

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La circulación viaria siempre estará acompañada de un cierto riesgo. En la actualidad, el tráfico vehicular se ha convertido en el principal problema de movilidad en varios países del mundo, especialmente en el nuestro, asociado al crecimiento de la población y al aumento caótico del número de automóviles.

Los elementos del sistema viario donde se concentra el mayor número de los accidentes de tráfico son las intersecciones, puesto que son el punto de encuentro de dos o más vías, por lo cual concentran la compleja interacción y diferentes movimientos entre peatones, vehículos y ciclistas, generando conflictos de tráfico de variada naturaleza, muchos de los cuales se traducen en accidentes de tráfico.

Uno de los objetivos que se persigue al diseñar una intersección es minimizar el número y los potenciales eventos que pudieran traducirse en accidentes, a la vez de facilitar la comprensión y movimientos a través de ella por parte de los usuarios, con los estándares más altos de seguridad. Es en este punto donde radica la importancia de realizar estudios rápidos conducentes a evaluar la seguridad en intersecciones consideradas peligrosas, así como también ir evaluando de manera pronta las mejoras efectuadas.

La evaluación y el análisis de una intersección pueden contribuir al mejoramiento de su capacidad vial, cuantificar la seguridad y ayudar a decidir entre diferentes alternativas.

En la evaluación de intersecciones es necesario tomar en consideración ciertos criterios para la correcta funcionalidad del cruce de calles, estos criterios se fundamentan en el volumen vehicular, en las velocidades de circulación y en la saturación del flujo vehicular, que analizados en su conjunto confluyen en el nivel de servicio.

En el manual de capacidad de carreteras del 2010, Nivel de Servicio se define como: A la medida de calidad que describe las condiciones de funcionamiento dentro de un flujo de tránsito, en general, en términos de medidas de servicio tales como la velocidad y el

tiempo de viaje, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, el confort y la comodidad.

El presente trabajo pretende realizar una evaluación sobre el nivel de riesgo que la infraestructura de una intersección provee al usuario, para determinar si ésta requiere alguna acción correctiva para mejorar su funcionalidad.

Es por ello, que nace la necesidad de utilizar métodos como la técnica de conflictos de tráfico, particularmente una de las más estudiadas y que introduce las mediciones alternativas de seguridad como parámetros de evaluación de riesgo de accidente. Ésta en conjunto con análisis estadísticos, pueden describir el riesgo de las intersecciones basándose en incidentes de tráfico, que se presentan con mucha mayor frecuencia de ocurrencia, en comparación con los accidentes.

Justamente, las medidas alternativas de seguridad vial podrían ser un indicador para cuantificar la seguridad, y ayudar a decidir entre diferentes alternativas, sin tener que recurrir, necesariamente, a los costosos estudios de accidentalidad o a los no menos costosos proyectos de reconstrucