98    | 103   | 95    | 96    |
| Jueves    | 91             | 105 | 102  | 97    | 106   | 92    | 104   | 105   | 108   | 102   | 99    | 83    |
| Viernes   | 100            | 105 | 101  | 102   | 100   | 99    | 94    | 82    | 88    | 81    | 94    | 102   |
| Sábado    | 90             | 104 | 96   | 101   | 98    | 106   | 94    | 92    | 102   | 98    | 100   | 98    |
| Domingo   | 103            | 101 | 99   | 98    | 95    | 117   | 91    | 88    | 90    | 88    | 90    | 92    |
| Total     | 95             | 102 | 98   | 98    | 97    | 103   | 97    | 92    | 95    | 94    | 97    | 98    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 20** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°20



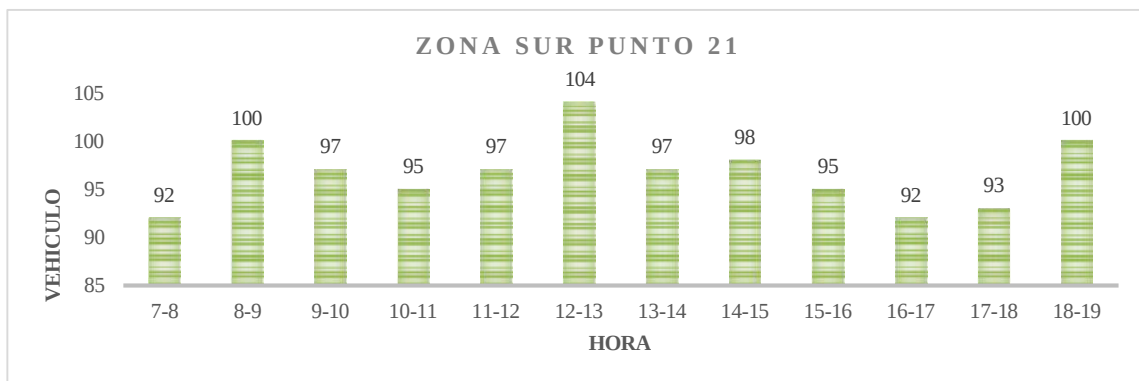
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 26** Aforo punto N°21 – El Portillo carretera Tarija - Bermejo

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 107            | 98  | 92   | 89    | 89    | 99    | 94    | 99    | 94    | 83    | 83    | 104   |
| Martes    | 87             | 95  | 95   | 98    | 89    | 109   | 99    | 101   | 93    | 106   | 99    | 97    |
| Miércoles | 92             | 103 | 99   | 98    | 103   | 108   | 107   | 94    | 104   | 104   | 96    | 104   |
| Jueves    | 106            | 107 | 100  | 97    | 100   | 103   | 93    | 107   | 94    | 82    | 93    | 109   |
| Viernes   | 75             | 102 | 99   | 95    | 101   | 110   | 101   | 100   | 94    | 92    | 91    | 93    |
| Sábado    | 89             | 105 | 106  | 99    | 105   | 102   | 94    | 100   | 97    | 92    | 101   | 99    |
| Domingo   | 89             | 91  | 91   | 92    | 98    | 103   | 93    | 89    | 95    | 87    | 93    | 99    |
| Total     | 92             | 100 | 97   | 95    | 97    | 104   | 97    | 98    | 95    | 92    | 93    | 100   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 21** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°21



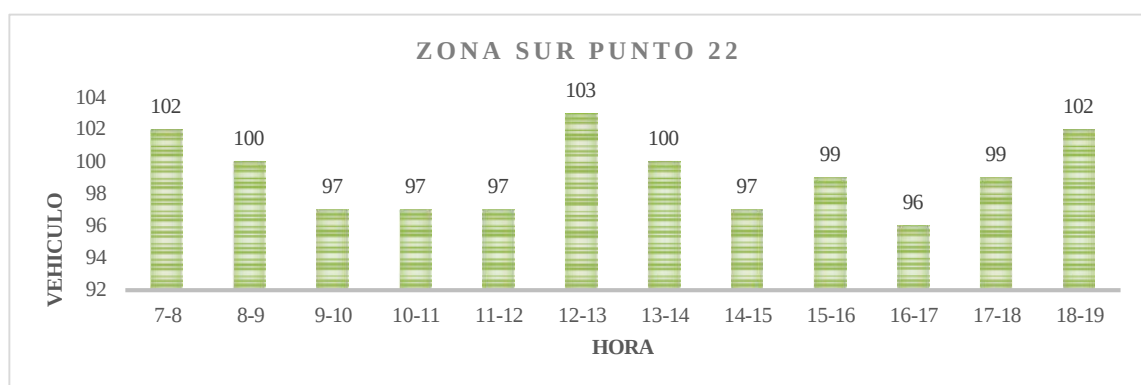
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 27 Aforo punto N°22**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 96             | 99  | 93   | 95    | 91    | 106   | 90    | 87    | 96    | 100   | 99    | 104   |
| Martes    | 96             | 99  | 97   | 93    | 91    | 100   | 99    | 105   | 91    | 90    | 99    | 108   |
| Miércoles | 104            | 102 | 97   | 103   | 98    | 107   | 99    | 96    | 110   | 103   | 96    | 112   |
| Jueves    | 102            | 101 | 102  | 100   | 104   | 98    | 113   | 102   | 102   | 97    | 100   | 113   |
| Viernes   | 110            | 96  | 96   | 96    | 98    | 109   | 107   | 96    | 102   | 92    | 101   | 96    |
| Sábado    | 109            | 104 | 98   | 100   | 106   | 105   | 92    | 89    | 90    | 96    | 106   | 100   |
| Domingo   | 100            | 102 | 97   | 94    | 91    | 97    | 101   | 110   | 102   | 100   | 97    | 85    |
| Total     | 102            | 100 | 97   | 97    | 97    | 103   | 100   | 97    | 99    | 96    | 99    | 102   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 22 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°22**



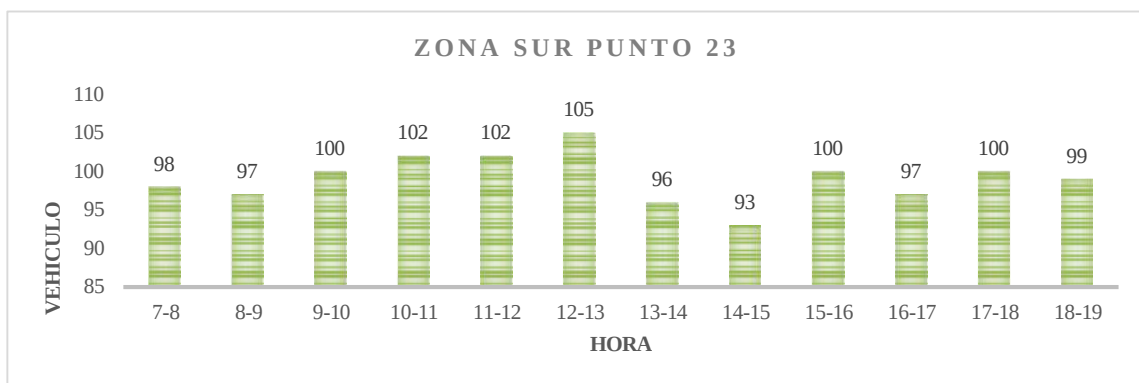
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 28 Aforo punto N°23**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 95             | 109 | 100  | 95    | 107   | 109   | 90    | 82    | 98    | 91    | 96    | 97    |
| Martes    | 96             | 98  | 102  | 120   | 107   | 112   | 90    | 86    | 107   | 107   | 98    | 108   |
| Miércoles | 105            | 98  | 97   | 96    | 91    | 107   | 104   | 98    | 98    | 103   | 102   | 102   |
| Jueves    | 107            | 88  | 116  | 106   | 100   | 93    | 99    | 101   | 104   | 91    | 105   | 106   |
| Viernes   | 89             | 90  | 90   | 99    | 106   | 102   | 81    | 87    | 99    | 101   | 97    | 105   |
| Sábado    | 99             | 100 | 99   | 102   | 108   | 105   | 106   | 95    | 103   | 83    | 94    | 85    |
| Domingo   | 100            | 100 | 99   | 100   | 95    | 107   | 102   | 104   | 93    | 103   | 108   | 90    |
| Total     | 98             | 97  | 100  | 102   | 102   | 105   | 96    | 93    | 100   | 97    | 100   | 99    |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 23** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°23



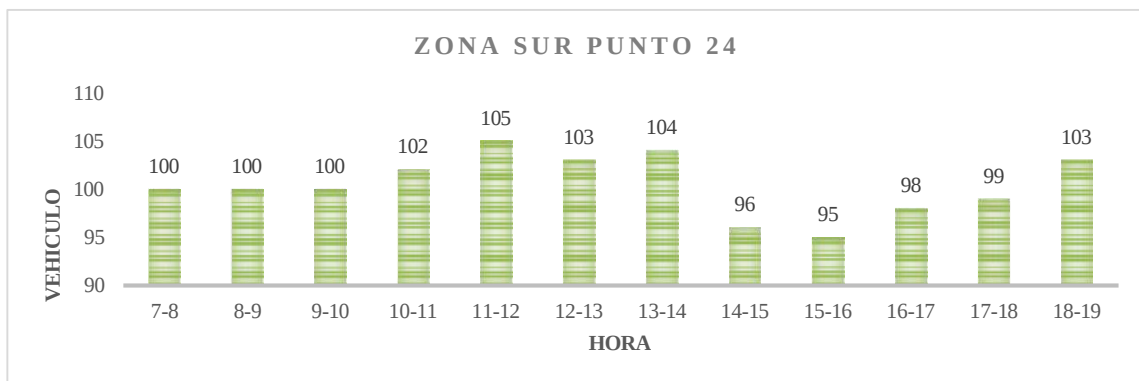
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 29** Aforo punto N°24

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 106            | 101 | 101  | 106   | 111   | 104   | 104   | 102   | 90    | 101   | 99    | 108   |
| Martes    | 98             | 94  | 94   | 113   | 111   | 96    | 100   | 104   | 105   | 97    | 97    | 102   |
| Miércoles | 99             | 99  | 101  | 105   | 111   | 107   | 105   | 91    | 96    | 93    | 94    | 103   |
| Jueves    | 100            | 101 | 99   | 100   | 104   | 110   | 113   | 106   | 89    | 108   | 113   | 97    |
| Viernes   | 110            | 102 | 101  | 91    | 98    | 101   | 103   | 95    | 91    | 94    | 107   | 98    |
| Sábado    | 90             | 101 | 106  | 101   | 110   | 101   | 104   | 95    | 92    | 96    | 91    | 110   |
| Domingo   | 101            | 103 | 98   | 104   | 94    | 107   | 100   | 80    | 104   | 100   | 95    | 108   |
| Total     | 100            | 100 | 100  | 102   | 105   | 103   | 104   | 96    | 95    | 98    | 99    | 103   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 24** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°24



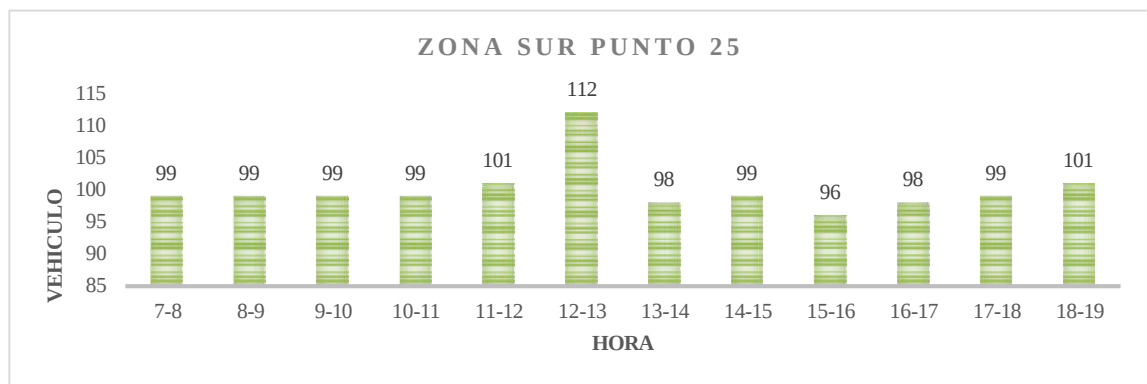
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 30** Aforo punto N°25

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 96             | 92  | 100  | 104   | 101   | 111   | 105   | 110   | 98    | 91    | 107   | 116   |
| Martes    | 103            | 103 | 106  | 98    | 101   | 115   | 105   | 99    | 91    | 97    | 99    | 103   |
| Miércoles | 90             | 105 | 101  | 111   | 100   | 108   | 100   | 101   | 99    | 107   | 100   | 97    |
| Jueves    | 101            | 99  | 98   | 95    | 98    | 111   | 98    | 99    | 95    | 95    | 90    | 97    |
| Viernes   | 104            | 95  | 101  | 99    | 96    | 111   | 100   | 105   | 102   | 108   | 104   | 104   |
| Sábado    | 96             | 100 | 95   | 99    | 112   | 117   | 92    | 89    | 93    | 94    | 103   | 101   |
| Domingo   | 109            | 99  | 96   | 91    | 103   | 112   | 91    | 96    | 99    | 95    | 94    | 93    |
| Total     | 99             | 99  | 99   | 99    | 101   | 112   | 98    | 99    | 96    | 98    | 99    | 101   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 25** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°25



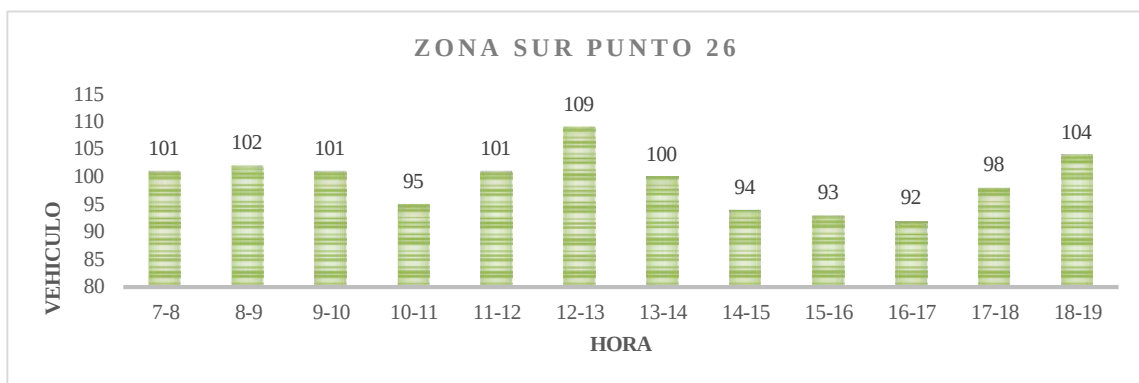
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 31** Aforo punto N°26 – puesto de control Tarija - Bermejo

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 101            | 103 | 108  | 95    | 113   | 107   | 99    | 92    | 98    | 103   | 99    | 109   |
| Martes    | 103            | 95  | 105  | 97    | 113   | 109   | 109   | 105   | 97    | 94    | 101   | 109   |
| Miércoles | 102            | 98  | 105  | 93    | 98    | 117   | 103   | 90    | 98    | 95    | 105   | 112   |
| Jueves    | 100            | 107 | 98   | 103   | 98    | 118   | 101   | 95    | 89    | 85    | 103   | 100   |
| Viernes   | 98             | 100 | 90   | 102   | 100   | 101   | 106   | 97    | 104   | 92    | 95    | 107   |
| Sábado    | 107            | 114 | 100  | 94    | 96    | 102   | 94    | 80    | 78    | 95    | 96    | 92    |
| Domingo   | 102            | 98  | 104  | 83    | 89    | 111   | 93    | 105   | 91    | 84    | 89    | 101   |
| Total     | 101            | 102 | 101  | 95    | 101   | 109   | 100   | 94    | 93    | 92    | 98    | 104   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 26** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°26



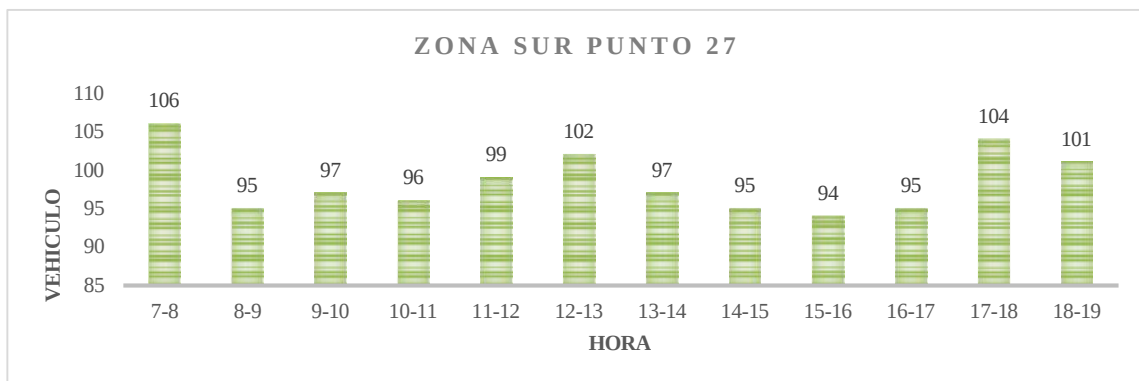
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 32** Aforo punto N°27

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 112            | 98  | 99   | 106   | 103   | 108   | 98    | 92    | 91    | 99    | 107   | 109   |
| Martes    | 102            | 95  | 102  | 96    | 103   | 100   | 97    | 93    | 99    | 101   | 102   | 103   |
| Miércoles | 110            | 101 | 100  | 100   | 97    | 104   | 99    | 103   | 102   | 91    | 106   | 104   |
| Jueves    | 106            | 90  | 95   | 92    | 92    | 104   | 96    | 90    | 95    | 84    | 104   | 114   |
| Viernes   | 106            | 97  | 97   | 96    | 100   | 105   | 99    | 104   | 96    | 100   | 104   | 100   |
| Sábado    | 107            | 100 | 102  | 92    | 106   | 97    | 97    | 89    | 89    | 102   | 110   | 93    |
| Domingo   | 101            | 84  | 90   | 92    | 95    | 101   | 96    | 98    | 92    | 88    | 95    | 89    |
| Total     | 106            | 95  | 97   | 96    | 99    | 102   | 97    | 95    | 94    | 95    | 104   | 101   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 27** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°27



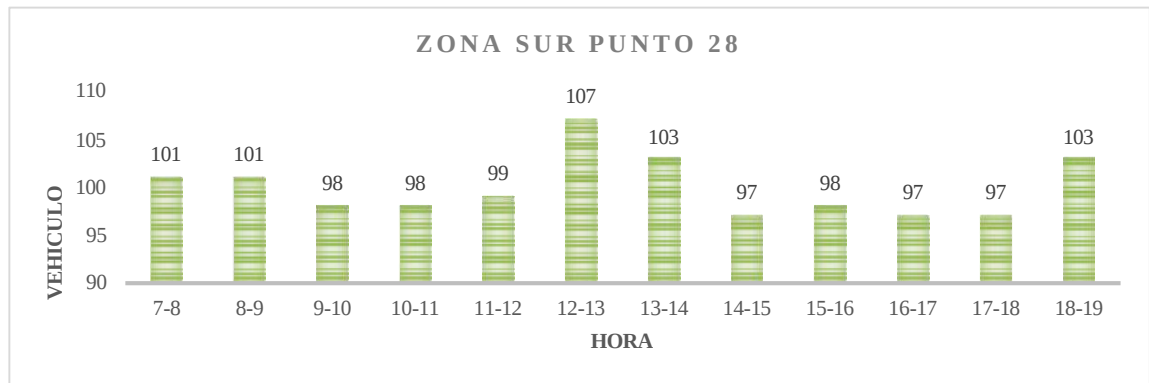
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 33 Aforo punto N°28**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 95             | 99  | 102  | 97    | 103   | 112   | 95    | 98    | 92    | 98    | 102   | 103   |
| Martes    | 107            | 100 | 89   | 100   | 103   | 108   | 97    | 97    | 104   | 101   | 95    | 118   |
| Miércoles | 101            | 102 | 96   | 97    | 98    | 107   | 109   | 103   | 102   | 104   | 106   | 111   |
| Jueves    | 100            | 104 | 96   | 95    | 94    | 114   | 103   | 100   | 95    | 81    | 92    | 118   |
| Viernes   | 98             | 104 | 105  | 98    | 102   | 105   | 105   | 99    | 107   | 102   | 93    | 88    |
| Sábado    | 103            | 102 | 97   | 97    | 100   | 101   | 102   | 88    | 91    | 96    | 100   | 93    |
| Domingo   | 106            | 101 | 103  | 103   | 99    | 102   | 112   | 99    | 101   | 98    | 91    | 96    |
| Total     | 101            | 101 | 98   | 98    | 99    | 107   | 103   | 97    | 98    | 97    | 97    | 103   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 28 Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°28**



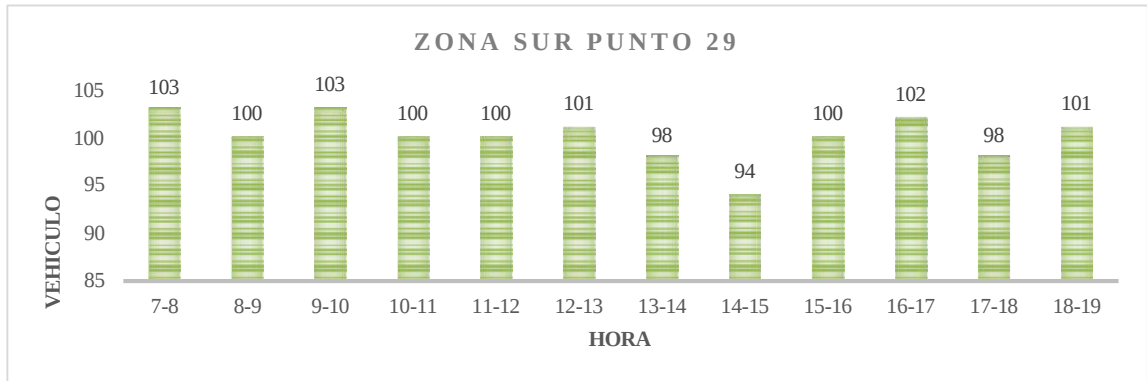
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 34 Aforo punto N°29**

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 106            | 94  | 98   | 95    | 105   | 117   | 90    | 76    | 94    | 102   | 99    | 102   |
| Martes    | 93             | 102 | 103  | 96    | 105   | 100   | 100   | 99    | 96    | 96    | 105   | 113   |
| Miércoles | 105            | 97  | 101  | 102   | 99    | 104   | 103   | 92    | 102   | 101   | 94    | 103   |
| Jueves    | 111            | 98  | 95   | 96    | 98    | 109   | 113   | 96    | 93    | 107   | 93    | 95    |
| Viernes   | 98             | 99  | 110  | 104   | 106   | 107   | 87    | 91    | 98    | 98    | 109   | 100   |
| Sábado    | 99             | 106 | 111  | 104   | 96    | 89    | 103   | 91    | 107   | 108   | 91    | 90    |
| Domingo   | 109            | 105 | 107  | 103   | 91    | 82    | 94    | 113   | 113   | 102   | 100   | 104   |
| Total     | 103            | 100 | 103  | 100   | 100   | 101   | 98    | 94    | 100   | 102   | 98    | 101   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 29** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°29



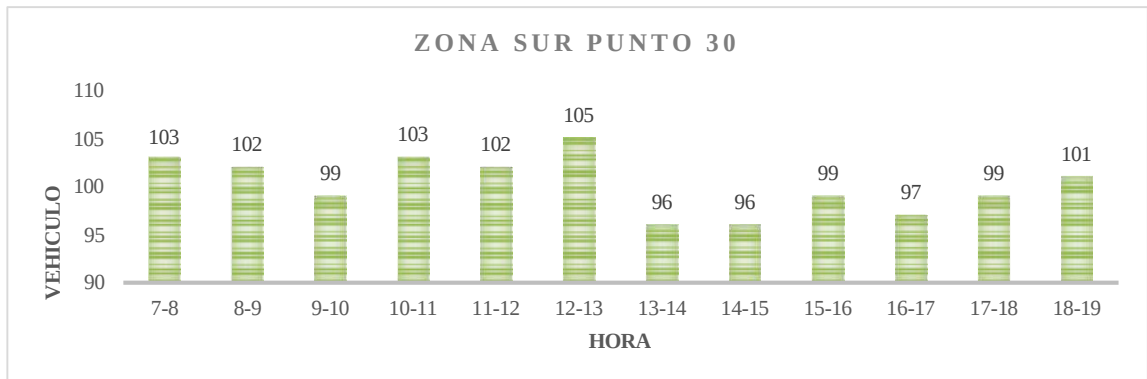
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 35** Aforo punto N°30 - ingreso al Valle de la Concepción

| Día       | Horas de aforo |     |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|----------------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|           | 7-8            | 8-9 | 9-10 | 10-11 | 11-12 | 12-13 | 13-14 | 14-15 | 15-16 | 16-17 | 17-18 | 18-19 |
| Lunes     | 95             | 95  | 97   | 90    | 96    | 114   | 99    | 90    | 85    | 94    | 105   | 108   |
| Martes    | 99             | 97  | 97   | 100   | 96    | 117   | 95    | 97    | 110   | 82    | 105   | 108   |
| Miércoles | 108            | 100 | 99   | 122   | 101   | 106   | 99    | 106   | 108   | 94    | 97    | 105   |
| Jueves    | 104            | 110 | 98   | 100   | 101   | 101   | 84    | 80    | 101   | 110   | 105   | 97    |
| Viernes   | 101            | 99  | 95   | 104   | 113   | 103   | 94    | 95    | 101   | 99    | 91    | 100   |
| Sábado    | 105            | 104 | 105  | 105   | 113   | 95    | 98    | 117   | 91    | 106   | 96    | 95    |
| Domingo   | 110            | 109 | 105  | 101   | 95    | 105   | 104   | 91    | 103   | 99    | 94    | 100   |
| Total     | 103            | 102 | 99   | 103   | 102   | 105   | 96    | 96    | 99    | 97    | 99    | 101   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 30** Comportamiento de volúmenes, aforo punto N°30



**Fuente:** Elaboración propia

### **3.6. Relación de parámetros**

#### **3.6.1. Relación elementos de tráfico y la seguridad vial**

La seguridad vial en vías urbanas y carreteras no es un factor independiente que se pueda estudiar y analizar fuera del contexto que participa el resto de elementos de tráfico y necesariamente el comportamiento de los elementos de tráfico tienen una influencia directa en la ocurrencia o no de accidentes de tráfico y por tanto está afectada la seguridad vial.

#### **3.6.2. Relación índice de seguridad vial con elementos de volumen de tráfico**

El índice de seguridad vial está identificado por la presencia de accidentes en un punto en específico tiene una relación directa con el volumen de tráfico vehicular debido a los siguientes aspectos:

- En el volumen de tráfico se distinguen volúmenes de tráfico de proyecto y los volúmenes de tráfico que se tienen por unidad de tiempo ya sea de una hora o de un día, el volumen de tráfico que se relaciona con el índice de seguridad vial es el volumen de tráfico reflejado en un historial de volúmenes de tráfico en el punto específico que se quiere correlacionar con el índice de seguridad vial.
- Para correlacionar el elemento volumen de tráfico con el índice de seguridad vial representada por los accidentes, se debe obtener los datos de volúmenes de tráfico en las horas críticas y en un registro mayor o igual a 30 registros que son divididos en dos tramos y en diferentes días a lo largo de una semana por cada punto, generalmente en las horas pico que sean más representativas de dicho registro se tomarán los volúmenes más críticos.
- En el análisis de los accidentes de tráfico, una de las causas pueden ser los altos volúmenes de tráfico registrados en un determinado punto, para confirmar que este elemento es una causa real de accidentes se debe hacer una correlación de los accidentes que se ha producido y cuáles de ellos han tenido como causa aparente la presencia de congestionamientos o altos volúmenes de tráfico, por lo tanto es posible obtener una correlación que nos permita identificar con certeza que el volumen de tráfico sea una causa de accidentes de tráfico.

- En la correlación también debemos identificar si en los accidentes de tráfico donde la causa aparente es el volumen de tráfico, este accidente coincida con las horas pico o son más bien horas donde por el bajo volumen de tráfico los vehículos tienden a un mayor descuido al realizar maniobras que originen los accidentes de tráfico.
- La probable correlación a ser demostrada a cada punto como hipótesis que a mayores volúmenes existe una mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes de tráfico.

### **3.6.3. Relación de índice de seguridad vial con elemento longitud**

El índice de seguridad vial está identificado por la presencia de accidentes en un punto en específico tiene una relación directa con el elemento longitud debido a los siguientes aspectos:

- La utilización de distancias de 50, 75 y 100 m. son intervalos de distancia previamente definidos que se obtendrá de las calles o tramos carreteros para el estudio. Estas distancias están definidas se toman al vehículo que va a recorrerla en un flujo libre sin interferencia de demoras.
- En el análisis de los accidentes de tráfico, una de las causas más frecuentes es la alta velocidad de los vehículos aplicada en longitudes cortas, para confirmar que este elemento es una causa real de accidentes se debe hacer una correlación de los accidentes que se ha producido y cuáles de ellos han tenido como causa aparente una corta longitud por lo tanto es posible obtener una correlación que nos permita identificar con certeza que la longitud es una causa real de accidentes de tráfico.
- En la correlación también debemos identificar si en los accidentes de tráfico donde la causa aparente es la corta longitud, estos accidentes coincida con las horas pico o son más bien las horas donde por el bajo volumen de tráfico los vehículos tienden a incrementar su velocidad.
- La probable correlación a ser demostrada a cada punto como hipótesis que a cortas longitudes existe una mayor probabilidad de ocurrencia de accidentes de tráfico.

### **3.6.4. Relación índice de seguridad vial con elemento de accidentología**

Como se mencionaron en los anteriores tipos de relaciones, el elemento accidentología es el elemento principal ya que de este dependerá de ella la elección de puntos para el estudio de la metodología a aplicar en el cálculo del índice de seguridad vial.

### **3.7. Metodología de análisis de seguridad vial**

Las rutas requieren de herramientas de diagnóstico cuantitativo acerca del grado de seguridad ofrecido por la infraestructura vial. Una de las metodologías existentes para efectuar tal diagnóstico es el llamado “Índice de seguridad para la evaluación de caminos”, desarrollada originalmente en Italia.

Este trabajo presenta dicha metodología mediante el análisis de elementos tales como: volumen de tránsito, longitud, accidentalidad que permiten calcular un índice de seguridad para un camino o tramos de éste. A partir de esta información, se puede identificar y priorizar las mejoras y/o actualizaciones de los elementos deficitarios.

#### **3.7.1. Descripción de la metodología**

La metodología a utilizar calcula un índice de seguridad utilizando dos procedimientos analíticos relacionados con la consistencia de diseño geométrico y con los procesos de inspección de seguridad. Por lo tanto, el índice de seguridad vial (I.S.V.) mide cuantitativamente el desempeño relativo de seguridad de un elemento geométrico de la ruta, a partir del procedimiento que se describe a continuación, al cual se le han hecho adaptaciones de criterios según las normas.

El I.S.V. se formula mediante la combinación de tres componentes del riesgo: la exposición de usuarios de la carretera a peligros en los caminos (factor de exposición), la probabilidad de que un vehículo esté involucrado en un accidente (factor de frecuencia de accidentes) y las consecuencias resultantes si se produjera un accidente (factor de severidad de accidente).

El índice de seguridad de la ruta y de cada tramo está dado por la ecuación:

$$I. S. V = FE * FFA * FSA$$

**Donde:**

FE = Factor de exposición

FFA= Factor de frecuencia de accidentes

FSA= Factor de severidad de accidentes

**Factor de exposición (FE)**

Este factor tiene que ver con la exposición de los usuarios a los peligros del camino y está directamente relacionado con el tránsito promedio diario de la ruta y la longitud del tramo en análisis, según la ecuación:

$$FE = \frac{L * TPD}{1000}$$

**Donde:**

L= Largo del tramo evaluado en Km

TPD= Tránsito promedio diario

**Factor de frecuencia de accidentes (FFA)**

El factor de frecuencia de accidentes considera aquellos accidentes por deficiencias en elementos de seguridad, como también aquellos influenciados o relacionados por el diseño de la ruta, según la ecuación:

$$FFA = FFAIS * FFADG$$

**Donde:**

FFAIS= Factor de frecuencia de accidentes por inspección de seguridad.

FFADG= Factor de frecuencia de accidentes por diseño geométrico.

**Factor de frecuencia de accidentes por inspección de seguridad (FFAIS)**

Este factor corresponde a la multiplicación de FFA para cada ítem de seguridad inspeccionado, ver la ecuación:

$$FFAIS = \prod_{j=1}^1 FFAj$$

**Donde:**

FFAj= Factor de frecuencia de accidentes para el ítem de seguridad j

1= Numero de aspectos (ítems) de seguridad inspeccionados

A su vez el factor de frecuencia de accidentes para el ítem de seguridad j, está dado por la ecuación:

$$FFAj = 1 + WSj * \Delta FAj * Pj$$

**Donde:**

Pj= Proporción de tipos de accidentes que son provocados por el ítem de seguridad j, según tabla 2.1

$\Delta FAj$ = Incremento en el riesgo de accidentes por el ítem de seguridad, según tabla 2.1

WSj= Promedio ponderado la evaluación hecha mediante la inspección de los ítems j.

**Tabla N° 36** Incremento en el riesgo de accidentes por el ítem de seguridad

| Ítem de seguridad    | Accidentes relacionados (Pj) | $\Delta FAj$ |
|----------------------|------------------------------|--------------|
| Accesos              | 1                            | 1,35         |
| Trayectoria nocturna | 1                            | 0,30         |
| Demarcación          | 1                            | 0,20         |
| Pavimento            | 1                            | 0,10         |
| Entorno              | 0,6                          | 0,00         |
| Visibilidad          | 1                            | 0,50         |
| Señalización         | 1                            | 0,20         |

**Fuente:** Aplicación de metodología para determinar el nivel de seguridad vial en rutas

Cálculo del promedio ponderado de evaluación mediante inspección de ítems:

$$WSj = \frac{1}{(2 * n)} * \sum_{i=1}^{mj} \sum_{k=1}^{(2*n)} Sik$$

**Donde:**

n= Número total de sectores evaluados dentro de una pista de un tramo

k= Índice para el numero de sector evaluado

j= Número de ítem, ver tabla 2.2

i= Número total de elementos de seguridad dentro de un ítem de seguridad

Sik= Evaluación del ítem de seguridad, ver tabla 2.3

**Tabla N° 37** Descripción de elementos que conforman el cálculo del promedio ponderado de la evaluación del ítem de seguridad

| j | Ítem de Seguridad (j)    | i | Elemento de Seguridad<br>(i=N° elementos dentro del ítem) | mj |
|---|--------------------------|---|-----------------------------------------------------------|----|
| 1 | Accesos                  | 1 | Ubicación                                                 | 2  |
|   |                          | 2 | Densidad de accesos                                       |    |
| 2 | Trayectoria nocturna     | 1 | Delineadores                                              | 4  |
|   |                          | 2 | Señales                                                   |    |
|   |                          | 3 | Reflectores de defensas                                   |    |
|   |                          | 4 | Demarcación                                               |    |
| 3 | Demarcación              | 1 | Líneas de borde                                           | 2  |
|   |                          | 2 | Líneas de centro                                          |    |
| 4 | Pavimento                | 1 | Fricción                                                  | 2  |
|   |                          | 2 | Irregularidad                                             |    |
| 5 | Entorno                  | 1 | Terraplén                                                 | 4  |
|   |                          | 2 | Puentes                                                   |    |
|   |                          | 3 | Obstáculos (barandas de puentes, árboles, defensas, etc.) |    |
|   |                          | 4 | Canales o fosos                                           |    |
| 6 | Distancia de Visibilidad | 1 | En curvas horizontales                                    | 2  |
|   |                          | 2 | En curvas verticales                                      |    |
| 7 | Señalización             | 1 | Reglamentarias                                            | 2  |
|   |                          | 2 | Advertencia de peligros y/o delineadores direccionales    |    |

**Fuente:** Aplicación de metodología para determinar el nivel de seguridad vial en rutas

**Tabla N° 38** Evaluación del ítem de seguridad j (elementos de seguridad Sik)

| Ítem de Seguridad (j)    | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                                                                | Severidad Media Sik=0.5                                                            | Severidad Baja Sik=0                                                       |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Accesos                  | Ubicación                                                | Curvas horizontales, curvas verticales, localidades con mala visibilidad o cercano a intersecciones | NO pavimentos Angostos                                                             | No hay o en Rectas o con poca visibilidad                                  |
|                          | Densidad de accesos                                      | >=3 cada 200 m                                                                                      | <=3 cada 200 m                                                                     | >=3 cada 200 m                                                             |
| Trayectoria Nocturna     | Delineadores                                             | Ausencia o deficiencia en curva                                                                     | Poco Visibles, sucios o ausentes en curvas moderadas                               | no se requieren o están en buen estado y suficiencia                       |
|                          | Señales                                                  | Poco Visibles                                                                                       | Poco Visibles, sucios o ausentes en curvas moderadas                               | no se requieren o están en buen estado y suficiencia                       |
|                          | Reflectores de Defensa                                   | Ausencia                                                                                            | Poco visibles o ausencia parcial                                                   | no se requieren o están en buen estado y suficiencia                       |
|                          | Demarcación                                              | Ausencia o desvanecidas                                                                             | obstruida por vegetación poco visible                                              | Es visible                                                                 |
| Demarcación              | Líneas de Borde                                          | Ausencia o desvanecidas                                                                             | obstruida por vegetación poco visible                                              | Existe y es visible                                                        |
|                          | Líneas de Centro                                         | Ausencia o desvanecidas                                                                             | Poco visible                                                                       | Existe y es visible                                                        |
| Pavimento                | Fricción                                                 | Superficie pulida, exudada, mala macro textura                                                      | -                                                                                  | Suficiente                                                                 |
|                          | Irregularidad                                            | Baches, ahuellamiento, parches, corrugación cerca de intersecciones o curva.                        | Bajo nivel de corrugación, ahuellamiento, baches superficiales, parches en rectas. | No hay                                                                     |
| Entorno                  | terraplén                                                | Sin defensas con altura >3m y pendiente > 2/3                                                       | Sin defensas con altura >3m y pendiente > 2/3                                      | > a 3m con defensas                                                        |
|                          | Puentes                                                  | Barreras insuficientes                                                                              | Nivel de contención inapropiado                                                    | Existente y son suficientes                                                |
|                          | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Defensas sin terminales apropiados, arboles u obstáculos rígidos a menos de 3 metros de la calzada  | Terminal inapropiado obstáculos entre 3 y 8m de la calzada                         | Defensas con terminales. No existen obstáculos a menos de 3m de la calzada |
|                          | Canales o Fosos                                          | A menos de 3m de la calzada                                                                         | Entre 3 y 5m de la calzada                                                         | > 5m                                                                       |
| Distancia de Visibilidad | En curvas Horizontales                                   | Menos 50m por obstáculo al interior de la curva                                                     | Entre 50 y distancia de parada                                                     | Cumple distancia de parada                                                 |
|                          | En curvas Verticales                                     | Menos 50m                                                                                           | Entre 50 y distancia de parada                                                     | Cumple distancia de parada                                                 |
| Señalización             | Reglamentarias                                           | Ausencia                                                                                            | Mala Visibilidad                                                                   | Existe y es visible                                                        |
|                          | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausencia                                                                                            | Mala Visibilidad                                                                   | Existe y es visible                                                        |

**Fuente:** Aplicación de metodología para determinar el nivel de seguridad vial en rutas

### Factor de frecuencia de accidentes por diseño geométrico (FFADG)

Este factor se calcula mediante la ecuación:

$$FFADG = 1 + WS_{DG} * \Delta A_{FDG} * PDG$$

Donde:

$WS_{DG}$ = Promedio ponderado de los elementos de seguridad por diseño geométrico

$\Delta A_{FDG}$ = Incrementos de riesgo de accidentes debido a los elementos geométricos del tramo a evaluar (7,0 metros en sectores de curvas y 1,0 metros en rectas).

$PDG$ = Proporción de accidentes provocados por el elemento de seguridad y su evaluación ver tabla 2.4

Para un tramo con elementos geométricos (rectas y curvas), el parámetro se determina según la ecuación:

$$WS_{DG} = \frac{\sum_{k=1}^v GDS_k * l_k}{\sum_{k=1}^v L_k}$$

Donde:

$v$ = Número de elementos geométricos (rectas y curvas) en el tramo a evaluar

$L_k$ = Largo del elemento geométrico a evaluar

$GDS_k$ = Ponderación del elemento según la evaluación ver tabla 2.4

**Tabla N° 39** Ponderación del elemento según la evaluación

| GDSk en Curva |     | GDSk en Recta |     | Accidentes Relacionados PDG                    |
|---------------|-----|---------------|-----|------------------------------------------------|
| Buena         | 0.2 | Cumple        | 0   | Despiste (0.30)                                |
| Regular       | 0.5 | No Cumple     | 0.1 | Colisión por alcance y colisión lateral (0.45) |
| Mala          | 1   |               |     |                                                |

**Fuente:** Aplicación de metodología para determinar el nivel de seguridad vial en rutas

### Factor de severidad de accidentes (FSA)

El factor de severidad de accidentes, evalúa las consecuencias de un probable siniestro de tránsito y está asociado a la velocidad de operación y al peligro lateral (entorno), para cual se deberá considerar la siguiente ecuación:

$$FSA = 1 + 0.6 * WS_{lateral}$$

Donde:

$$WS_{lateral} = \frac{\sum_{k=1}^{2*n} \max_j(sik * Fi)}{4}$$

Donde:

Sik= Evaluación del elemento de seguridad i al inspeccionar el sector k.

Fi= Factor de ponderación del elemento de seguridad.

**Tabla N° 40** Factor de ponderación del elemento de seguridad

| Elemento de Seguridad        | Factor de Ponderación |
|------------------------------|-----------------------|
| Terraplén                    | 3                     |
| Puentes                      | 5                     |
| Árboles u Obstáculos Rígidos | 2                     |
| Canales o Fosos              | 1                     |

**Fuente:** Aplicación de metodología para determinar el nivel de seguridad vial en rutas

### 3.8. Recolección de información de accidentalidad

Los datos recabados de accidentabilidad de la ciudad de Tarija fueron obtenidos de la Dirección Departamental de Transito, la cual es la entidad encargada de tener registro de toda la información relevante en forma de accidentes de tránsito.

Cabe recalcar que los datos obtenidos de dicha entidad son válidos para el desarrollo del presente estudio ya que la información es real.

Dichos datos fueron tabulados y registrados de acuerdo al tipo de accidente, la identificación del lugar, daños personales y materiales que se dieron en el hecho de manera general. Los accidentes identificados en la siguiente tabla son:

- Atropello
- Colisión
- Choque a objetivo fijo
- Vuelco
- Embarrancamiento
- Caída de personas
- Choque a vehículo detenido
- Choque a vehículo por alcance

A continuación, se muestra una tabla de accidentes ocurridos en los puntos de estudio:

### 3.8.1. Detalle de accidentes en la zona norte del estudio

**Tabla N° 41** Detalle de accidentes en la zona norte

| Descripción de accidentes                 | Puntos de estudio de la zona norte |           |           |           |          |          |           |          |           |          |          |          |          |          |           |
|-------------------------------------------|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|                                           | 1                                  | 2         | 3         | 4         | 5        | 6        | 7         | 8        | 9         | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15        |
| Atropello                                 | 1                                  | 3         | 6         | 7         | 0        | 1        | 1         | 0        | 2         | 1        | 1        | 1        | 1        | 2        | 1         |
| Colisión                                  | 9                                  | 5         | 5         | 3         | 2        | 3        | 2         | 3        | 2         | 1        | 2        | 1        | 0        | 1        | 2         |
| Choque a objeto fijo                      | 10                                 | 6         | 5         | 3         | 1        | 1        | 2         | 0        | 1         | 2        | 1        | 1        | 2        | 3        | 2         |
| Vuelco                                    | 6                                  | 4         | 8         | 5         | 0        | 0        | 2         | 1        | 2         | 1        | 2        | 1        | 0        | 2        | 1         |
| Embarrancamiento                          | 2                                  | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0         | 1        | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| Caída de personas                         | 3                                  | 2         | 3         | 1         | 0        | 1        | 2         | 0        | 3         | 0        | 1        | 0        | 1        | 1        | 1         |
| Choque de vehículo detenido o estacionado | 1                                  | 3         | 2         | 0         | 1        | 2        | 3         | 0        | 2         | 3        | 1        | 1        | 0        | 0        | 3         |
| Choque a vehículo por alcance             | 1                                  | 2         | 3         | 2         | 1        | 1        | 1         | 2        | 0         | 1        | 0        | 1        | 0        | 0        | 2         |
| <b>N° total de accidentes</b>             | <b>33</b>                          | <b>25</b> | <b>32</b> | <b>21</b> | <b>5</b> | <b>9</b> | <b>13</b> | <b>7</b> | <b>12</b> | <b>9</b> | <b>8</b> | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>9</b> | <b>12</b> |

**Fuente:** Dirección Departamental de Tránsito Tarija

### 3.8.2. Detalle de accidentes en la zona sur del estudio

**Tabla N° 42** Detalle de accidentes en la zona sur

| Descripción de accidentes                 | Puntos de estudio de la zona sur |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|-------------------------------------------|----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|                                           | 16                               | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |
| Atropello                                 | 1                                | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |  |
| Colisión                                  | 4                                | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 3  |  |
| Choque a objeto fijo                      | 6                                | 2  | 0  | 2  | 3  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Vuelco                                    | 3                                | 1  | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |  |
| Embarrancamiento                          | 0                                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Caída de personas                         | 0                                | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Choque de vehículo detenido o estacionado | 4                                | 0  | 0  | 1  | 3  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Choque a vehículo por alcance             | 3                                | 2  | 1  | 1  | 2  | 3  | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 2  |  |
| Nº total de accidentes                    | 21                               | 7  | 3  | 7  | 17 | 13 | 11 | 3  | 3  | 3  | 6  | 2  | 1  | 0  | 7  |  |

**Fuente:** Dirección Departamental de Tránsito Tarija

### 3.9. Características geométricas y físicas de las zonas de estudio

Estas características geométricas y físicas son de mucha importancia ya que son parámetros necesarios de los tramos carreteros a analizar en este caso son dos tramos del ingreso lado norte y sur de nuestra ciudad.

A continuación, en dos cuadros se muestra la descripción de los tramos ya mencionados:

**Tabla N° 43** Zona de estudio lado norte

|                 |        |
|-----------------|--------|
| Ancho de vía    | 9 m    |
| Ancho de carril | 3.70 m |
| Ancho de berma  | 0.80 m |

**Fuente:** Elaboración propia

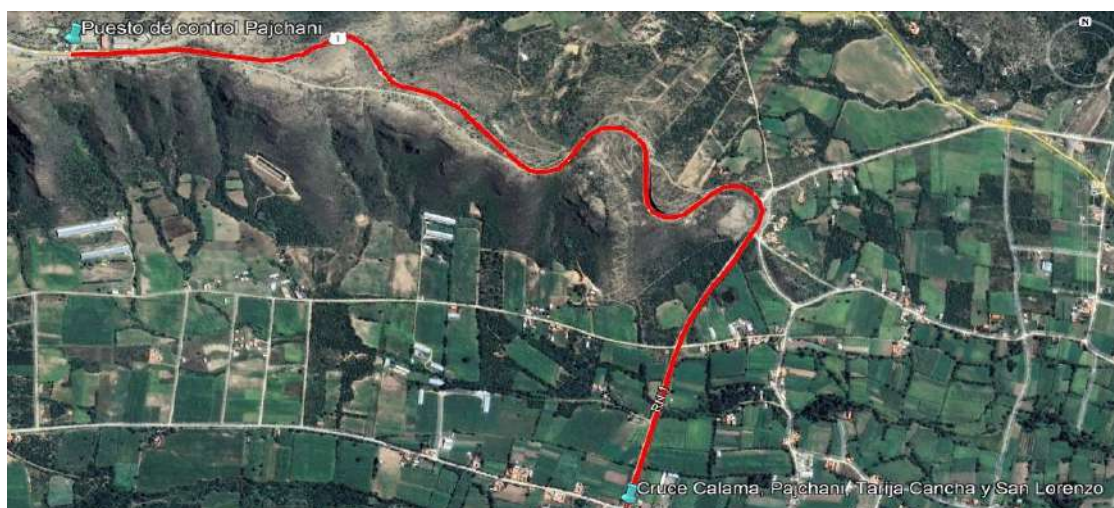
### 3.10. Información del índice de seguridad vial

**Tabla N° 44** Recopilación de información del tramo  
puesto de control Pajchani – cruce Calama

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Dos Accesos                | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Están en buen estado |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Están en buen estado |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Están en buen estado |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Existe y es visible  |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 36** Tramo puesto de control Pajchani – cruce Calama



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 37** Puesto de control Pajchani



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 38** Cruce Calama



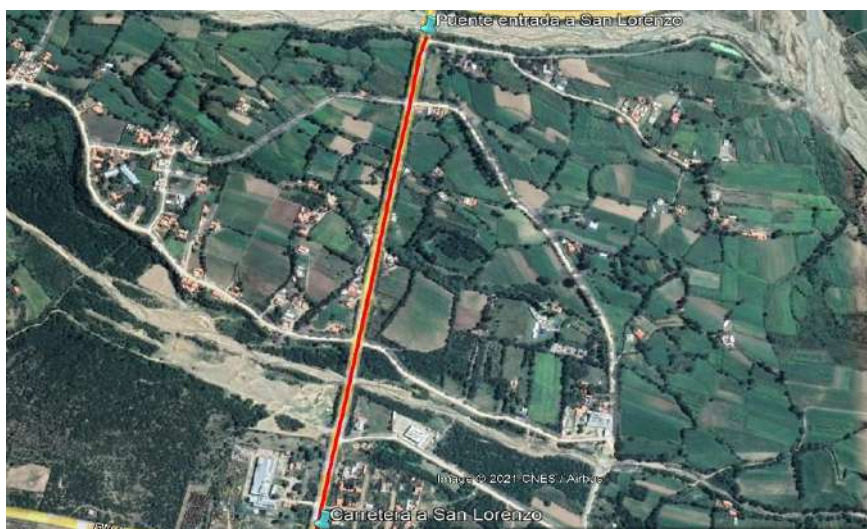
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 45** Recopilación de información del tramo puente San Lorenzo – carretera a San Lorenzo

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Dos Accesos                | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Nulo                       | Están en buen estado |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Están en buen estado |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visible              |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 39** Tramo puente San Lorenzo – carretera a San Lorenzo



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 40** Puente ingreso a San Lorenzo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 41** Carretera a San Lorenzo



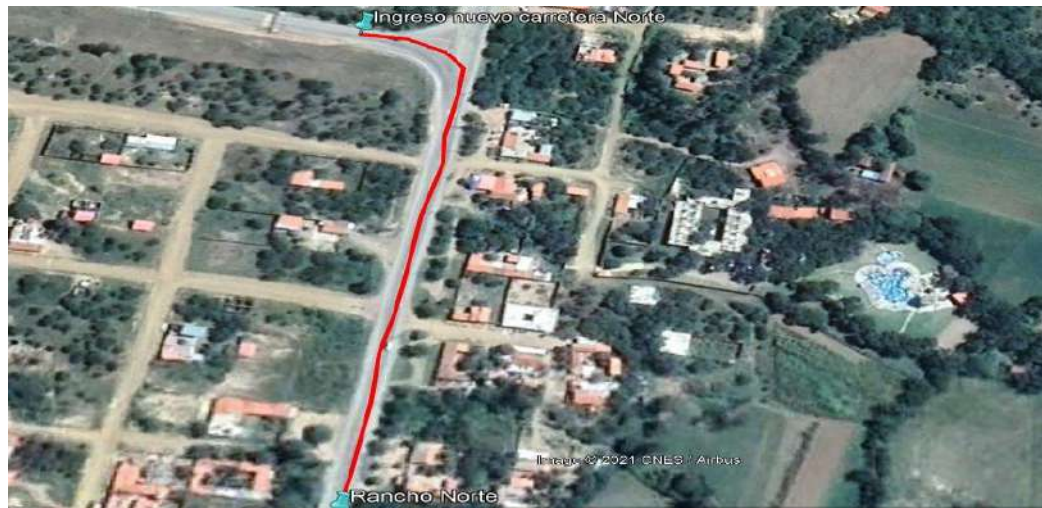
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 46** Recopilación de información del tramo Rancho norte – ingreso nuevo a la carretera norte

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Cuatro accesos             | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo                                                       | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 42** Tramo Rancho norte – ingreso nuevo a la carretera norte



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 43** Rancho norte



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 44** Ingreso nuevo a la carretera norte



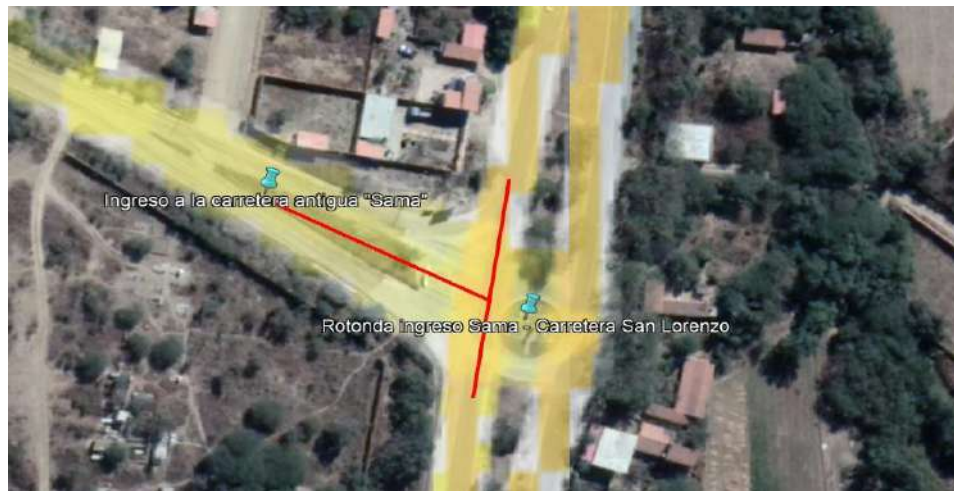
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 47** Recopilación de información del tramo rotonda ingreso antigua Sama – carretera a San Lorenzo

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 45** Tramo rotonda ingreso antigua Sama – carretera a San Lorenzo



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 46** Ingreso a la carretera antigua Sama



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 47** Rotonda ingreso Sama – carretera San Lorenzo



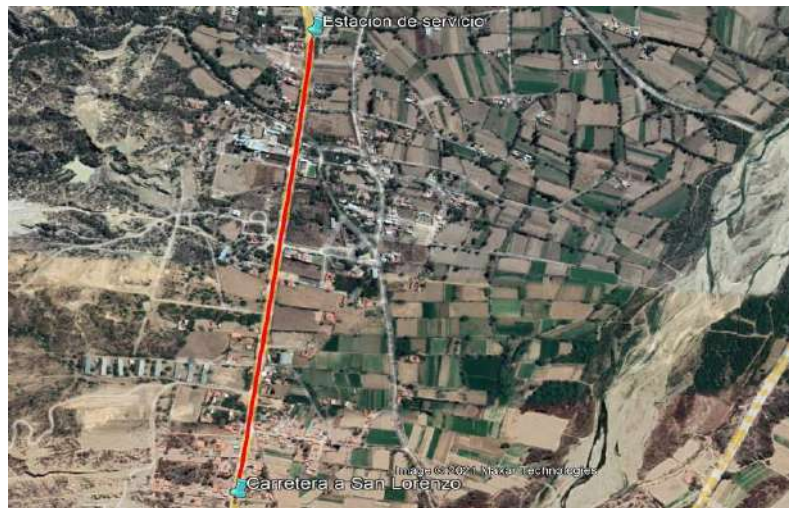
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 48** Recopilación de información del tramo carrera a San Lorenzo - estación de servicios

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 48** Tramo carrera a San Lorenzo - estación de servicios



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 49** Carretera a San Lorenzo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 50** Estación de servicio



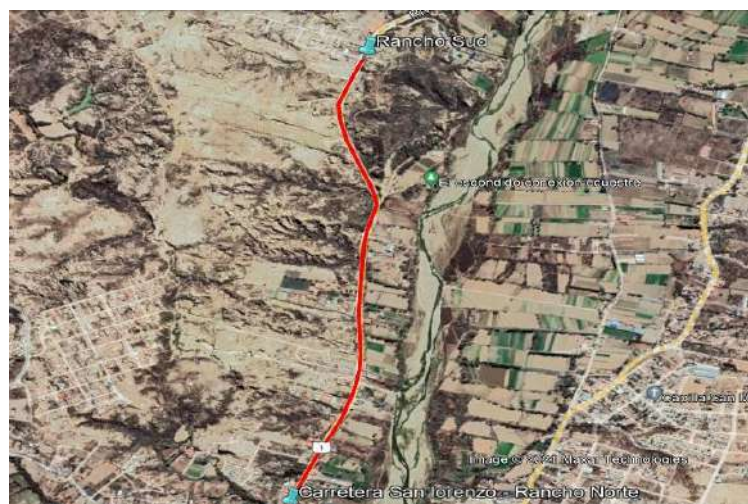
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 49** Recopilación de información del tramo carretera a San Lorenzo – Rancho Norte – Rancho Sud

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 51** Tramo carretera a San Lorenzo – Rancho Norte – Rancho Sud



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 52** Carretera San Lorenzo – Rancho norte



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 53** Rancho Sud



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 50** Recopilación de información del tramo puente a Tomatitas – ingreso a Erquiz

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)  | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                               | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                     | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                            | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Señales                                                 | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
|                                 | Reflectores de Defensa                                  | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                             | Nulo                                                       | Poco Visibles              | Nulo                 |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                         | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
|                                 | Líneas de Centro                                        | Nulo                                                       | Poco Visible               | Nulo                 |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                           | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas,etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Existente            |
|                                 | Canales o Fosos                                         | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                          | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales  | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 54** Tramo puente a Tomatitas – ingreso a Erquiz



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 55** Puente Tomatitas



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 56** Ingreso a Erquiz



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 51** Recopilación de información del tramo puente Tomatitas – ingreso  
Tomatitas

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 57** Tramo puente Tomatitas – ingreso Tomatitas



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 58** Puente Tomatitas



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 59** Ingreso Tomatitas



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 52** Recopilación de información del tramo ingreso a Santa Ana – puesto de control Tarija - Chaco

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 60** Tramo ingreso a Santa Ana – puesto de control Tarija - Chaco



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 61** Puesto de control Tarija - Chaco



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 62** Ingreso a Santa Ana



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 53** Recopilación de información del tramo  
ingreso a Santa Ana – Punto 18

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

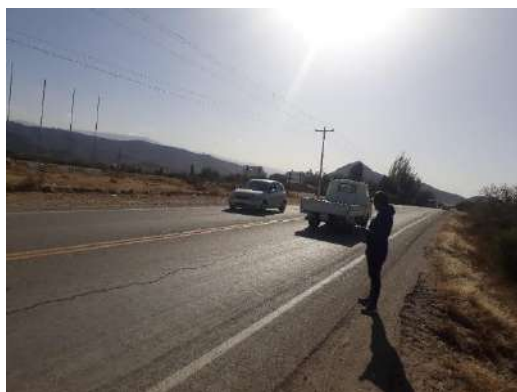
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 63** Tramo ingreso a Santa Ana – Punto 18



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 64** Punto 18



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 65** Ingreso a Santa Ana



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 54** Recopilación de información del tramo punto 18 – punto 19

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 66** Tramo punto 18 – punto 19



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 67** Punto 18



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 68** Punto 19



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 55** Recopilación de información del tramo punto 19 – El Portillo

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 68** Tramo punto 19 – El Portillo



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 69** Punto 19



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 70** El Portillo



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 56** Recopilación de información del tramo El Portillo – punto 22

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 71** Tramo El Portillo – punto 22



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 72** El Portillo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 73** Punto 22



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 57** Recopilación de información del tramo punto 22 – punto 23

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 74** Tramo punto 22 – punto 23



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 75** Punto 22



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 76** Punto 23



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 58** Recopilación de información del tramo punto 23 – punto 24

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 77** Tramo punto 23 – punto 24



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 78** Punto 23



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 79** Punto 24



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 59** Recopilación de información del tramo  
puesto de control Tarija Bermejo – punto 25

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                      | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                             | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                   | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                         | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                            | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                     | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                           | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales   | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 80** Tramo puesto de control Tarija Bermejo – punto 25



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 81** Punto 25



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 82** Puesto de control Tarija - Bermejo



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 60** Recopilación de información del tramo  
puesto control Tarija - Bermejo

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 83** Tramo puesto control Tarija - Bermejo



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 84** Carretera a Bermejo



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 85** Puesto de control Tarija - Bermejo



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 61** Recopilación de información del tramo punto 27 – punto 28

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 86** Tramo punto 27 – punto 28



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 87** Punto 27



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 88** Punto 28



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 62** Recopilación de información del tramo punto 28 – punto 29

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 89** Tramo punto 28 – punto 29



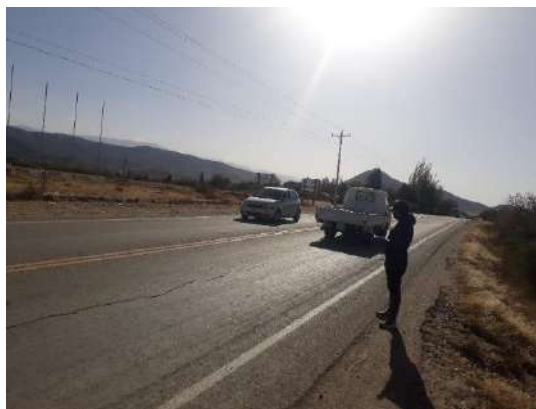
**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 90** Punto 28



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 91** Punto 29



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 63** Recopilación de información del tramo  
punto 29 – ingreso al Valle de la Concepción

| Ítem de Seguridad (j)           | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)    | Severidad Alta Sik=1                                       | Severidad Media Sik=0.5    | Severidad Baja Sik=0 |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Accesos</b>                  | Ubicación                                                 | Existencia de curvas horizontales y verticales en el tramo | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Densidad de accesos                                       | Nulo                                                       | Un acceso                  | Nulo                 |
| <b>Trayectoria Nocturna</b>     | Delineadores                                              | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Señales                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Reflectores de Defensa                                    | Ausentes                                                   | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Demarcación                                               | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Demarcación</b>              | Líneas de Borde                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
|                                 | Líneas de Centro                                          | Nulo                                                       | Nulo                       | Visibles             |
| <b>Pavimento</b>                | Fricción                                                  | Nulo                                                       | Nulo                       | Suficiente           |
|                                 | Irregularidad                                             | Nulo .                                                     | Algunos sectores del tramo | Nulo .               |
| <b>Entorno</b>                  | Terraplén                                                 | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Puentes                                                   | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc.) | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Canales o Fosos                                           | Nulo                                                       | Nulo                       | Nulo                 |
| <b>Distancia de Visibilidad</b> | En curvas Horizontales                                    | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
|                                 | En curvas Verticales                                      | Nulo                                                       | Nulo                       | Cumple               |
| <b>Señalización</b>             | Reglamentarias                                            | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |
|                                 | Advertencia de Peligros y/o Delineadores Direccionales    | Ausente                                                    | Nulo                       | Nulo                 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 92** Tramo punto 29 – ingreso al Valle de la Concepción



**Fuente:** Google Earth

**Figura N° 93** Punto 29



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura N° 94** Ingreso al Valle de la Concepción



**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### APLICACIÓN PRÁCTICA DE LOS ELEMENTOS DE TRÁFICO EMPLEANDO LA SEGURIDAD VIAL

#### 4.1. Resultados de aforos

Las tablas que se muestran a continuación son el resultado del promedio del número de vehículos para cada hora pico en cada uno de los puntos de estudio. Eso quiere decir que es la suma de los 7 días aforados de cada hora pico entre el número de días, que nos dará el promedio de número de vehículos por hora pico aforada.

Para hallar el TPH solamente nos queda sumar el aforo de promedio de las 3 horas pico aforadas para luego dividirlos entre 3 obteniendo así el valor de TPH.

Para obtener el valor final que es el TPD, se realiza la relación mencionada en la teoría que es el TPH dividido el 15%, este será el valor final que se necesitará nuestra metodología de ISV.

##### 4.1.1. Resultados obtenidos del lado norte de la carretera

**Tabla N° 64** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°1 Puesto de control  
Pajchani

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 39    | 51    | 65    | 51                       | 340                     |
| Martes                                      | 37    | 56    | 94    | 62                       | 413                     |
| Miércoles                                   | 45    | 71    | 79    | 65                       | 433                     |
| Jueves                                      | 58    | 60    | 82    | 66                       | 440                     |
| Viernes                                     | 43    | 62    | 84    | 63                       | 420                     |
| Sábado                                      | 45    | 65    | 60    | 56                       | 373                     |
| Domingo                                     | 51    | 56    | 66    | 57                       | 380                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 65** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°2 Cruce Calama,  
Pajchani, Tarija Cancha y San Lorenzo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 51    | 27    | 68    | 48                       | 320                     |
| Martes                                      | 45    | 44    | 64    | 51                       | 340                     |
| Miércoles                                   | 47    | 43    | 61    | 50                       | 333                     |
| Jueves                                      | 58    | 51    | 62    | 57                       | 380                     |
| Viernes                                     | 61    | 57    | 55    | 57                       | 380                     |
| Sábado                                      | 39    | 47    | 69    | 51                       | 340                     |
| Domingo                                     | 37    | 71    | 44    | 50                       | 333                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 66** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°3 Puente entrada a San Lorenzo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 66    | 70    | 89    | 75                       | 500                     |
| Martes                                      | 83    | 81    | 136   | 100                      | 666                     |
| Miércoles                                   | 72    | 84    | 58    | 71                       | 473                     |
| Jueves                                      | 61    | 79    | 94    | 78                       | 520                     |
| Viernes                                     | 66    | 25    | 106   | 65                       | 433                     |
| Sábado                                      | 63    | 81    | 47    | 63                       | 420                     |
| Domingo                                     | 32    | 70    | 87    | 63                       | 420                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 67** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°4 Carretera a San Lorenzo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 44    | 71    | 63    | 59                       | 393                     |
| Martes                                      | 61    | 63    | 84    | 69                       | 460                     |
| Miércoles                                   | 64    | 82    | 88    | 78                       | 520                     |
| Jueves                                      | 84    | 72    | 72    | 76                       | 506                     |
| Viernes                                     | 62    | 82    | 81    | 75                       | 500                     |
| Sábado                                      | 61    | 77    | 71    | 69                       | 460                     |
| Domingo                                     | 80    | 69    | 75    | 74                       | 493                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 68** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°5 Ingreso nuevo  
carretera norte

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio<br>Horario | Tráfico<br>Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|----------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                             |                            |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                             |                            |
| Lunes                                       | 84    | 82    | 80    | 82                          | 546                        |
| Martes                                      | 81    | 71    | 84    | 78                          | 520                        |
| Miércoles                                   | 59    | 82    | 99    | 80                          | 533                        |
| Jueves                                      | 75    | 82    | 80    | 79                          | 526                        |
| Viernes                                     | 76    | 82    | 86    | 81                          | 540                        |
| Sábado                                      | 91    | 69    | 88    | 82                          | 546                        |
| Domingo                                     | 79    | 81    | 76    | 78                          | 520                        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 69** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°6 Rancho norte

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 80    | 50    | 69    | 66                       | 440                     |
| Martes                                      | 84    | 91    | 53    | 76                       | 506                     |
| Miércoles                                   | 65    | 87    | 57    | 69                       | 460                     |
| Jueves                                      | 40    | 50    | 55    | 48                       | 320                     |
| Viernes                                     | 38    | 94    | 82    | 71                       | 473                     |
| Sábado                                      | 84    | 90    | 67    | 80                       | 533                     |
| Domingo                                     | 89    | 92    | 68    | 83                       | 553                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 70** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°7 Rotonda ingreso Sama  
- Carretera San Lorenzo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio<br>Horario | Tráfico<br>Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|----------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                             |                            |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                             |                            |
| Lunes                                       | 88    | 88    | 96    | 90                          | 600                        |
| Martes                                      | 61    | 82    | 66    | 69                          | 460                        |
| Miércoles                                   | 88    | 73    | 80    | 80                          | 533                        |
| Jueves                                      | 55    | 84    | 60    | 66                          | 440                        |
| Viernes                                     | 81    | 80    | 86    | 82                          | 546                        |
| Sábado                                      | 81    | 94    | 88    | 87                          | 580                        |
| Domingo                                     | 94    | 86    | 81    | 87                          | 580                        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 71** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°8  
Ingreso a la carretera antigua "Sama"

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 91    | 95    | 89    | 91                       | 606                     |
| Martes                                      | 97    | 105   | 83    | 95                       | 633                     |
| Miércoles                                   | 73    | 105   | 96    | 91                       | 606                     |
| Jueves                                      | 74    | 103   | 91    | 89                       | 593                     |
| Viernes                                     | 102   | 109   | 107   | 106                      | 706                     |
| Sábado                                      | 85    | 100   | 98    | 94                       | 626                     |
| Domingo                                     | 94    | 97    | 88    | 93                       | 620                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 72** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°9  
Estación de servicio

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 84    | 96    | 96    | 92                       | 613                     |
| Martes                                      | 76    | 103   | 94    | 91                       | 606                     |
| Miércoles                                   | 87    | 86    | 95    | 89                       | 593                     |
| Jueves                                      | 89    | 98    | 95    | 94                       | 626                     |
| Viernes                                     | 95    | 96    | 79    | 90                       | 600                     |
| Sábado                                      | 89    | 100   | 95    | 94                       | 626                     |
| Domingo                                     | 99    | 97    | 98    | 98                       | 653                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 73** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°10  
Carretera a San Lorenzo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 64    | 101   | 101   | 88                       | 586                     |
| Martes                                      | 85    | 95    | 92    | 90                       | 600                     |
| Miércoles                                   | 105   | 112   | 103   | 106                      | 706                     |
| Jueves                                      | 100   | 92    | 97    | 96                       | 640                     |
| Viernes                                     | 78    | 101   | 108   | 95                       | 633                     |
| Sábado                                      | 82    | 99    | 98    | 93                       | 620                     |
| Domingo                                     | 100   | 101   | 100   | 100                      | 666                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 74** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°11  
Rancho Sud

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 105   | 108   | 91    | 101                      | 673                     |
| Martes                                      | 92    | 98    | 106   | 98                       | 653                     |
| Miércoles                                   | 83    | 95    | 94    | 90                       | 600                     |
| Jueves                                      | 92    | 93    | 102   | 95                       | 633                     |
| Viernes                                     | 103   | 108   | 71    | 94                       | 626                     |
| Sábado                                      | 90    | 104   | 99    | 97                       | 646                     |
| Domingo                                     | 97    | 95    | 98    | 96                       | 640                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 75** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°12  
Carretera San Lorenzo - Rancho Norte

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 100   | 99    | 99    | 99                       | 660                     |
| Martes                                      | 83    | 99    | 92    | 91                       | 606                     |
| Miércoles                                   | 37    | 99    | 86    | 74                       | 493                     |
| Jueves                                      | 85    | 103   | 90    | 92                       | 613                     |
| Viernes                                     | 82    | 98    | 90    | 90                       | 600                     |
| Sábado                                      | 90    | 94    | 91    | 91                       | 606                     |
| Domingo                                     | 71    | 98    | 51    | 73                       | 486                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 76** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°13  
Ingreso a Erquiz

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 88    | 99    | 88    | 91                       | 606                     |
| Martes                                      | 105   | 104   | 93    | 100                      | 666                     |
| Miércoles                                   | 104   | 101   | 93    | 99                       | 660                     |
| Jueves                                      | 86    | 93    | 91    | 90                       | 600                     |
| Viernes                                     | 85    | 103   | 96    | 94                       | 626                     |
| Sábado                                      | 91    | 102   | 92    | 95                       | 633                     |
| Domingo                                     | 86    | 104   | 99    | 96                       | 640                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 77 Resultados finales de aforos vehiculares punto N°14**  
Puente de Tomatitas

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 61    | 97    | 92    | 83                       | 553                     |
| Martes                                      | 92    | 103   | 95    | 96                       | 640                     |
| Miércoles                                   | 78    | 96    | 91    | 88                       | 586                     |
| Jueves                                      | 73    | 102   | 90    | 88                       | 586                     |
| Viernes                                     | 90    | 85    | 88    | 87                       | 580                     |
| Sábado                                      | 81    | 95    | 92    | 89                       | 593                     |
| Domingo                                     | 61    | 91    | 96    | 82                       | 546                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 78 Resultados finales de aforos vehiculares punto N°15**  
Ingreso a Tomatitas

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 65    | 93    | 93    | 83                       | 553                     |
| Martes                                      | 66    | 100   | 91    | 85                       | 566                     |
| Miércoles                                   | 77    | 105   | 92    | 91                       | 606                     |
| Jueves                                      | 72    | 95    | 92    | 86                       | 573                     |
| Viernes                                     | 62    | 105   | 93    | 86                       | 573                     |
| Sábado                                      | 90    | 104   | 82    | 92                       | 613                     |
| Domingo                                     | 70    | 102   | 89    | 87                       | 580                     |

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.1.2. Resultados obtenidos del lado sur de la carretera**

**Tabla N° 79 Resultados finales de aforos vehiculares punto N°16 Puesto de control**  
Tarija - Chaco

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 89    | 115   | 114   | 106                      | 706                     |
| Martes                                      | 83    | 110   | 106   | 99                       | 660                     |
| Miércoles                                   | 77    | 107   | 97    | 93                       | 620                     |
| Jueves                                      | 85    | 106   | 101   | 97                       | 646                     |
| Viernes                                     | 97    | 96    | 102   | 98                       | 653                     |
| Sábado                                      | 94    | 107   | 95    | 98                       | 653                     |
| Domingo                                     | 93    | 99    | 99    | 97                       | 646                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 80** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°17  
Ingreso a Santa Ana

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 101   | 99    | 97    | 99                       | 660                     |
| Martes                                      | 81    | 99    | 93    | 91                       | 606                     |
| Miércoles                                   | 92    | 99    | 98    | 96                       | 640                     |
| Jueves                                      | 96    | 103   | 108   | 102                      | 680                     |
| Viernes                                     | 107   | 96    | 90    | 97                       | 646                     |
| Sábado                                      | 97    | 95    | 96    | 96                       | 640                     |
| Domingo                                     | 100   | 98    | 98    | 98                       | 653                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 81** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°18

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 103   | 102   | 106   | 103                      | 686                     |
| Martes                                      | 95    | 107   | 113   | 105                      | 700                     |
| Miércoles                                   | 96    | 107   | 105   | 102                      | 680                     |
| Jueves                                      | 106   | 102   | 103   | 103                      | 686                     |
| Viernes                                     | 91    | 108   | 88    | 95                       | 633                     |
| Sábado                                      | 96    | 101   | 86    | 94                       | 626                     |
| Domingo                                     | 100   | 103   | 98    | 100                      | 666                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 82** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°19

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 101   | 101   | 107   | 103                      | 686                     |
| Martes                                      | 100   | 110   | 108   | 106                      | 706                     |
| Miércoles                                   | 94    | 114   | 104   | 104                      | 693                     |
| Jueves                                      | 101   | 87    | 112   | 100                      | 666                     |
| Viernes                                     | 107   | 108   | 93    | 102                      | 680                     |
| Sábado                                      | 92    | 109   | 99    | 100                      | 666                     |
| Domingo                                     | 103   | 107   | 91    | 100                      | 666                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 83** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°20  
El portillo carretera Tarija - Chaco

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio<br>Horario | Tráfico Promedio<br>Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|----------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                             |                            |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                             |                            |
| Lunes                                       | 82    | 95    | 110   | 95                          | 633                        |
| Martes                                      | 100   | 107   | 110   | 105                         | 700                        |
| Miércoles                                   | 104   | 107   | 96    | 102                         | 680                        |
| Jueves                                      | 91    | 92    | 83    | 88                          | 586                        |
| Viernes                                     | 100   | 99    | 102   | 100                         | 666                        |
| Sábado                                      | 90    | 106   | 98    | 98                          | 653                        |
| Domingo                                     | 103   | 117   | 92    | 104                         | 693                        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 84** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°21  
El portillo carretera Tarija - Bermejo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 107   | 99    | 104   | 103                      | 686                     |
| Martes                                      | 87    | 109   | 97    | 97                       | 646                     |
| Miércoles                                   | 92    | 108   | 104   | 101                      | 673                     |
| Jueves                                      | 106   | 103   | 109   | 106                      | 706                     |
| Viernes                                     | 75    | 110   | 93    | 92                       | 613                     |
| Sábado                                      | 89    | 102   | 99    | 96                       | 640                     |
| Domingo                                     | 89    | 103   | 99    | 97                       | 646                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 85** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°22

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio<br>Horario | Tráfico<br>Promedio<br>Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------|-------------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                             |                               |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                             |                               |
| Lunes                                       | 96    | 106   | 104   | 102                         | 680                           |
| Martes                                      | 96    | 100   | 108   | 101                         | 673                           |
| Miércoles                                   | 104   | 107   | 112   | 107                         | 713                           |
| Jueves                                      | 102   | 98    | 113   | 104                         | 693                           |
| Viernes                                     | 110   | 109   | 96    | 105                         | 700                           |
| Sábado                                      | 109   | 105   | 100   | 104                         | 693                           |
| Domingo                                     | 100   | 97    | 85    | 94                          | 626                           |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 86** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°23

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 95    | 109   | 97    | 100                      | 666                     |
| Martes                                      | 96    | 112   | 108   | 105                      | 700                     |
| Miércoles                                   | 105   | 107   | 102   | 104                      | 693                     |
| Jueves                                      | 107   | 93    | 106   | 102                      | 680                     |
| Viernes                                     | 89    | 102   | 105   | 98                       | 653                     |
| Sábado                                      | 99    | 105   | 85    | 96                       | 640                     |
| Domingo                                     | 100   | 107   | 90    | 99                       | 660                     |

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla N° 87** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°24

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 106   | 104   | 108   | 106                      | 706                     |
| Martes                                      | 98    | 96    | 102   | 98                       | 653                     |
| Miércoles                                   | 99    | 107   | 103   | 103                      | 686                     |
| Jueves                                      | 100   | 110   | 97    | 102                      | 680                     |
| Viernes                                     | 110   | 101   | 98    | 103                      | 686                     |
| Sábado                                      | 90    | 101   | 110   | 100                      | 666                     |
| Domingo                                     | 101   | 107   | 108   | 105                      | 700                     |

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla N° 88** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°25

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 96    | 111   | 116   | 107                      | 713                     |
| Martes                                      | 103   | 115   | 103   | 107                      | 713                     |
| Miércoles                                   | 90    | 108   | 97    | 98                       | 653                     |
| Jueves                                      | 101   | 111   | 97    | 103                      | 686                     |
| Viernes                                     | 104   | 111   | 104   | 106                      | 706                     |
| Sábado                                      | 96    | 117   | 101   | 104                      | 693                     |
| Domingo                                     | 109   | 112   | 93    | 104                      | 693                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 89** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°26  
Puesto de Control Tarija – Bermejo

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 101   | 107   | 109   | 105                      | 700                     |
| Martes                                      | 103   | 109   | 109   | 107                      | 713                     |
| Miércoles                                   | 102   | 117   | 112   | 110                      | 733                     |
| Jueves                                      | 100   | 118   | 100   | 106                      | 706                     |
| Viernes                                     | 98    | 101   | 107   | 102                      | 680                     |
| Sábado                                      | 107   | 102   | 92    | 100                      | 666                     |
| Domingo                                     | 102   | 111   | 101   | 104                      | 693                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 90** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°27

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 112   | 108   | 109   | 109                      | 726                     |
| Martes                                      | 102   | 100   | 103   | 101                      | 673                     |
| Miércoles                                   | 110   | 104   | 104   | 106                      | 706                     |
| Jueves                                      | 106   | 104   | 114   | 108                      | 720                     |
| Viernes                                     | 106   | 105   | 100   | 103                      | 686                     |
| Sábado                                      | 107   | 97    | 93    | 99                       | 660                     |
| Domingo                                     | 101   | 101   | 89    | 97                       | 646                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 91** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°28

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 95    | 112   | 103   | 103                      | 686                     |
| Martes                                      | 107   | 108   | 118   | 111                      | 740                     |
| Miércoles                                   | 101   | 107   | 111   | 106                      | 706                     |
| Jueves                                      | 100   | 114   | 118   | 110                      | 733                     |
| Viernes                                     | 98    | 105   | 88    | 97                       | 646                     |
| Sábado                                      | 103   | 101   | 93    | 99                       | 660                     |
| Domingo                                     | 106   | 102   | 96    | 101                      | 673                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 92** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°29

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 106   | 117   | 102   | 108                      | 720                     |
| Martes                                      | 93    | 100   | 113   | 102                      | 680                     |
| Miércoles                                   | 105   | 104   | 103   | 104                      | 693                     |
| Jueves                                      | 111   | 109   | 95    | 105                      | 700                     |
| Viernes                                     | 98    | 107   | 100   | 101                      | 673                     |
| Sábado                                      | 99    | 89    | 90    | 92                       | 613                     |
| Domingo                                     | 109   | 82    | 104   | 98                       | 653                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 93** Resultados finales de aforos vehiculares punto N°30  
Ingreso al Valle de la Concepción

| Aforo de volúmenes de tráfico en horas pico |       |       |       | Tráfico Promedio Horario | Tráfico Promedio Diario |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------------------------|
| Día                                         | Horas |       |       |                          |                         |
|                                             | 7-8   | 12-13 | 18-19 |                          |                         |
| Lunes                                       | 95    | 114   | 108   | 105                      | 700                     |
| Martes                                      | 99    | 117   | 108   | 108                      | 720                     |
| Miércoles                                   | 108   | 106   | 105   | 106                      | 706                     |
| Jueves                                      | 104   | 101   | 97    | 100                      | 666                     |
| Viernes                                     | 101   | 103   | 100   | 101                      | 673                     |
| Sábado                                      | 105   | 95    | 95    | 98                       | 653                     |
| Domingo                                     | 110   | 105   | 100   | 105                      | 700                     |

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. Cálculo y evaluación del índice de seguridad vial en tramos carreteros

### 4.2.1. Parámetros a tomar en cuenta para el cálculo del índice de seguridad vial

Los parámetros que se tomaran en cuenta para el cálculo del Índice de Seguridad vial van en función a las tablas ya mencionadas en el anterior capítulo. A continuación, se describirá cada parámetro necesario para el cálculo:

**TPD** = Tráfico promedio diario de cada punto de estudio

**Longitud (Km)**= Longitud del tramo a analizar

**n**= Número de sectores a evaluar

**mj**= Número total de elementos de seguridad dentro de un ítem de seguridad (en caso de ser seleccionados más de uno se realizará un promedio)

**Sik**= Evaluación del ítem de seguridad según factores de severidad que puedan agravar el mismo Tabla 2.3

**ΔFAj**= Incremento en el riesgo de accidentes por el ítem de seguridad, Tabla 2.1

**Pj**= Proporción de tipos de accidentes que son provocados por el ítem de seguridad, Tabla 2.1

**I**= Numero de ítems de seguridad inspeccionados

**GDSk**= Ponderación del elemento según evaluación (solamente rectas), Tabla 2.4

**v**= Número de elementos (curvas o rectas) en el tramo a evaluar

**ΔFADG**= Incremento de riesgo de accidentes (7m curvas – 1m recta)

**PDG**= Proporción de accidentes provocados por el elemento de seguridad y su evaluación, Tabla 2.4

**Fi**= Factor de ponderación del elemento de seguridad, Tabla 2.5

#### 4.2.2. Cálculos y resultados del Índice de Seguridad Vial (ISV)

Se procederá a describir detalladamente el procedimiento para la realización del cálculo del índice de seguridad del primer tramo a analizar

##### **Ejemplo: Punto de Estudio N°1**

**Ubicación: Puesto de control Pajchani**

$$I. S. V = FE * FFA * FSA$$

Donde:

FE = Factor de exposición

FFA= Factor de frecuencia de accidentes

FSA= Factor de severidad de accidentes

##### **Cálculo del factor de exposición (FE)**

$$FE = \frac{L * TPD}{1000}$$

##### **Datos**

L= 0.0135Km **ver tabla 3.97**      FE = 0.037

TPD= 2799 **ver tabla 3.99**

A continuación, se necesitará el valor del cálculo de FFA, donde antes hallaremos los valores de FFAIS y FFADG para lo cual se muestran las formulas:

$$\mathbf{FFA = FFAIS * FFADG}$$

#### Calculo del factor de frecuencia de accidentes por inspección de seguridad (FFAIS)

$$\mathbf{FFAIS = \prod_{j=1}^1 FFAj}$$

Para el cálculo de FFAIS se tendrá que hallar el valor FFAj con la siguiente formula:

$$\mathbf{FFAj = 1 + WSj * \Delta FAj * Pj}$$

Para lo que necesitara los valores de  $\Delta FAj$  y  $Pj$  que son datos obtenidos de la tabla de acuerdo al análisis de los tramos en estudio.

A su vez para hallar el valor de FFAj se tendrá que hallar el valor de WSj para lo cual se tiene la siguiente formula:

$$WSj = \frac{1}{(2 * n)} * \sum_{i=1}^{mj} \sum_{k=1}^{(2*n)} Sik$$

**n= 5** Es el valor del número de puntos evaluados por cada tramo, para la presente tesis este valor siempre será de 5.

**mj= 2.67** Este valor es el resultado del promedio de los elementos de seguridad dentro del ítem de seguridad con respecto a la tabla 2.2, en este punto de estudio se toma 6 ítems de seguridad según las características de nuestra vía. A continuación, se muestra en el cuadro, los ítems de seguridad seleccionados con respecto al valor de mj:

**Tabla N° 94** Número de elementos de seguridad dentro de un ítem de seguridad

| <b>j</b> | <b>Ítem de Seguridad (j)</b> | <b>mj</b> |
|----------|------------------------------|-----------|
| 1        | Accesos                      | 2         |
| 2        | Trayectoria Nocturna         | 4         |
| 3        | Demarcación                  | 2         |
| 4        | Pavimento                    | 2         |
| 5        | Entorno                      | 4         |
| 6        | Señalización                 | 2         |
| Promedio |                              | 2.67      |

**Fuente:** Elaboración propia

**Sik= 0.77** Este valor es el resultado del promedio de los elementos de seguridad dentro del ítem de seguridad tomando en cuenta la severidad de las características de las vías con respecto a la tabla 2.3, mediante la siguiente tabla se demostrará el detalle de los valores sik.

**Tabla N° 95** Evaluación de los ítems de seguridad

| Ítem de Seguridad (i)    | Elemento de Seguridad (i=N° elementos dentro del ítem)   | Severidad Alta Sik=1                                           | Severidad Media Sik=0.5 | Severidad Baja Sik=0 |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Accesos                  | Ubicación                                                | Intersección                                                   | X                       | X                    |
|                          | Densidad de accesos                                      | X                                                              | X                       | X                    |
| Trayectoria Nocturna     | Delineadores                                             | Ausencia                                                       | X                       | X                    |
|                          | Señales                                                  | Poco Visibles                                                  | X                       | X                    |
|                          | Reflectores de Defensa                                   | Ausencia                                                       | X                       | X                    |
|                          | Demarcación                                              | Desvanecidas                                                   | X                       | X                    |
| Demarcación              | Líneas de Borde                                          | X                                                              | X                       | X                    |
|                          | Líneas de Centro                                         | X                                                              | Poco visible            | X                    |
| Pavimento                | Fricción                                                 | X                                                              | X                       | Suficiente           |
|                          | Irregularidad                                            | X                                                              | X                       | No hay               |
| Entorno                  | Terraplén                                                | X                                                              | X                       | X                    |
|                          | Puentes                                                  | X                                                              | X                       | X                    |
|                          | Obstáculos (Barandas de puentes, arboles, defensas, etc. | Arboles u obstáculos rígidos a menos de 3 metros de la calzada | X                       | X                    |
|                          | Canales o Fosos                                          | X                                                              | X                       | X                    |
|                          |                                                          |                                                                |                         |                      |
| Distancia de Visibilidad | En curvas horizontales                                   | X                                                              | X                       | X                    |
|                          | En curvas verticales                                     | X                                                              | X                       | X                    |
| Señalización             | Reglamentarias                                           | Ausencia                                                       | X                       | X                    |
|                          | Advertencia de peligros y/o delineadores direccionales   | Ausencia                                                       | X                       | X                    |
|                          | Elementos seleccionados (11)                             | 8                                                              | 0.5                     | 0                    |
| Sik adoptado             |                                                          | 0.77                                                           |                         |                      |

**Fuente:** Elaboración propia

Nota. - Las casillas marcas con X son las que no fueron tomadas en cuenta de acuerdo al análisis realizado para la calle de estudio.

Obteniendo así mediante la formula el valor de:

$$WSj = 0,77$$

Al haber hallado WSj, a continuación se obtiene de tablas los valores restantes,  $\Delta FAj$  y  $Pj$  de acuerdo al análisis de las calles en estudio. Se tiene:

$\Delta F_{aj} = 0,36$ . Este valor es el resultado del promedio de los valores de  $\Delta F_{aj}$  tomados de la Tabla 2.1 como se muestra a continuación:

**Tabla N° 96** Incremento en el riesgo de accidentes por ítem de seguridad

| Ítem de Seguridad        | $\Delta F_{aj}$ |
|--------------------------|-----------------|
| Accesos                  | 1,35            |
| Trayectoria Nocturna     | 0,30            |
| Demarcación              | 0,20            |
| Pavimento                | 0,10            |
| Entorno                  | 0,00            |
| Señalización             | 0,20            |
| <b>Promedio Adoptado</b> | <b>0,36</b>     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Pj: 0,93.** Este valor es el resultado del promedio de los valores de Pj tomados de la Tabla 2.1 como se muestra a continuación:

**Tabla N° 97** Proporción de tipos de accidentes que son provocados por el ítem de seguridad

| Ítem de Seguridad        | Accidentes relacionados (Pj) |
|--------------------------|------------------------------|
| Accesos                  | 1                            |
| Trayectoria Nocturna     | 1                            |
| Demarcación              | 1                            |
| Pavimento                | 1                            |
| Entorno                  | 0.6                          |
| Señalización             | 1                            |
| <b>Promedio Adoptado</b> | <b>0.93</b>                  |

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez obtenidos todos los valores necesarios para calcular  $FF_{aj}$ , se obtiene el siguiente valor:

$$FF_{aj} = 1,26$$

Al obtener el valor de  $FF_{aj}$  podremos hallar el valor de  $FF_{AIS}$  previamente un valor a 1 que se explica a continuación:

**I= 6** Es en el caso de este punto de estudio, el número de ítems de seguridad analizados

**Tabla N° 98** Número de seguridad del punto N°1

| <b>j</b> | <b>Ítem de Seguridad (j)</b> |
|----------|------------------------------|
| 1        | Accesos                      |
| 2        | Trayectoria Nocturna         |
| 3        | Demarcación                  |
| 4        | Pavimento                    |
| 5        | Entorno                      |
| 6        | Señalización                 |

**Fuente:** Elaboración propia

Por lo tanto, el valor de FFAIS según la ecuación será:

$$\mathbf{FFAIS = 3,95}$$

Seguidamente se procede a calcular el valor de FFADG previamente calculando el valor de WSDG

$$\mathbf{FFADG = 1 * WSDG * \Delta AFDG * PDG}$$

$$WS_{DG} = \frac{\sum_{k=1}^v GDS_k * l_k}{\sum_{k=1}^v L_k}$$

Para el cálculo de WSDG se adoptara los valores que a continuación se desglosan:

**GDSk: 0,1** Se adopta el valor de la tabla 2.4

**Tabla N° 99** Ponderación del elemento geométrico según la evaluación

| <b>GDSk en Recta</b> |     |
|----------------------|-----|
| Cumple               | X   |
| No Cumple            | 0,1 |

**Fuente:** Elaboración propia

**Lk= 0,0135 Km**

**v= 1** Este valor representa al número de rectas o curvas que hay en nuestro punto de estudio en todos los casos el valor será de uno

Por lo tanto, se podrá evaluar de WSDG que es de:

$$\mathbf{WSDG = 0,1}$$

Para obtener el valor de FFADG a continuación se muestra los datos faltantes adoptados:

$\Delta\mathbf{FADG= 1m}$  Este valor representa al incremento de riesgos al analizar si es en curva o recta. En nuestro caso el valor siempre será de 1m

$\mathbf{PDG= 0,30}$  Es el valor tomado de acuerdo a la tabla 2.4

**Tabla N° 100** Proporción de accidentes provocados por el elemento de seguridad

| Accidentes Relacionados<br>PDG |
|--------------------------------|
| Despiste (0.30)                |
| X                              |

**Fuente:** Elaboración propia

Por lo tanto, se obtendrá un valor de:

$$\mathbf{FFADG = 1,03}$$

Al haber obtenidos los valores de FFAIS y FFADG, inmediatamente se podrá calcular el valor de FFA:

$$\mathbf{FFA = 4,07}$$

Para terminar de completar los valores necesarios para obtener el índice de seguridad vial se procede a calcular el FSA, previamente se debe conocer el valor de WSlateral:

$$\mathbf{FSA = 1 + 0,6 * WSlateral}$$

$$\mathbf{WS_{lateral} = \frac{\sum_{k=1}^{2*n} \max_i(SiK * Fi)}{4}}$$

Para lo cual se procede a dar valor a datos faltantes que son necesarios para dicho calculo.

$\mathbf{Fi= 2}$  Este valor es adoptado de la tabla 2.5 para todos los puntos de estudio ya que en los tramos a analizar presentan obstáculos

**Tabla N° 101** Factor de ponderación del elemento de seguridad

| Elemento de Seguridad        | Factor de Ponderación |
|------------------------------|-----------------------|
| Terraplén                    | X                     |
| Puentes                      | X                     |
| Arboles u Obstáculos Rígidos | 2                     |
| Canales o Fosos              | X                     |

**Fuente:** Elaboración propia

Habiendo obtenido de tablas según el análisis el valor de  $F_i$  y habiendo dado anteriormente valores a  $S_{ik}$  y  $n$  se obtiene el valor de  $W_{Slateral}$ :

$$W_{Slateral} = 3,85$$

Seguidamente se calcula el valor de FSA;

$$FSA = 3,31$$

Por ultimo al contar con todos los valores de acuerdo a los parámetros y análisis realizado para los tramos de estudio se procede a calcular el Índice de Seguridad Vial (ISV).

$$ISV = 10,60$$

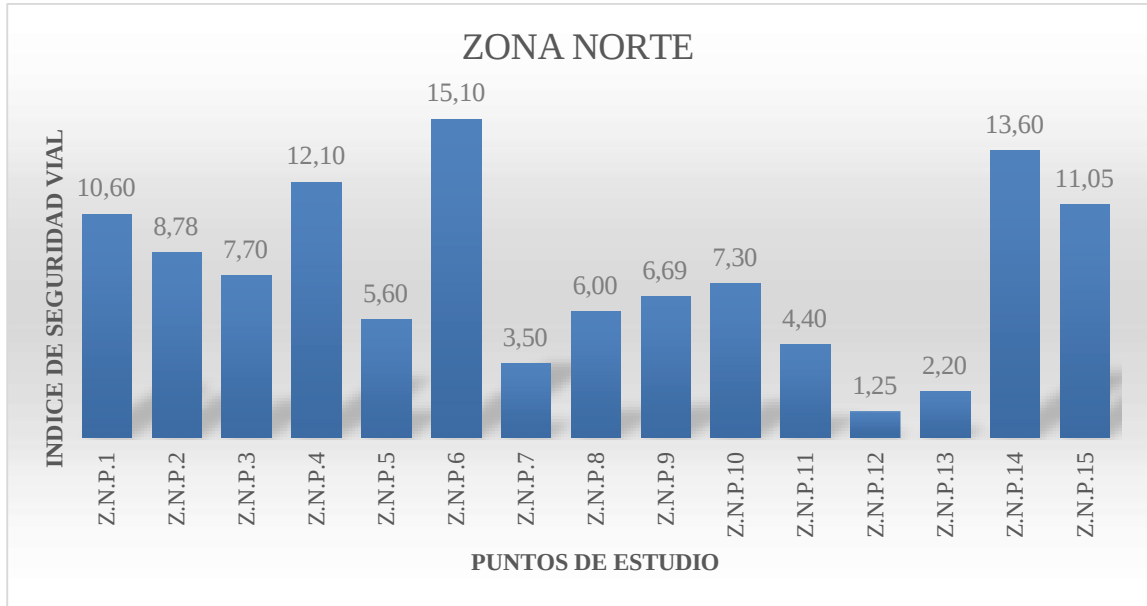
#### 4.2.3. Tabla de resultados obtenidos de los cálculos realizados

**Tabla N° 102** Tabla de resultados tramo norte

| N° | Tabla de resultados I.S.V. | I.S.V. |
|----|----------------------------|--------|
|    | Zona norte                 |        |
| 1  | Z.N.P.1                    | 4,98   |
| 2  | Z.N.P.2                    | 8,78   |
| 3  | Z.N.P.3                    | 7,70   |
| 4  | Z.N.P.4                    | 12,10  |
| 5  | Z.N.P.5                    | 5,60   |
| 6  | Z.N.P.6                    | 15,10  |
| 7  | Z.N.P.7                    | 3,50   |
| 8  | Z.N.P.8                    | 6,00   |
| 9  | Z.N.P.9                    | 6,69   |
| 10 | Z.N.P.10                   | 7,30   |
| 11 | Z.N.P.11                   | 4,40   |
| 12 | Z.N.P.12                   | 1,25   |
| 13 | Z.N.P.13                   | 2,20   |
| 14 | Z.N.P.14                   | 13,60  |
| 15 | Z.N.P.15                   | 11,05  |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 31** Puntos de estudio vs índice de seguridad



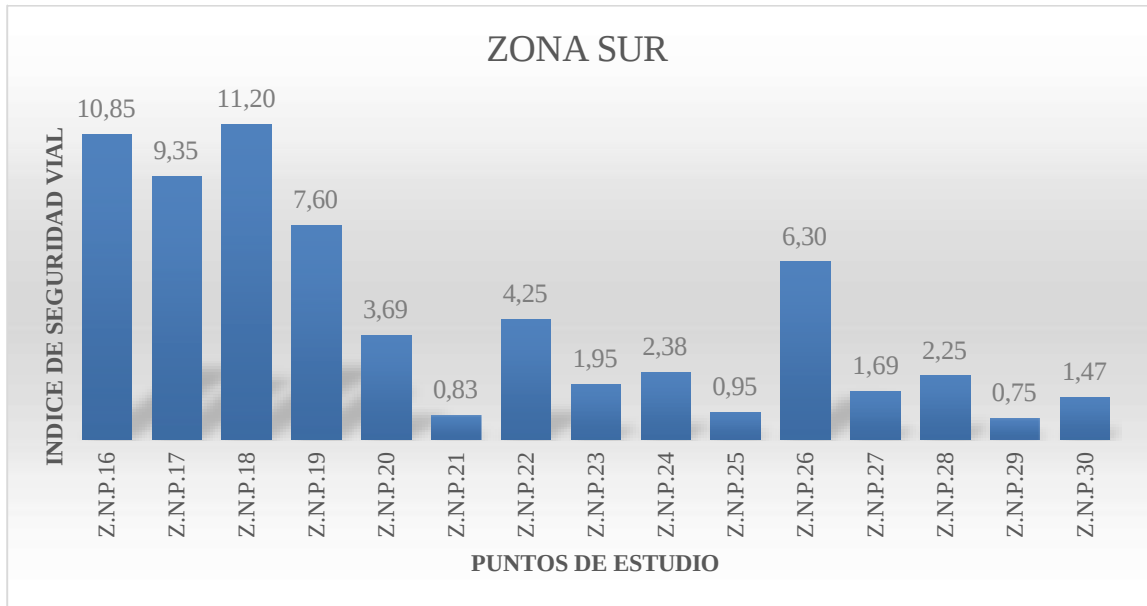
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 103** Tabla de resultados tramo sur

| N° | Tabla de resultados I.S.V. | I.S.V. |
|----|----------------------------|--------|
|    | Zona sur                   |        |
| 16 | Z.N.P.16                   | 10,85  |
| 17 | Z.N.P.17                   | 9,35   |
| 18 | Z.N.P.18                   | 11,20  |
| 19 | Z.N.P.19                   | 7,60   |
| 20 | Z.N.P.20                   | 3,69   |
| 21 | Z.N.P.21                   | 0,83   |
| 22 | Z.N.P.22                   | 4,25   |
| 23 | Z.N.P.23                   | 1,95   |
| 24 | Z.N.P.24                   | 2,38   |
| 25 | Z.N.P.25                   | 0,95   |
| 26 | Z.N.P.26                   | 6,30   |
| 27 | Z.N.P.27                   | 1,69   |
| 28 | Z.N.P.28                   | 2,25   |
| 29 | Z.N.P.29                   | 0,75   |
| 30 | Z.N.P.30                   | 1,47   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 32 Puntos de estudio vs índice de seguridad**



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.2.4. Análisis de resultados de la determinación de I.S.V.**

Cuando el valor de I.S.V. se encuentre más cercano a cero es cuando mayor seguridad y comodidad el tramo brinda a los usuarios.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito es que se realiza el análisis de resultados de Índice de Seguridad Vial para los dos tramos estudiadas en el presente trabajo.

De las tablas mostradas en el punto 4.2.3 se muestran un total de 30 puntos de estudio con su respectivo valor de I.S.V. calculado. Ver anexos.

Se puede evidenciar que los puntos de estudio particularmente de la zona norte cuentan con un índice de seguridad elevado, esto se debe a que como al ser vías principales de acceso a nuestra ciudad el volumen de tráfico es mayor, además de las condiciones analizadas para el cálculo como ser , visibilidad nocturna, demarcación, señalización, lo cual conlleva a que las principales carreteras que dan acceso a nuestra ciudad no sean nada seguras, los cual puede conllevar a accidentes viales produciendo en algunos casos hasta la muerte de los usuarios.

#### 4.2.5. Clasificación de los dos tramos en estudio

Se presenta a continuación en la tabla 4.41 y 4.42 los dos principales tramos que dan acceso a la ciudad con su respectivo valor I.S.V., para poder realizar una sumatoria de dichos valores y así poder hallar la media e indicar que puntos en estudio sobrepasan esta media.

**Tabla N° 104** Tabla de resultados tramo norte

| N°        | Tabla de resultados I.S.V. | I.S.V.        |
|-----------|----------------------------|---------------|
|           | Zona norte                 |               |
| 1         | Z.N.P.1                    | 4,98          |
| 2         | Z.N.P.2                    | 8,78          |
| 3         | Z.N.P.3                    | 7,70          |
| 4         | Z.N.P.4                    | 12,10         |
| 5         | Z.N.P.5                    | 5,60          |
| 6         | Z.N.P.6                    | 15,10         |
| 7         | Z.N.P.7                    | 3,50          |
| 8         | Z.N.P.8                    | 6,00          |
| 9         | Z.N.P.9                    | 6,69          |
| 10        | Z.N.P.10                   | 7,30          |
| 11        | Z.N.P.11                   | 4,40          |
| 12        | Z.N.P.12                   | 1,25          |
| 13        | Z.N.P.13                   | 2,20          |
| 14        | Z.N.P.14                   | 13,60         |
| 15        | Z.N.P.15                   | 11,05         |
| Sumatoria |                            | <b>115,87</b> |
| Media     |                            | <b>7,72</b>   |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 105** Tabla de resultados tramo sur

| N°               | Tabla de resultados I.S.V. | I.S.V.       |
|------------------|----------------------------|--------------|
|                  | Zona sur                   |              |
| 16               | Z.N.P.16                   | 10,85        |
| 17               | Z.N.P.17                   | 9,35         |
| 18               | Z.N.P.18                   | 11,20        |
| 19               | Z.N.P.19                   | 7,60         |
| 20               | Z.N.P.20                   | 3,69         |
| 21               | Z.N.P.21                   | 0,83         |
| 22               | Z.N.P.22                   | 4,25         |
| 23               | Z.N.P.23                   | 1,95         |
| 24               | Z.N.P.24                   | 2,38         |
| 25               | Z.N.P.25                   | 0,95         |
| 26               | Z.N.P.26                   | 6,30         |
| 27               | Z.N.P.27                   | 1,69         |
| 28               | Z.N.P.28                   | 2,25         |
| 29               | Z.N.P.29                   | 0,75         |
| 30               | Z.N.P.30                   | 1,47         |
| <b>Sumatoria</b> |                            | <b>65,51</b> |
| <b>Media</b>     |                            | <b>4,37</b>  |

**Fuente:** Elaboración propia

Al hallar la media de ambos tramos, esto sería un indicador más con respecto a que si algún punto que este por debajo de estos dos indicadores los I.S.V trabajaran de manera eficiente y las que estén por encima son indicadores de que el punto de estudio está trabajando de manera ineficiente. Pero se podría plantear algunas alternativas para que su funcionamiento sea de mejor calidad.

A continuación, en la gráfica 4.3 y 4.4 nos muestra el análisis de los dos tramos en estudio que están trabajando con mayor o menor eficiencia.

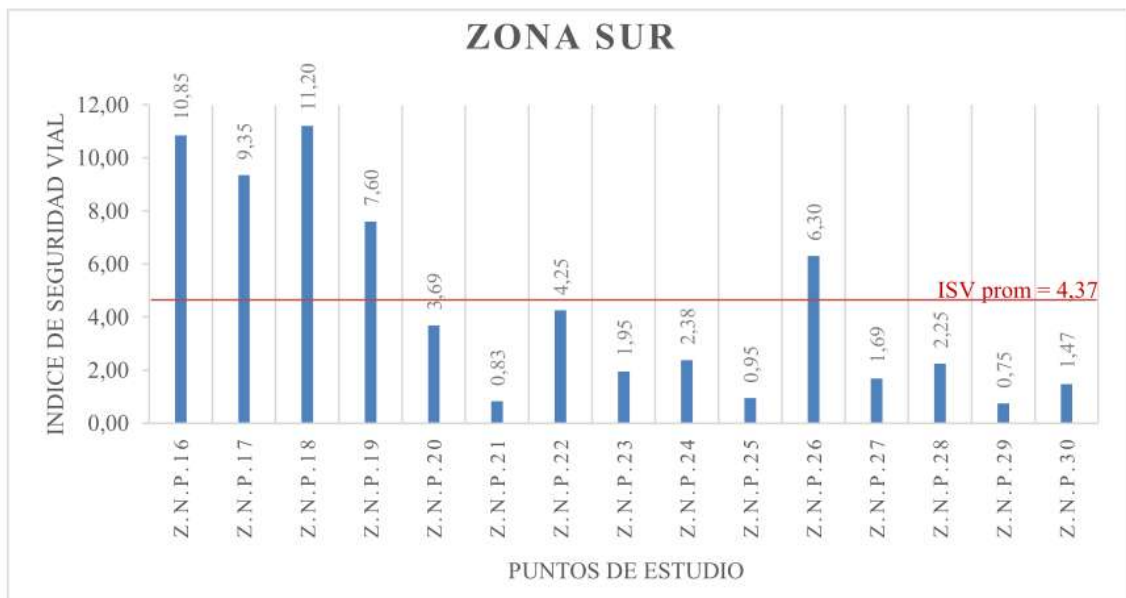
**Gráfico N° 33 Punto de estudio vs índice de seguridad**



**Fuente:** Elaboración propia

Según el análisis realizado se puede observar 5 puntos de estudio están realizando de manera eficiente su funcionamiento.

**Gráfico N° 34 Puntos de estudio vs índice de seguridad**



**Fuente:** Elaboración propia

Según el análisis realizado se puede observar 10 puntos de estudio están realizando de manera eficiente su funcionamiento.

**Tabla N° 106** Índice de seguridad vial y accidentología tramo norte

| N° | Tabla de resultados I.S.V. | I.S.V. | N° Total de accidentes |
|----|----------------------------|--------|------------------------|
|    | Zona Norte                 |        |                        |
| 1  | Z.N.P.1                    | 4,98   | 33                     |
| 2  | Z.N.P.2                    | 8,78   | 25                     |
| 3  | Z.N.P.3                    | 7,70   | 32                     |
| 4  | Z.N.P.4                    | 12,10  | 21                     |
| 5  | Z.N.P.5                    | 5,60   | 5                      |
| 6  | Z.N.P.6                    | 15,10  | 9                      |
| 7  | Z.N.P.7                    | 3,50   | 13                     |
| 8  | Z.N.P.8                    | 6,00   | 7                      |
| 9  | Z.N.P.9                    | 6,69   | 10                     |
| 10 | Z.N.P.10                   | 7,30   | 9                      |
| 11 | Z.N.P.11                   | 4,40   | 8                      |
| 12 | Z.N.P.12                   | 1,25   | 6                      |
| 13 | Z.N.P.13                   | 2,20   | 4                      |
| 14 | Z.N.P.14                   | 13,60  | 9                      |
| 15 | Z.N.P.15                   | 11,05  | 12                     |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 35** Índice de seguridad vs accidentología tramo norte



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 107** Índice de seguridad vial y accidentología tramo sur

| N° | Tabla de resultados I.S.V | I.S.V | N° Total de accidentes |
|----|---------------------------|-------|------------------------|
|    | Zona Sur                  |       |                        |
| 16 | Z.N.P.16                  | 10,85 | 21                     |
| 17 | Z.N.P.17                  | 9,35  | 7                      |
| 18 | Z.N.P.18                  | 11,20 | 3                      |
| 19 | Z.N.P.19                  | 7,60  | 7                      |
| 20 | Z.N.P.20                  | 3,69  | 17                     |
| 21 | Z.N.P.21                  | 0,83  | 13                     |
| 22 | Z.N.P.22                  | 4,25  | 11                     |
| 23 | Z.N.P.23                  | 1,95  | 3                      |
| 24 | Z.N.P.24                  | 2,38  | 3                      |
| 25 | Z.N.P.25                  | 0,95  | 3                      |
| 26 | Z.N.P.26                  | 6,30  | 6                      |
| 27 | Z.N.P.27                  | 1,69  | 2                      |
| 28 | Z.N.P.28                  | 2,25  | 1                      |
| 29 | Z.N.P.29                  | 0,75  | 0                      |
| 30 | Z.N.P.30                  | 1,47  | 7                      |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 36** Índice de seguridad vs accidentología tramo sur



**Fuente:** Elaboración propia

Como se puede constatar en las gráficas el número de accidentes de los puntos de estudio seleccionados para la evaluación no influye en el valor calculado.

#### 4.2.6. Incidencia porcentual del índice de seguridad vial

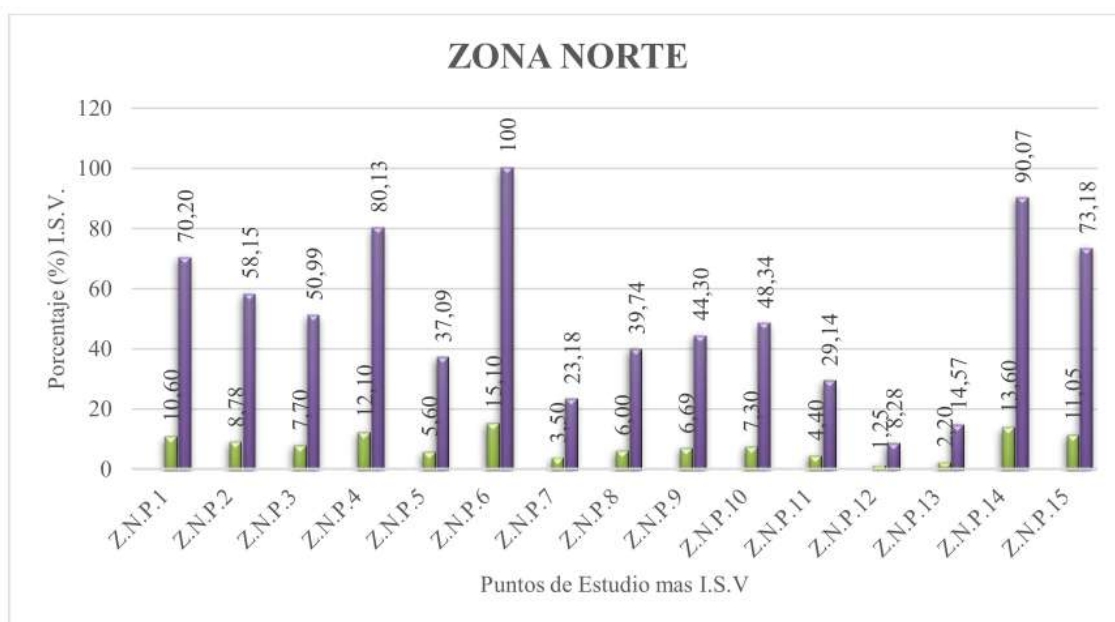
Tomando en cuenta los valores obtenidos a través de la aplicación metodológica del I.S.V, se tomó como referencia el máximo valor obtenido de la tabla de resultados el cual se muestra a continuación:

**Tabla N° 108** Incidencia porcentual de I.S.V. tramo norte

| N° | Tabla de resultados I.S.V | I.S.V | Porcentaje % |
|----|---------------------------|-------|--------------|
|    | Zona Norte                |       |              |
| 1  | Z.N.P.1                   | 4,98  | 29,80        |
| 2  | Z.N.P.2                   | 8,78  | 58,15        |
| 3  | Z.N.P.3                   | 7,70  | 50,99        |
| 4  | Z.N.P.4                   | 12,10 | 80,13        |
| 5  | Z.N.P.5                   | 5,60  | 37,09        |
| 6  | Z.N.P.6                   | 15,10 | 100,00       |
| 7  | Z.N.P.7                   | 3,50  | 23,18        |
| 8  | Z.N.P.8                   | 6,00  | 39,74        |
| 9  | Z.N.P.9                   | 6,69  | 44,30        |
| 10 | Z.N.P.10                  | 7,30  | 48,34        |
| 11 | Z.N.P.11                  | 4,40  | 29,14        |
| 12 | Z.N.P.12                  | 1,25  | 8,28         |
| 13 | Z.N.P.13                  | 2,20  | 14,57        |
| 14 | Z.N.P.14                  | 13,60 | 90,07        |
| 15 | Z.N.P.15                  | 11,05 | 73,18        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 37** Incidencia porcentual de I.S.V. tramo norte



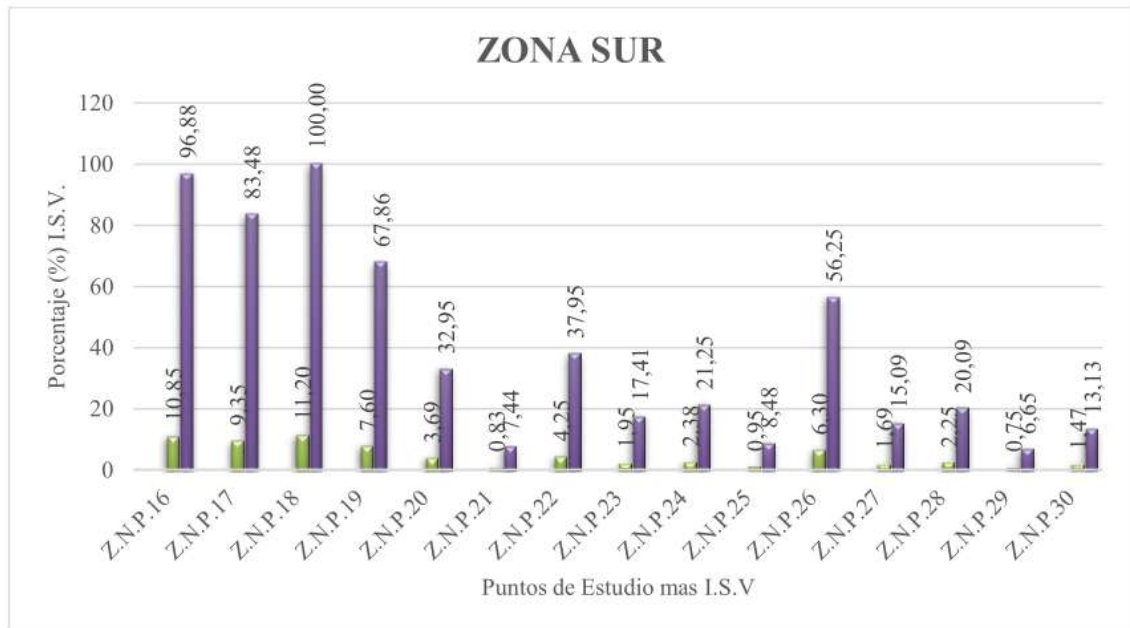
**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 109** Incidencia porcentual de I.S.V. tramo sur

| N° | Tabla de resultados I.S.V | I.S.V | Porcentaje % |
|----|---------------------------|-------|--------------|
|    | Zona Sur                  |       |              |
| 16 | Z.N.P.16                  | 10,85 | 96,88        |
| 17 | Z.N.P.17                  | 9,35  | 83,48        |
| 18 | Z.N.P.18                  | 11,20 | 100,00       |
| 19 | Z.N.P.19                  | 7,60  | 67,86        |
| 20 | Z.N.P.20                  | 3,69  | 32,95        |
| 21 | Z.N.P.21                  | 0,83  | 7,44         |
| 22 | Z.N.P.22                  | 4,25  | 37,95        |
| 23 | Z.N.P.23                  | 1,95  | 17,41        |
| 24 | Z.N.P.24                  | 2,38  | 21,25        |
| 25 | Z.N.P.25                  | 0,95  | 8,48         |
| 26 | Z.N.P.26                  | 6,30  | 56,25        |
| 27 | Z.N.P.27                  | 1,69  | 15,09        |
| 28 | Z.N.P.28                  | 2,25  | 20,09        |
| 29 | Z.N.P.29                  | 0,75  | 6,65         |
| 30 | Z.N.P.30                  | 1,47  | 13,13        |

**Fuente:** Elaboración propia

**Gráfico N° 38** Incidencia porcentual de I.S.V. tramo sur



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3. Planteamiento de medidas y soluciones

Luego de realizar el estudio y análisis en los puntos de estudio, en conocimiento de cuáles son los factores que más inciden en el cálculo de Índice de Seguridad Vial de dichos puntos de estudio, se plantea una propuesta de medidas que podrían mitigar dichos errores con el fin de aminorar la ocurrencia de accidentes en los puntos de estudio analizados de manera que aumentamos la seguridad vial.

##### Medidas físicas de mitigación

- Se debe realizar un aumento y cambio de señalización vertical, esto para evitar la posibilidad de accidentabilidad, en los puntos de estudio se pudo evidenciar que están en total deterioro o ya no existen en los puntos donde estaban definidos.
- Realzar un mantenimiento de las señales horizontales existentes sobre todo en el tramo del ingreso norte de nuestra ciudad esto para mantener su condición visible tanto diurna como nocturna con la reflectividad necesaria.

### **Medidas de circulación**

En la toma de datos de aforo realizado en las dos zonas de estudio establecidos, se pudo evidenciar que en el flujo vehicular el mayor porcentaje de vehículos que circulan por los tramos seleccionados pertenece al transporte público, es decir flotas y minibuses quienes realizan peligrosas maniobras de adelantamiento lo cual aumentan el riesgo de accidentabilidad. Por lo que se debería plantear una enseñanza de seguridad vial por parte de la policía a todos los usuarios.

### **Medidas de educación vial**

- En cuanto al comportamiento de los usuarios con respecto a la seguridad vial se tiene un deficiente comportamiento, uno debido al desconocimiento de las normas de tránsito, por ello se debe hacer campañas educativas tanto para los usuarios conductores de manera que se logre concientizar a dicha población en responsabilidad a la seguridad vial.
- Tanto la dirección departamental de tránsito como la unidad de transporte de la honorable alcaldía municipal deben proyectar con fines educativos e informativos, propagandas por los diversos medios de comunicación donde se visualice la falta de educación vial y las consecuencias que ella conlleva.

### **4.4. Estrategias para cada punto analizado**

Para aplicar estrategias de “Seguridad Vial”, es importante primero realizar un análisis tridimensional de la seguridad vial actual existente, en las infraestructuras, en los vehículos y en los usuarios, de acuerdo a su exposición, riesgo (probabilidad de estar involucrado en un accidente) y a la secuencia de los siniestros viales. A continuación, un ejemplo de medidas basadas en el análisis tridimensional de la seguridad vial.

**Tabla N° 110** Análisis tridimensional de la seguridad vial

| Medidas que actúan sobre                     | Medidas dirigidas a                                           |                                                           |                                                                       |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                              | Infraestructura                                               | Vehículo                                                  | Usuarios                                                              |
| <b>Exposición</b>                            | Transporte público mejorado                                   | Incrementar el costo de utilizar el vehículo en la ciudad | Expedición de licencias de conducir basado en méritos                 |
| <b>Riesgo</b>                                | Reductores de velocidad                                       | Gobernadores de velocidad en vehículos                    | Capacitar guiar a los usuarios a respetar los reglamentos de tránsito |
| <b>Consecuencia de los siniestros viales</b> | Barreras laterales de seguridad.<br>Amortiguadores de impacto | Sistemas pasivos de seguridad eficientes en los vehículos | Convencer a los usuarios a utilizar el cinturón de seguridad          |

**Fuente:** Dorado M., Cadengo M., Casanova W. y Mendoza A. 2019

A partir de este análisis tridimensional, se pueden resumir las medidas como estrategias aplicables a los diferentes puntos en estudio en ambas zonas, sur y norte. Así mismo Existen medidas físicas o computables que se pueden medir y tienen un costo, como así también medidas abstractas que no se pueden medir, pero con alternativas de comunicación se puede llegar a cierta cantidad de usuarios, de los cuales no existe una certeza de que los mismos lo apliquen día a día como seguridad vial.

A continuación, un listado de las estrategias físicas que son aplicadas a los diferentes puntos de estudio tanto en la zona norte como en la zona sur:

**Tabla N° 111** Estrategias aplicadas en cada punto de estudio de la zona norte

| Ítem | Estrategias                                        | Puntos de estudio de la "zona norte" |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|      |                                                    | 1                                    | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1    | Pintado de zona rígida                             | Sí                                   | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  |
| 2    | Pintado de zona de estacionamiento                 | Sí                                   | -  | -  | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí | -  |
| 3    | Pintado de doble línea continua divisora de carril | Sí                                   | -  | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | -  | -  | -  |
| 4    | Pintado de cruceros peatonales                     | Sí                                   | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí |
| 5    | Pintado de flechas direccionales                   | -                                    | Sí | Sí | -  | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | -  | -  | Sí | Sí |
| 6    | Colocado de tachones disipadores de velocidad      | Sí                                   | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | -  | Sí |
| 7    | Colocado de tachas direccionales                   | -                                    | -  | Sí | -  | -  | -  | -  | Sí | -  | -  | Sí | Sí | Sí | -  | -  |
| 8    | Pintado de postes                                  | Sí                                   | Sí | -  | Sí | -  | -  | -  | Sí | Sí | -  | -  | Sí | -  | -  | Sí |
| 9    | Instalación de señal preventiva                    | -                                    | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí |
| 10   | Instalación de señal reguladora                    | -                                    | -  | Sí | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | -  |
| 11   | Tratamiento superficial                            | -                                    | -  | -  | -  | -  | -  | Sí | -  | Sí | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| 12   | Barandas de defensa                                | -                                    | Sí | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 112** Estrategias aplicadas en cada punto de estudio de la zona sur

| Ítem | Estrategias                                        | Puntos de estudio de la "zona sur" |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |
|------|----------------------------------------------------|------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
|      |                                                    | 16                                 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |
| 1    | Pintado de zona rígida                             | -                                  | Sí | -  | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | Sí | Sí | -  | -  | Sí |  |
| 2    | Pintado de zona de estacionamiento                 | Sí                                 | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | Sí | Sí |  |
| 3    | Pintado de doble línea continua divisora de carril | -                                  | -  | Sí | -  | -  | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | -  |  |
| 4    | Pintado de cruceros peatonales                     | Sí                                 | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | -  | Sí |  |
| 5    | Pintado de flechas direccionales                   | -                                  | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | -  | -  | -  | Sí | -  | -  | -  | Sí |  |
| 6    | Colocado de tachones disipadores de velocidad      | -                                  | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí |  |
| 7    | Colocado de tachas direccionales                   | Sí                                 | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | -  |  |
| 8    | Pintado de postes                                  | Sí                                 | Sí | -  | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí | -  | -  | Sí | Sí | Sí | -  |  |
| 9    | Instalación de señal preventiva                    | Sí                                 | -  | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | Sí | -  | Sí | -  | Sí | -  | Sí | Sí |  |
| 10   | Instalación de señal reguladora                    | Sí                                 | Sí | -  | -  | -  | -  | Sí | Sí | -  | -  | Sí | Sí | -  | Sí | Sí |  |
| 11   | Tratamiento superficial                            | -                                  | Sí | -  | Sí | -  | -  | -  | -  | Sí | -  | -  | -  | -  | -  | -  |  |
| 12   | Barandas de defensa                                | -                                  | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | -  | Sí | -  | -  | -  | Sí | -  | Sí |  |

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. Especificaciones técnicas de las estrategias propuestas

##### ➤ Ítem N° 1: Pintado de zona rígida

**Figura N° 95** Pintura terminada en zona rígida



**Fuente:** Elaboración propia

#### Descripción

Se refiere al pintado que se realizara sobre el sardinel de la vereda, así como el mismo ancho sobre la vereda, con el fin de señalar e informar a choferes y peatones de las características de la vía. El pintado será de acuerdo a lo que figura en los planos. Antes de

iniciar la obra se presentará la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

### **Materiales**

- Pintura tráfico amarillo
- Thiner

### **Equipos**

- Herramientas manuales
- Compresora móvil

### **Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de las zonas rígidas. La pintura es de color amarillo tráfico en el ancho del sardinel y el mismo sobre la vereda.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado de zonas rígidas se medirá la longitud y ancho de cada franja y acumuladas en un solo valor numérico para valorizar esta partida.

➤ **Ítem N° 2: Pintado de zona de estacionamiento**

**Figura N° 96** Pintura terminada en zona de estacionamiento



**Fuente:** [www.ccimasenalizaciones.pe/](http://www.ccimasenalizaciones.pe/)

**Descripción**

Se refiere al pintado que se realizara sobre el pavimento para zonas de estacionamiento, al costado derecho del sentido de carril, con el fin de señalar e informar a choferes y peatones de las características de la vía. El pintado será de acuerdo a lo que figura en los planos. Antes de iniciar la obra se presentará la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

**Materiales**

- Pintura tráfico amarillo
- Thiner

**Equipos**

- Herramientas manuales
- Compresora móvil

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de las zonas de estacionamiento. La pintura es de color amarillo tráfico en el ancho del sardinel y el mismo sobre la vereda.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado de zonas de estacionamiento se medirá la longitud y ancho de cada franja y acumuladas en un solo valor numérico para valorizar esta partida.

#### **➤ Ítem N° 3: Pintado de doble línea continua divisora de carril**

**Figura N° 97** Pintado de doble línea continua divisora de carril



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/](http://www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/)

### **Descripción**

Se refiere al pintado que se realizara sobre el pavimento para dividir el cancho de la carretera en dos partes iguales, para diferenciar el sentido de los carriles, de ida y de vuelta, con el fin de señalar e informar a choferes y peatones de las características de la vía. El pintado será de acuerdo a lo que figura en los planos. Antes de iniciar la obra se presentará la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las

especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

### **Materiales**

- Pintura tráfico amarillo
- Thiner

### **Equipos**

- Herramientas manuales
- Compresora móvil

### **Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de la doble línea continua divisora de caaril. La pintura es de color amarillo tráfico en el ancho del sardinel y el mismo sobre la vereda.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado (m2), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado de doble línea continua divisora de carril se medirá la longitud y ancho de cada franja y acumuladas en un solo valor numérico para valorizar esta partida.

➤ **Ítem N° 4: Pintado de cruces peatonales**

**Figura N° 98** Pintado de cruces peatonales



**Fuente:** <https://es.vecteezy.com/>

**Descripción**

Se refiere al pintado que se realizara sobre el pavimento y costados de la vía, con el fin de señalizar e informar a choferes y peatones de las características de la vía.

El pintado será de acuerdo a lo que figura en los planos. Antes de iniciar la obra se presentara la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

**Materiales**

- Pintura tráfico blanco tipo f-2
- Thiner

**Equipos**

- Herramientas manuales
- Compresora móvil

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

**Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de los cruces. La pintura es de color blanco para rayas en pasos de peatones de 0.50m de ancho y longitud de 6.00m espaciados uno del otro 0.50m. También será el pintado de rayas de parada de manera transversal a la vía a 0.50m de los lados de la vía y un ancho de 0.40m.

**Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aprobado por el Supervisor de obra.

**Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado de cruces peatonales se medirá la longitud y ancho de cada franja y acumuladas en un solo valor numérico para valorizar esta partida.

➤ **Ítem N° 5: Pintado de flechas direccionales**

**Figura N° 99** Pintado de flechas direccionales



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/](http://www.signovial.pe/blog/pinturas-traffic/)

**Descripción**

Se refiere al pintado que se realizará sobre el pavimento, al centro del carril, con el fin de señalar e informar a choferes y peatones de las características de la vía. El pintado será

de acuerdo a lo que figura en los planos. Antes de iniciar la obra se presentará la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

### **Materiales**

- Pintura tráfico blanco tipo f-2
- Thiner

### **Equipos**

- Herramientas manuales
- Compresora móvil

### **Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de los cruces. La pintura es de color blanco para flechas de 0.50m de ancho y longitud de 1.50 m.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado de cruces peatonales se medirá la longitud y ancho de cada franja y acumuladas en un solo valor numérico para valorizar esta partida.

➤ **Ítem N° 6: Colocado de tachones disipadores de velocidad**

**Figura N° 100** Colocado de tachones disipadores de velocidad



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-adherencia/](http://www.signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-adherencia/)

**Descripción**

Se trata de la colocación de dispositivos como protuberancias en las pavimentaciones, transversales al sentido del carril, con el fin de alertar e informar a los choferes de características de la vía. Se colocan tanto de manera longitudinal con de manera transversal a la vía. Además, son de diferentes calidades materiales y dimensiones. Para su visibilidad nocturna presentan en su estructura láminas reflectivas que reflejan la luz con la se les alumbra.

**Materiales**

- Tachas reflectivas
- Pegamento epóxico

**Equipos**

- Herramientas manuales

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

Se colocarán en el pavimento en forma de protuberancias, su adherencia sea mediante un aditivo epóxico A+B.

El espaciamiento esta dado de la siguiente forma:

- Controladores de velocidad a cada 0.40m (2 capas)
- El espaciamiento entra capas será de 0.35m de eje a eje de los tachones.

Los colores a utilizarse para controladores de velocidad serán de color amarillo.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es la unidad (und), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de colocación de tachas para disipadores de velocidad, se contará la cantidad de tachas o tachones instalados, contabilizándolos en sus respectivas partidas.

#### **➤ Ítem N° 7: Colocado de tachones direccionales**

**Figura N° 101** Colocado de tachones direccionales



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-adherencia/](http://www.signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-adherencia/)

### **Descripción**

Se trata de la colocación de dispositivos como protuberancias en las pavimentaciones, paralelas al sentido de del carril, en la parte central y a los laterales de la carretera, con el fin de alertar e informar a los choferes de características de la vía. Se colocan tanto de

manera longitudinal con de manera transversal a la vía. Además, son de diferentes calidades materiales y dimensiones. Para su visibilidad nocturna presentan en su estructura láminas reflectivas que reflejan la luz con la se les alumbra.

### **Materiales**

- Tachas reflectivas
- Pegamento epóxico

### **Equipos**

- Herramientas manuales

### **Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

Se colocarán en el pavimento en forma de protuberancias, su adherencia sea mediante un aditivo epóxido A+B.

El espaciamiento esta dado para la señalización de separación de carriles a cada 2.00m. Los colores a utilizarse para controladores de velocidad serán amarillos con reflectores a un lado color blanco y otro lado color rojo.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es la unidad (und), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de colocación de tachas para direccionales a lo largo del tramo carretero, se contará la cantidad de tachas o tachones instalados, contabilizándolos en sus respectivas partidas.

➤ **Ítem N° 8: Pintado de postes**

**Figura N° 102** Pintado de postes



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/postes-señalización/](http://www.signovial.pe/blog/postes-señalización/)

**Descripción**

Se refiere al pintado que se realizara en todos los postes de la carretera en zonas pobladas. Antes de iniciar la obra se presentará la marca de pintura a emplearse siendo estos los colores requeridos en el plano y las especificaciones técnicas. Para esto el supervisor estará en estricta coordinación con el proyectista, debiendo en todo caso efectuar aplicaciones de prueba y control para la definitiva elección. El acabado tendrá una garantía no menor de 60 días después de entregada la obra.

**Materiales**

- Pintura acrílica blanca
- Pintura acrílica negra
- Thiner

**Equipos**

- Herramientas manuales

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

La partida inicia con la limpieza del área en donde se realizará el pintado de los postes. La pintura es de color negro del piso hasta una altura de 0.50 m, luego 0.50 m de blanco y así intercalando, haciendo una altura total de 2.00 m., de contorno circular.

### **Método de medición**

La unidad de medida para esta partida es por metro cuadrado ( $m^2$ ), aprobado por el Supervisor de obra.

### **Norma de medición**

Para el cómputo de los trabajos de pintado del poste se medirá la longitud y ancho que medirá el entorno del poste y acumuladas sale valor numérico para valorizar esta partida.

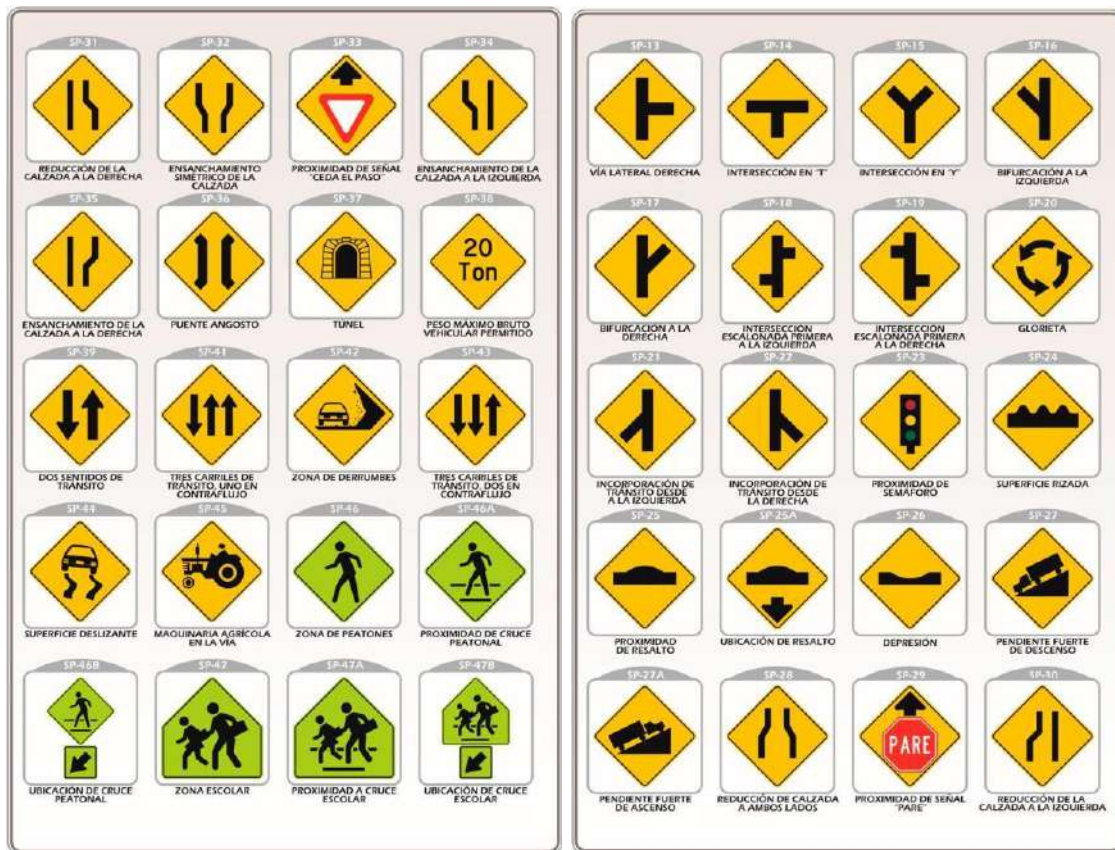
#### **➤ Ítem N° 9: Instalación de señal preventiva**

**Figura N° 103** Instalación de señal preventiva



Fuente: [www.signovial.pe/blog/señalización-vertical-preventiva/](http://www.signovial.pe/blog/señalización-vertical-preventiva/)

**Figura N° 104** Señalización preventiva vertical



**Fuente:** [www.hlserviciosintegrales.com/senalizacion-vertical/](http://www.hlserviciosintegrales.com/senalizacion-vertical/)

## Descripción

Se emplea generalmente para dar a conocer al usuario la existencia de elementos físicos, que, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas pobladas, debe tener cuidado al momento de transitar por estas zonas.

## Materiales

### - Paneles:

Los paneles que soportarán los diferentes tipos de señales, serán uniformes para todos los casos similares del proyecto. Los paneles medirán 0.60 x 0.90 metros, podrán estar formadas por varias piezas modulares uniformes, no se permitirán en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual. Los paneles serán de planchas metálicas de 1/16". El panel deberá ser plano y

completamente liso para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de lámina vinil reflectivas El panel estará libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento y altere las dimensiones del panel o afecte la calidad del mismo. El color del panel de sustrato será blanco uniforme. La parte posterior de todos los paneles se dejará el color negro del sustrato.

- **Láminas retro-reflectoras:**

Es la lámina que va adherida a los paneles, para conformar la señal de tránsito, visible en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre dicha señal.

- El material de la cara principal será lamina de vinil reflectivo color amarillo de alta intensidad.
- El símbolo, leyendas, letras y marco será de vinil negro opaco.
- Los bordes será de vinil reflectiva color negro.

El material deberá cumplir con las especificaciones técnicas de calidad de materiales para uso en señalización de obras viales.

El panel de la señal, podrá estar reforzado, si fuese necesario, con ángulos y platinas metálicas. Estos refuerzos en ningún caso sobrepasarán el perímetro de los paneles a los que sirven.

- **Sistema de sujeción del panel al poste:**

Para la sujeción de los paneles a los respectivos postes se utilizarán pernos cosh de 2/12” de largo. Para cada panel se requerirá mínimo de dos pernos de este tipo.

- **Poste para el fijado del panel de la señal:**

Los postes para el fijado de las señales serán de Tubo de acero circular tipo LAC A500 de 50 x 50 x 2 mm con una longitud total de 2 metros. La parte que estará embebida en el cimientto de concreto tendrá una longitud de 0.20 metros y la parte cubierta por el sobre-cimiento será de 0.10 metros haciendo una longitud total de 0.40 metros que estará empotrada en el cimientto de concreto. Para una mejor

fijación del poste al concreto se deberán soldar dos barras de acero corrugado de 3/8" con una longitud de 0.20 m cada una, se soldarán formando una cruz separados 0.20 m.

**- Cimentación de los postes:**

El cimientado y el sobre-cimiento será de concreto  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ , los postes se empotrarán 0.30 metros en la cimentación antes de que se vacíe el concreto, debiéndose fijar convenientemente manteniendo la verticalidad necesaria.

**Equipos**

- Herramientas manuales
- Máquina soldadora
- Plotter de vinil

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

**Método de ejecución**

El panel de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo de  $90^\circ$ . Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido de tránsito. Las distancias del borde y altura con respecto al borde de la vía, serán las especificadas en el "Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los postes y estructuras de soporte serán diseñados de tal forma que la altura de la señal medida desde la cota del borde de la calle, hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 2.00 metros ni mayor de 2.40 metros. El poste metálico de la señal de tránsito será instalado en el espacio cavado para el cimientado de concreto, se tendrá cuidado de colocar el poste a la debida distancia y al centro del cimientado. Se verificará su total verticalidad y se arriostrará debidamente para mantenerla firme. Una vez conseguido este objetivo se procederá a vaciar el concreto en el respectivo cimientado cavado. Seguidamente se procede

a construir el encofrado para el sobre-cimiento el cual medirá 0.15 x 0.15 metros con una altura de 0.10 m. el encofrado se construirá con madera formando un cuadrado con las dimensiones antes descritas. El sobrecimiento servirá para proteger la base del poste metálico.

### **Método de medición**

La medición de esta partida se realizará por unidad (Und) de señal vial informativa instalada, aprobada por el Supervisor de obra.

#### **- Ítem N° 10: Instalación de señal reguladora**

**Figura N° 105** Instalación de señal reguladora



**Fuente:** [www.signovial.pe/blog/señalización-vertical-reguladora/](http://www.signovial.pe/blog/señalización-vertical-reguladora/)

**Figura N° 106** Señalización vertical reguladora



**Fuente:** [www.hlserviciosintegrales.com/senalizacion-vertical/](http://www.hlserviciosintegrales.com/senalizacion-vertical/)

## Descripción

Se emplea generalmente para dar a conocer al usuario la existencia de estados de peligro a la integridad del usuario y del vehículo, que, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas pobladas, debe tener cuidado al momento de transitar por estas zonas.

## Materials

- Paneles:

Los paneles que soportarán los diferentes tipos de señales, serán uniformes para todos los casos similares del proyecto. Los paneles medirán 0.60 x 0.90 metros, podrán estar formadas por varias piezas modulares uniformes, no se permitirán en

ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual. Los paneles serán de planchas metálicas de 1/16". El panel deberá ser plano y completamente liso para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de lámina vinil reflectivas El panel estará libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento y altere las dimensiones del panel o afecte la calidad del mismo. El color del panel de sustrato será blanco uniforme. La parte posterior de todos los paneles se dejará el color negro del sustrato.

- **Láminas retro-reflectoras:**

Es la lámina que va adherida a los paneles, para conformar la señal de tránsito, visible en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre dicha señal.

- El material de la cara principal será lamina de vinil reflectivo color blanco de alta intensidad.
- El símbolo, leyendas, letras y marco será de vinil negro opaco.
- La orla circular será de vinil reflectiva color rojo grado ingeniería.

El material deberá cumplir con las especificaciones técnicas de calidad de materiales para uso en señalización de obras viales.

El panel de la señal, podrá estar reforzado, si fuese necesario, con ángulos y platinas metálicas. Estos refuerzos en ningún caso sobrepasarán el perímetro de los paneles a los que sirven.

- **Sistema de sujeción del panel al poste:**

Para la sujeción de los paneles a los respectivos postes se utilizarán pernos de 2/12" de largo. Para cada panel se requerirá mínimo de dos pernos de este tipo.

- **Poste para el fijado del panel de la señal:**

Los postes para el fijado de las señales serán de Tubo de acero circular tipo LAC A500 de 50 x 50 x 2 mm con una longitud total de 2 metros. La parte que estará embebida en el cimiento de concreto tendrá una longitud de 0.20 metros y la parte

cubierta por el sobre-cimiento será de 0.10 metros haciendo una longitud total de 0.40 metros que estará empotrada en el cimiento de concreto. Para una mejor fijación del poste al concreto se deberán soldar dos barras de acero corrugado de 3/8” con una longitud de 0.20 m cada una, se soldarán formando una cruz separados 0.20 m.

- **Cimentación de los postes:**

El cimiento y el sobre-cimiento será de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , los postes se empotrarán 0.30 metros en la cimentación antes de que se vacíe el concreto, debiéndose fijar convenientemente manteniendo la verticalidad necesaria.

**Equipos**

- Herramientas manuales
- Máquina soldadora
- Plotter de vinil

**Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

**Método de ejecución**

El panel de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo de  $90^\circ$ . Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido de tránsito. Las distancias del borde y altura con respecto al borde de la vía, serán las especificadas en el “Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Los postes y estructuras de soporte serán diseñados de tal forma que la altura de la señal medida desde la cota del borde de la calle, hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 2.00 metros ni mayor de 2.40 metros. El poste metálico de la señal de tránsito será instalado en el espacio cavado para el cimiento de concreto, se tendrá cuidado de colocar el poste a la debida distancia y al centro del cimiento. Se verificará su total verticalidad y se arriostrará debidamente para

mantenerla firme. Una vez conseguido este objetivo se procederá a vaciar el concreto en el respectivo cimiento cavado. Seguidamente se procede a construir el encofrado para el sobre-cimiento el cual medirá 0.15 x 0.15 metros con una altura de 0.10 m. el encofrado se construirá con madera formando un cuadrado con las dimensiones antes descritas. El sobrecimiento servirá para proteger la base del poste metálico.

### **Método de medición**

La medición de esta partida se realizará por unidad (Und) de señal vial informativa instalada, aprobada por el Supervisor de obra.

#### **➤ Ítem N° 11: Tratamiento superficial**

**Figura N° 107** Tratamiento superficial con mezcla asfáltica en caliente



Fuente: <https://codepa.com.pe/>

### **Descripción**

La estructura del pavimento terminará con carpeta asfáltica, que es una mezcla en “frío” de betún asfáltico, agregados debidamente graduados y relleno mineral que, una vez colocada y enfriada, se constituirá en una capa semirígida capaz de soportar el tránsito. La dosificación o fórmula de la mezcla asfáltica para los efectos de este expediente técnico, así como los regímenes de temperaturas de mezclado y de colocación que se pretenda utilizar, serán presentados a la supervisión con cantidades o porcentajes definidos y

únicos. En esta fórmula, la mezcla podrá ser aceptada o en su defecto se fijará una nueva que podrá tener coincidencias parciales con la presentada por el contratista.

## **Materiales**

### ○ **Material bituminoso**

El material bituminoso que se usará en la preparación de la mezcla en planta, será un asfalto líquido de las características que se dan en la tabla N° 06.

**Tabla N° 113 Rangos de temperatura de aplicación**

| <b>Tipo y grado del asfalto</b> | <b>Rangos de temperatura (°C)</b> |                                  |
|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                 | <b>En esparcido o rígido</b>      | <b>En mezclas asfálticas (1)</b> |
| <b>Asfaltos diluidos:</b>       |                                   |                                  |
| RC-250 o MC-250                 | 75 – (2)                          | 60 – 80 (3)                      |
| RC-800 o MC-800                 | 95 – (2)                          | 75 – 100 (3)                     |

- (1) Temperatura de la mezcla inmediatamente después de preparada.
- (2) Máxima temperatura en la que no ocurre vapores o espuma.
- (3) Temperatura en la que puede ocurrir inflamación. Se deben tomar precauciones para prevenir fuego o explosiones.

**Fuente:** [www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles](http://www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles)

### ○ **Agregados**

Las especificaciones de los agregados se toman en cuenta dos grupos, los agregados gruesos y los agregados finos.

#### ○ **Agregados gruesos**

Los agregados gruesos estarán constituidos por piedra chancada y eventualmente por materiales naturales que se presenten en estado fracturado o muy angulosos, con textura superficial rugosa. Quedarán retenidos en la malla N° 8 y estarán limpios, es decir, sin recubrimientos de arcilla, limo u otras sustancias perjudiciales, así como terrones de arcilla u otros agregados de material fino. Además, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

**Tabla N° 114** Requerimiento para los agregados gruesos

| Ensayos                              | Norma     | Requerimiento      |              |
|--------------------------------------|-----------|--------------------|--------------|
|                                      |           | Altitud (m.s.n.m.) |              |
|                                      |           | < 3000             | > 3000       |
| Durabilidad (al sulfato de sodio)    | MTC E 209 | 12 % máx.          | 10 % máx.    |
| Durabilidad (al sulfato de magnesio) | MTC E 208 | 18 % máx.          | 15 % máx.    |
| Abrasión de Los Ángeles              | MTC E 207 | 40 % máx.          | 35 % máx.    |
| Índice de durabilidad                | MTC E 214 | 35 % mín.          | 35 % mín.    |
| Partículas chatas y alargadas        | MTC E 221 | 10 % máx.          | 10 % máx.    |
| Caras fracturadas                    | MTC E 210 | 50 % mín.          | 50 % mín.    |
| Sales solubles totales               | MTC E 219 | 0,50 % máx.        | 0,50 % máx.  |
| Absorción                            | MTC E 206 | 1.00 %             | Según diseño |
| Adherencia                           | MTC E 519 | + 95               | + 95         |

**Fuente:** [www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles](http://www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles)

○ **Agregados finos**

Los agregados finos, o material que pase la malla N° 8 serán obtenidos por el triturado de piedras o gravas, o también arenas naturales de granos angulosos. Como en todos los casos, el agregado se presentará limpio, es decir, que sus partículas no estarán recubiertas de arcilla limosa u otras sustancias perjudiciales, ni contendrá grumos de arcilla limosa u otras sustancias perjudiciales, ni contendrá grumos de arcilla u otros aglomerados de material fino. Tendrá en el ensayo de durabilidad un desgaste por la acción del sulfato de sodio durante 5 ciclos (AASHTO T-104 o ASTM C88) no mayor de 12 %.

**Tabla N° 115** Requerimiento para los agregados finos

| Ensayos                             | Norma     | Requerimiento      |              |
|-------------------------------------|-----------|--------------------|--------------|
|                                     |           | Altitud (m.s.n.m.) |              |
|                                     |           | < 3000             | > 3000       |
| Equivalente de arena                | MTC E 209 | 75 % mín.          | 75 % mín.    |
| Angularidad del agregado            | MTC E 222 | 35 % mín.          | 35 % mín.    |
| Adhesividad (Riedel Weber)          | MTC E 220 | 4 % mín.           | 6 % mín.     |
| Índice de plasticidad (malla N° 40) | MTC E 111 | NP                 | NP           |
| Índice de durabilidad               | MTC E 214 | 35 % mín.          | 35 % mín.    |
| Índice de plasticidad (malla N°200) | MTC E 111 | 4 % máx.           | NP           |
| Sales solubles totales              | MTC E 219 | 0,50 % máx.        | 0,50 % máx.  |
| Absorción                           | MTC E 205 | 0,50 %             | Según diseño |

**Fuente:** [www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles](http://www.maeingeniería.com/especificacionestécnicas-pavimentosflexibles)

## **Gradación**

Las gradaciones de los agregados pétreos para la producción de la mezcla asfáltica serán establecidas por el Contratista y aprobado por el Supervisor. Además de los requisitos de calidad que debe tener el agregado grueso y fino según lo establecido, el material de la mezcla de los agregados debe estar libre de terrones de arcilla y se aceptará como máximo el uno por ciento (1%) de partículas deleznales según ensayo MTC E 212. Tampoco deberá contener materia orgánica y otros materiales deletéreos.

La cantidad de asfalto en la mezcla será determinada utilizando el método “Marshall” y debe cumplir con los siguientes requisitos básicos:

## **Equipo**

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del Supervisor teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de las exigencias de calidad de la presente especificación y de la correspondiente a la respectiva partida de trabajo.

## **Requerimientos de construcción**

### **- Limitaciones climáticas**

Las mezclas asfálticas se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea superior a 10°C en ascenso y el tiempo no esté neblinoso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.

### **- Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella. Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con

la mezcla no se haya mermado en forma perjudicial; si ello ha sucedido, el Contratista deberá efectuar un riego adicional de adherencia, a su costa, en la cuantía que fije el Supervisor.

**- Tramo de prueba**

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista emprenderá un tramo de prueba para verificar el estado de los equipos y determinar, en secciones de ensayo de ancho y longitud definidas de acuerdo con el Supervisor, el método definitivo de preparación, transporte, colocación y compactación de la mezcla o tratamiento, de manera que se cumplan los requisitos de la respectiva especificación.

El Supervisor tomará muestras de la carpeta, para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad y demás requisitos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas en los equipos y sistemas o, si llega a ser necesario, en la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

El Supervisor determinará si es aceptable la ejecución de los tramos de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

En caso que los tramos de prueba sean rechazados o resulten defectuosos el Contratista deberá levantarlo totalmente, transportando los residuos a las zonas de depósito indicadas en el Proyecto u ordenados por el Supervisor. El Contratista deberá efectuar inmediatamente las correcciones requeridas a los sistemas de producción de agregados, preparación de mezcla, extensión y compactación hasta que ellos resulten satisfactorios para el Supervisor, debiendo repetirse los tramos de prueba cuantas veces sea necesario, todo esto a costo del Contratista.

Se debe disponer, si las condiciones así lo requieren, de un personal exclusivo para vigilar y evitar que personas ajenas a las obras ingresen a las zonas de obra, para que no retrasen las labores y salvaguardar su integridad física. También se debe disponer de un vehículo para casos en que ocurran eventuales accidentes. Se debe dar la protección adecuada para evitar que se manche y dañe la infraestructura adyacente a la vía, ya que los costos de

rehabilitación de lo dañado pueden ser muy elevados. Se debe proteger veredas, cursos de agua, jardines, áreas verdes naturales, etc.

En las áreas que han sido tratadas, no se debe permitir el paso de vehículos, para lo cual se instalarán las señalizaciones y desvíos correspondientes, sin que perturbe en gran medida el normal tránsito de los vehículos. En las probables zonas críticas indicadas en el proyecto se debe dar una protección adecuada contra los factores climáticos, geodinámicos, etc., a fin de que no se retrasen las obras y aumenten los costos que han sido determinados para estas actividades.

#### **- Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará a la obra en volquetes hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Supervisor, existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de manera adecuada.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista.

#### **- Extendido de la mezcla**

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

A menos que se ordene otra cosa, la extensión comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales, y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente

de obreros especializados, agregando mezcla y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta especificación.

En los sitios en los que a juicio del Supervisor no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras, la mezcla podrá extenderse a mano.

La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Supervisor, con las tolerancias establecidas en la presente especificación.

Al realizar estas labores, se debe tener mucho cuidado que no se manche la superficie por ningún tipo de material, si esto ocurriese se deberá de realizar las acciones correspondientes para la limpieza del mismo por parte y responsabilidad del contratista. No se permitirá la extensión y compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a diez grados Celsius (10°C).

#### **- Compactación de la mezcla**

La compactación de la carpeta se deberá llevar a cabo inmediatamente después de que la mezcla haya sido distribuida uniformemente, teniendo en cuenta que solo durante el primer rodillado se permitirá rectificar cualquier irregularidad en el acabado. La compactación deberá comenzar, una vez extendida la mezcla. La compactación deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Supervisor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Supervisor, y sus cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

El número de pasadas del equipo de compactación será tal que garantice el 95% de la densidad lograda en el laboratorio.

En zonas donde no sea posible el uso de maquinaria, el trabajo se ejecutará en forma manual, tomando en cuenta las consideraciones generales dadas.

Se tendrá cuidado en el cilindrado para no desplazar los bordes de la mezcla extendida; aquellos que formarán los bordes exteriores del pavimento terminado, serán chaflanados ligeramente.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar. Se cuidará que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si es preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

La compactación se continuará mientras la mezcla se encuentre en condiciones de ser compactada hasta alcanzar la densidad especificada y se concluirá con un apisonado final que borre las huellas dejadas por los compactadores precedentes.

#### **- Apertura al tránsito**

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito.

#### **- Reparaciones**

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. El Contratista deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

#### **Método de medición**

El método de medición se hará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de carpeta asfáltica en frío,  $e=2''$ , resultante del producto de la longitud real medida a lo largo del eje del trabajo por el ancho especificado en los planos u ordenado por el supervisor. No se medirá ninguna área por fuera de tales límites.

### **Forma de pago**

Los trabajos que comprende esta partida, serán pagados, según el Análisis de Precios Unitarios, por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), de carpeta asfáltica en frío e=2", preparada, transportada, esparcida y compactada, aceptada por el Supervisor. En las áreas a parchar se tendrá en cuenta la dificultad para la ejecución de estos trabajos. Este precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra incluyendo Leyes Sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

### **➤ Ítem N° 12: Barandas de defensa**

**Figura N° 108** Barandas de defensa



**Fuente:** [www.corpacero.com/infraestructura/defensas-viales/](http://www.corpacero.com/infraestructura/defensas-viales/)

### **Descripción**

Baranda con pasamanos de 1 ½" y tensores de dos filas en tubo metálico de 1", apoyada sobre parales en platina de acero de 2" x 3/16" y anclaje epóxico, para los tramos que se requieran de acuerdo a diseño, localización y especificaciones contenidas dentro de los planos de diseño.

### **Materiales**

- Tubo metálico de 1"
- Tubo metálico de 1 ½"
- Platina de acero de 2" x 3/16"
- Bujes y pernos de fijación

- Soldadura y tornillería requerida

### **Equipos**

- Equipo de ornamentación
- Equipo de soldadura

### **Mano de obra**

- Técnico
- Ayudante

### **Método de ejecución**

- Consultar planos arquitectónicos y verificar localización.
- Consultar norma NSR 98.
- Acordar las medidas finales en obra ó tomarlas en sitio antes de ejecución
- Elaborar y presentar una muestra del elemento tipo de baranda para evaluación y aprobación dela dirección arquitectónica.
- Montar parales en platina de acero 2"x3/16" anclados a la gualdera de la escalera mediante bujefijador tensor de 1.1/4"x6cm en acero inoxidable, según detalle.
- Montar tensores en tubo metálico de 1", según detalle.
- Montar pasamanos en tubo metálico de 1.1/2" mediante varillas de soporte de 3/8" en acero inoxidable, soldada a los parales tensores.
- Las platina y varillas deberán ser rectificadas en prensa luego de ser cortadas.
- Verificar niveles, plomos y acabados para aceptación.
- Proteger hasta entregar obra.
- Todos los elementos que requieran de solución estructural harán parte del proyecto estructural diseñado por el ing. Estructural del proyecto.

### **Método de medición**

La medición de esta partida se realizará por metro lineal (m) de baranda de protección, instalada y aprobada por el Supervisor de obra.

#### 4.6. Precios unitarios de las estrategias propuestas

**Tabla N° 116** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 1

**Ítem:** N° 1  
**Actividad:** Pintado de zona rígida  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                         | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Pintura tráfico amarillo                     | lt            | 0,85            | 78,00                        | 66,30                     |
| Thiner                                       | lt            | 0,60            | 7,50                         | 4,50                      |
| <b>D. Total materiales</b>                   |               |                 | <b>(A)</b>                   | <b>70,80</b>              |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |               |                 |                              |                           |
| Técnico                                      | hr            | 0,250           | 10,00                        | 2,50                      |
| Ayudante                                     | hr            | 0,185           | 9,00                         | 1,67                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |               |                 | <b>(B)</b>                   | <b>4,17</b>               |
| F. Cargas sociales                           |               | 71,18%          | ( E )=                       | 2,96                      |
| O. Impuestos al valor agregado               |               | 14,94%          | (E+F)=                       | 1,07                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |               |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>8,19</b>               |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |               |                 |                              |                           |
| Compresora móvil                             | hr            | 0,15            | 150,00                       | 22,50                     |
| Herramientas manuales                        | hr            | 0,05            | 22,00                        | 1,10                      |
| Herramientas menores                         |               | 5,00%           | (G)                          | 0,41                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |               |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>24,01</b>              |
| J. Subtotal                                  |               |                 | (D+G+I)                      | 103,00                    |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |               | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>15,97</b>              |
| M. Parcial                                   |               |                 | (J+L)                        | 118,97                    |
| N. Utilidad                                  |               | 10,00%          | (M)                          | 11,90                     |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |               |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>130,87</b>             |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 117** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 2

**Ítem:** N° 2  
**Actividad:** Pintado de zona de estacionamiento  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                         | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Pintura tráfico amarillo                     | lt            | 0,85            | 78,00                        | 66,30                     |
| Thiner                                       | lt            | 0,60            | 7,50                         | 4,50                      |
| <b>D. Total materiales</b>                   |               |                 | <b>(A)</b>                   | <b>70,80</b>              |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |               |                 |                              |                           |
| Técnico                                      | hr            | 0,180           | 10,00                        | 1,80                      |
| Ayudante                                     | hr            | 0,150           | 9,00                         | 1,35                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |               |                 | <b>(B)</b>                   | <b>3,15</b>               |
| F. Cargas sociales                           |               | 71,18%          | ( E )=                       | 2,24                      |
| O. Impuestos al valor agregado               |               | 14,94%          | (E+F)=                       | 0,81                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |               |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>6,20</b>               |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |               |                 |                              |                           |
| Compresora móvil                             | hr            | 0,15            | 150,00                       | 22,50                     |
| Herramientas manuales                        | hr            | 0,05            | 22,00                        | 1,10                      |
| Herramientas menores                         |               | 5,00%           | (G)                          | 0,31                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |               |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>23,91</b>              |
| J. Subtotal                                  |               |                 | (D+G+I)                      | 100,91                    |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |               | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>15,64</b>              |
| M. Parcial                                   |               |                 | (J+L)                        | 116,55                    |
| N. Utilidad                                  |               | 10,00%          | (M)                          | 11,65                     |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |               |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>128,20</b>             |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 118** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 3

**Ítem:** N° 3  
**Actividad:** Pintado de doble línea continua divisoria  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Pintura tráfico amarillo                     | lt     | 0,85          | 78,00                 | 66,30              |
| Thiner                                       | lt     | 0,60          | 7,50                  | 4,50               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>70,80</b>       |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,180         | 10,00                 | 1,80               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,150         | 9,00                  | 1,35               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>3,15</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 2,24               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 0,81               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>6,20</b>        |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Compresora móvil                             | hr     | 0,10          | 150,00                | 15,00              |
| Herramientas manuales                        | hr     | 0,05          | 22,00                 | 1,10               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,31               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>16,41</b>       |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 93,41              |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>14,48</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 107,89             |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 10,79              |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>118,67</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 119** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 4

**Ítem:** N° 4  
**Actividad:** Pintado de cruceros peatonales  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Pintura tráfico blanco tipo f-2              | lt     | 0,80          | 78,00                 | 62,40              |
| Thiner                                       | lt     | 0,65          | 7,50                  | 4,88               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>67,28</b>       |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,180         | 10,00                 | 1,80               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,150         | 9,00                  | 1,35               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>3,15</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 2,24               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 0,81               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>6,20</b>        |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Compresora móvil                             | hr     | 0,10          | 150,00                | 15,00              |
| Herramientas manuales                        | hr     | 0,05          | 22,00                 | 1,10               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,31               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>16,41</b>       |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 89,88              |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>13,93</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 103,81             |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 10,38              |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>114,20</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 120** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 5

**Ítem:** N° 5  
**Actividad:** Pintado de flechas direccionales  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Pintura tráfico blanco tipo f-2              | lt     | 0,80          | 78,00                 | 62,40              |
| Thiner                                       | lt     | 0,65          | 7,50                  | 4,88               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>67,28</b>       |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,350         | 10,00                 | 3,50               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,250         | 9,00                  | 2,25               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>5,75</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 4,09               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 1,47               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>11,31</b>       |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Compresora móvil                             | hr     | 0,15          | 150,00                | 22,50              |
| Herramientas manuales                        | hr     | 0,05          | 22,00                 | 1,10               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,57               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>24,17</b>       |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 102,75             |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>15,93</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 118,68             |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 11,87              |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>130,55</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 121** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 6

**Ítem:** N° 6  
**Actividad:** Colocado de tachones disipadores de velocidad  
**Unidad:** Unidad  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Tachas reflectivas                           | und    | 1,00          | 105,00                | 105,00             |
| Pegamento epóxico                            | lt     | 0,10          | 35,80                 | 3,58               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>108,58</b>      |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,150         | 10,00                 | 1,50               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,120         | 9,00                  | 1,08               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>2,58</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 1,84               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 0,66               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>5,08</b>        |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Herramientas manuales                        | hr     | 0,05          | 22,00                 | 1,10               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,25               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>1,35</b>        |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 115,01             |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>17,83</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 132,84             |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 13,28              |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>146,12</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 122** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 7

**Ítem:** N° 7  
**Actividad:** Colocado de tachones direccionales  
**Unidad:** Unidad  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Tachas reflectivas                           | und    | 1,00          | 75,00                 | 75,00              |
| Pegamento epóxico                            | lt     | 0,10          | 35,80                 | 3,58               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>78,58</b>       |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,150         | 10,00                 | 1,50               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,120         | 9,00                  | 1,08               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>2,58</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 1,84               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 0,66               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>5,08</b>        |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Herramientas manuales                        | hr     | 0,05          | 22,00                 | 1,10               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,25               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>1,35</b>        |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 85,01              |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>13,18</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 98,19              |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 9,82               |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>108,01</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 123** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 8

**Ítem:** N° 8  
**Actividad:** Pintado de postes  
**Unidad:** m<sup>2</sup>  
**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                         | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Pintura acrílica blanca                      | lt            | 0,30            | 45,00                        | 13,50                     |
| Pintura acrílica negra                       | lt            | 0,30            | 45,00                        | 13,50                     |
| Thiner                                       | lt            | 0,55            | 7,50                         | 4,13                      |
| <b>D. Total materiales</b>                   |               |                 | <b>(A)</b>                   | <b>31,13</b>              |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |               |                 |                              |                           |
| Técnico                                      | hr            | 0,350           | 10,00                        | 3,50                      |
| Ayudante                                     | hr            | 0,250           | 9,00                         | 2,25                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |               |                 | <b>(B)</b>                   | <b>5,75</b>               |
| F. Cargas sociales                           |               | 71,18%          | ( E )=                       | 4,09                      |
| O. Impuestos al valor agregado               |               | 14,94%          | (E+F)=                       | 1,47                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |               |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>11,31</b>              |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |               |                 |                              |                           |
| Herramientas manuales                        | hr            | 0,25            | 50,00                        | 12,50                     |
| Herramientas menores                         |               | 5,00%           | (G)                          | 0,57                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |               |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>13,07</b>              |
| J. Subtotal                                  |               |                 | (D+G+I)                      | 55,50                     |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |               | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>8,60</b>               |
| M. Parcial                                   |               |                 | (J+L)                        | 64,11                     |
| N. Utilidad                                  |               | 10,00%          | (M)                          | 6,41                      |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |               |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>70,52</b>              |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 124** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 9

**Ítem:** N° 9

**Actividad:** Instalación de señal preventiva

**Unidad:** Unidad

**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Paneles de plancha metálica de 1/16" x 0,60m x 0,90m | und           | 1,00            | 35,00                        | 35,00                     |
| Láminas retro-reflectoras de 0,60m x 0,90m           | und           | 1,00            | 25,00                        | 25,00                     |
| Pernos cosh de 2/12 "" de largo                      | und           | 2,00            | 15,00                        | 30,00                     |
| Poste de tubo de acero L= 2 m D=5cm x 5cm x 2cm      | und           | 1,00            | 150,00                       | 150,00                    |
| Cimiento y sobre cimiento de concreto para postes    | m³            | 0,20            | 250,00                       | 50,00                     |
| <b>D. Total materiales</b>                           |               |                 | <b>(A)</b>                   | <b>290,00</b>             |
| <b>B. Mano de obra</b>                               |               |                 |                              |                           |
| Técnico                                              | hr            | 0,500           | 20,00                        | 10,00                     |
| Ayudante                                             | hr            | 0,400           | 10,00                        | 4,00                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>                      |               |                 | <b>(B)</b>                   | <b>14,00</b>              |
| F. Cargas sociales                                   |               | 71,18%          | ( E )=                       | 9,97                      |
| O. Impuestos al valor agregado                       |               | 14,94%          | (E+F)=                       | 3,58                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                         |               |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>27,55</b>              |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>          |               |                 |                              |                           |
| Herramientas manuales                                | hr            | 0,10            | 35,00                        | 3,50                      |
| Máquina soldadora                                    | hr            | 0,15            | 45,00                        | 6,75                      |
| Plotter de vinil                                     | hr            | 0,20            | 50,00                        | 10,00                     |
| Herramientas menores                                 |               | 5,00%           | (G)                          | 1,38                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>               |               |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>21,63</b>              |
| J. Subtotal                                          |               |                 | (D+G+I)                      | 339,17                    |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b>         |               | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>52,57</b>              |
| M. Parcial                                           |               |                 | (J+L)                        | 391,74                    |
| N. Utilidad                                          |               | 10,00%          | (M)                          | 39,17                     |
| <b>Q. Total precio unitario</b>                      |               |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>430,92</b>             |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 125** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 10

**Ítem:** N° 10

**Actividad:** Instalación de señal reguladora

**Unidad:** Unidad

**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|------------------------------------------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Paneles de plancha metálica de 1/16" x 0,60m x 0,90m | und           | 1,00            | 35,00                        | 35,00                     |
| Láminas retro-reflectoras de 0,60m x 0,90m           | und           | 1,00            | 25,00                        | 25,00                     |
| Pernos cosh de 2/12 "" de largo                      | und           | 2,00            | 15,00                        | 30,00                     |
| Poste de tubo de acero L= 2 m D=5cm x 5cm x 2cm      | und           | 1,00            | 150,00                       | 150,00                    |
| Cimiento y sobre cimiento de concreto para postes    | m³            | 0,20            | 250,00                       | 50,00                     |
| <b>D. Total materiales</b>                           |               |                 | <b>(A)</b>                   | <b>290,00</b>             |
| <b>B. Mano de obra</b>                               |               |                 |                              |                           |
| Técnico                                              | hr            | 0,500           | 20,00                        | 10,00                     |
| Ayudante                                             | hr            | 0,400           | 10,00                        | 4,00                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>                      |               |                 | <b>(B)</b>                   | <b>14,00</b>              |
| F. Cargas sociales                                   |               | 71,18%          | ( E )=                       | 9,97                      |
| O. Impuestos al valor agregado                       |               | 14,94%          | (E+F)=                       | 3,58                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                         |               |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>27,55</b>              |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>          |               |                 |                              |                           |
| Herramientas manuales                                | hr            | 0,10            | 35,00                        | 3,50                      |
| Máquina soldadora                                    | hr            | 0,15            | 45,00                        | 6,75                      |
| Plotter de vinil                                     | hr            | 0,20            | 50,00                        | 10,00                     |
| Herramientas menores                                 |               | 5,00%           | (G)                          | 1,38                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>               |               |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>21,63</b>              |
| J. Subtotal                                          |               |                 | (D+G+I)                      | 339,17                    |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b>         |               | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>52,57</b>              |
| M. Parcial                                           |               |                 | (J+L)                        | 391,74                    |
| N. Utilidad                                          |               | 10,00%          | (M)                          | 39,17                     |
| <b>Q. Total precio unitario</b>                      |               |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>430,92</b>             |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 126** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 11

**Ítem:** N° 11

**Actividad:** Tratamiento superficial (carpeta asfáltica en frío e=2")

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Cantidad:** 1

| <b>A. Materiales</b>                         | <b>Unidad</b>  | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario (Bs.)</b> | <b>Precio Total (Bs.)</b> |
|----------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| Asfalto diluido MC-250                       | lt             | 4,35            | 7,35                         | 31,97                     |
| Agregados gruesos retenido malla N° 8        | m <sup>3</sup> | 0,04            | 120,00                       | 4,80                      |
| Agregados finos pasa malla N° 8              | m <sup>3</sup> | 0,05            | 140,00                       | 7,00                      |
| Gasolina                                     | lt             | 0,75            | 3,74                         | 2,81                      |
| <b>D. Total materiales</b>                   |                |                 | <b>(A)</b>                   | <b>43,77</b>              |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |                |                 |                              |                           |
| Capataz                                      | hr             | 0,050           | 15,00                        | 0,75                      |
| Operador de pavimentadora                    | hr             | 0,070           | 20,00                        | 1,40                      |
| Ayudante de pavimentadora                    | hr             | 0,070           | 10,00                        | 0,70                      |
| Operador maquinaria y equipo                 | hr             | 0,055           | 15,00                        | 0,83                      |
| Ayudante maquinaria y equipo                 | hr             | 0,055           | 10,00                        | 0,55                      |
| Chofer                                       | hr             | 0,070           | 12,50                        | 0,88                      |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |                |                 | <b>(B)</b>                   | <b>5,10</b>               |
| F. Cargas sociales                           |                | 71,18%          | ( E )=                       | 3,63                      |
| O. Impuestos al valor agregado               |                | 14,94%          | (E+F)=                       | 1,30                      |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |                |                 | <b>(E+F+O)=</b>              | <b>10,03</b>              |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |                |                 |                              |                           |
| Volqueta                                     | hr             | 0,10            | 35,00                        | 3,50                      |
| Pavimentadora                                | hr             | 0,15            | 45,00                        | 6,75                      |
| Compactador rodillo liso                     | hr             | 0,20            | 50,00                        | 10,00                     |
| Compactador rodillo neumático                | hr             | 0,20            | 50,00                        | 10,00                     |
| Herramientas menores                         |                | 5,00%           | (G)                          | 0,50                      |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |                |                 | <b>(C+H)</b>                 | <b>30,75</b>              |
| J. Subtotal                                  |                |                 | (D+G+I)                      | 84,56                     |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |                | <b>15,50%</b>   | <b>( J )</b>                 | <b>13,11</b>              |
| M. Parcial                                   |                |                 | (J+L)                        | 97,67                     |
| N. Utilidad                                  |                | 10,00%          | (M)                          | 9,77                      |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |                |                 | <b>(M+N)</b>                 | <b>107,43</b>             |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 127** Análisis de precio unitario de la estrategia N° 12

**Ítem:** N° 12  
**Actividad:** Barandas de defensa  
**Unidad:** m  
**Cantidad:** 1

| A. Materiales                                | Unidad | Cantidad      | Precio Unitario (Bs.) | Precio Total (Bs.) |
|----------------------------------------------|--------|---------------|-----------------------|--------------------|
| Tubo metálico de 1"                          | m      | 1,00          | 14,00                 | 14,00              |
| Tubo metálico de 1 1/2"                      | m      | 1,00          | 18,00                 | 18,00              |
| Platina de acero 2" x 3/16"                  | m      | 2,00          | 15,00                 | 30,00              |
| Bujes y pernos de fijación                   | und    | 8,00          | 6,00                  | 48,00              |
| Electrodos                                   | kg     | 0,15          | 28,00                 | 4,20               |
| <b>D. Total materiales</b>                   |        |               | <b>(A)</b>            | <b>114,20</b>      |
| <b>B. Mano de obra</b>                       |        |               |                       |                    |
| Técnico                                      | hr     | 0,150         | 20,00                 | 3,00               |
| Ayudante                                     | hr     | 0,130         | 10,00                 | 1,30               |
| <b>E. Subtotal mano de obra</b>              |        |               | <b>(B)</b>            | <b>4,30</b>        |
| F. Cargas sociales                           |        | 71,18%        | ( E )=                | 3,06               |
| O. Impuestos al valor agregado               |        | 14,94%        | (E+F)=                | 1,10               |
| <b>G. Total mano de obra</b>                 |        |               | <b>(E+F+O)=</b>       | <b>8,46</b>        |
| <b>C. Equipo, maquinaria y herramientas</b>  |        |               |                       |                    |
| Equipo de ornamentación                      | hr     | 0,10          | 35,00                 | 3,50               |
| Máquina soldadora                            | hr     | 0,15          | 45,00                 | 6,75               |
| Herramientas menores                         |        | 5,00%         | (G)                   | 0,42               |
| <b>I. Total herramientas y equipos</b>       |        |               | <b>(C+H)</b>          | <b>10,67</b>       |
| J. Subtotal                                  |        |               | (D+G+I)               | 133,33             |
| <b>L. Gastos generales y administrativos</b> |        | <b>15,50%</b> | <b>( J )</b>          | <b>20,67</b>       |
| M. Parcial                                   |        |               | (J+L)                 | 154,00             |
| N. Utilidad                                  |        | 10,00%        | (M)                   | 15,40              |
| <b>Q. Total precio unitario</b>              |        |               | <b>(M+N)</b>          | <b>169,40</b>      |

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez determinado los precios unitarios de cada estrategia propuesta, se procede a realizar un resumen con los precios unitarios finales, como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla N° 128** Resumen de precios unitarios de las estrategias

| Ítem<br>N° | Estrategias                                        | Unidad         | Precio<br>unitario<br>(Bs.) |
|------------|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------|
| 1          | Pintado de zona rígida                             | m <sup>2</sup> | 130,87                      |
| 2          | Pintado de zona de estacionamiento                 | m <sup>2</sup> | 128,20                      |
| 3          | Pintado de doble línea continua divisora de carril | m <sup>2</sup> | 118,67                      |
| 4          | Pintado de cruces peatonales                       | m <sup>2</sup> | 114,20                      |
| 5          | Pintado de flechas direccionales                   | m <sup>2</sup> | 130,55                      |
| 6          | Colocado de tachones disipadores de velocidad      | und            | 146,12                      |
| 7          | Colocado de tachas direccionales                   | und            | 108,01                      |
| 8          | Pintado de postes                                  | m <sup>2</sup> | 70,52                       |
| 9          | Instalación de señal preventiva                    | und            | 430,92                      |
| 10         | Instalación de señal reguladora                    | und            | 430,92                      |
| 11         | Recapamiento                                       | m <sup>2</sup> | 107,43                      |
| 12         | Barandas de defensa                                | m              | 169,40                      |

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.7. Aporte ingenieril del presente estudio

Las causas que originan los accidentes de tránsito son distintas en cada punto de la vía, según las investigaciones realizadas, las principales causas podrían ser: incompatibilidades del diseño geométrico, operacionales (tránsito, volumen y velocidad), ambiente y la actitud del conductor.

Teniendo mayor implicancia en la seguridad vial: el diseño geométrico. A éste se le atribuye las dimensiones de los radios, la consistencia de las curvas, distancias de visibilidad, elementos de transición, etc. Si uno de estos factores falla en el diseño podría resultar que el sistema en conjunto falle ocasionando accidentes de tránsito.

Asimismo, se le puede atribuir las deficiencias en la señalización horizontal y vertical. Se procede a verificar en los tramos de la zona norte y zona sur analizados en el presente estudio. A partir de la información ofertada por el proyectista, se procede a verificar el cumplimiento de los parámetros fijados por normativas vigentes en la elaboración del estudio. A consecuencia de lo anterior, se plantea alternativas más eficientes para tener un mayor grado de seguridad vial.

La mayor parte de parámetros geométricos y de seguridad vial no cumplen con la normativa empleada en la elaboración del estudio; es por ello, que se modifica totalmente el diseño geométrico (planta, perfil, transversal, coordinación y consistencia) y seguridad vial (sistemas de contención, señalización vertical y horizontal).

En la nueva propuesta, la mayor parte de parámetros sí cumplen, además se implementan nuevos elementos que no se contemplan en la normativa. Es necesario su implementación porque se prioriza la seguridad vial por encima del aspecto económico.

Por lo tanto, la seguridad vial es una componente de suma importancia ya que necesita de un buen diseño geométrico (planta, perfil y sección transversal) para poder implementar las opciones de seguridad. Este término debe estar presente en las etapas de planificación, diseño, construcción y operación de las infraestructuras viales porque permitirá disminuir las tasas de accidentes de tránsito en las carreteras con zonas pobladas.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- En el presente estudio se ha cumplido con los objetivos planteados y se ha demostrado que aplicando factores de cálculos como el índice de seguridad se pudo recabar y analizar que tramos en diversos puntos de aforo existen deficiencias en cuanto a seguridad vial se refiere.
- De acuerdo al cálculo realizado para la obtención del índice de seguridad vial, se pudo evidenciar que los valores de longitud y trafico promedio diario inciden en buen porcentaje en el resultado final del I.S.V, como se pudo verificar en los resultados emplazados en el anterior capitulo.
- Se debe destacar que en los tramos de estudio presentan grandes condiciones de transitabilidad y deterioro en varias partes de los tramos a analizar lo que es un factor importante para la comodidad de los usuarios conductores que repercute en la seguridad de los peatones. Pese a esto también existe un abuso de la mala educación vial ya que los mimos usuarios hacen que excedan de velocidad siendo esto una principal causa de accidente.
- Los puntos de estudio que tiene un valor de índice de seguridad aceptables, pero existen accidentes, nos da a entender que los accidentes ocurridos en los tramos son debido a las imprudencias de los usuarios y a la mala educación vial.
- De los puntos de estudio analizados, existe una gran cantidad que no cuenta con una buena señalización tanto horizontal como vertical lo cual son necesarias para el buen funcionamiento del tramo carretero lo que sirve para dar una mayor seguridad a los peatones y conductores.

- Otro causante de accidentología en los tramos analizados es el deterioro que existen en algunos puntos de los tramos ya mencionados, ya que estos también son causantes de accidentes debido a que al momento en el que el usuario esquivе los baches llegue a chocar con otro vehículo o con un objeto fijo.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se sugiere el repintado de los tramos que cuentan con demarcación y señalización desvanecidas que confunden al usuario conductor produciéndose accidentes vehiculares.
- Debido al gran flujo vehicular existentes en los puntos de estudio se sugiere implementar rompe muelles esto para que los usuarios bajen la velocidad y no genere ningún accidente tanto vehicular como peatonal.
- Diseñar e implementar un sistema efectivo de recolección de datos de accidentes por parte de la dirección departamental de tránsito ya que se pudo evidenciar que dentro de esta institución no existe un relevamiento de datos óptimo.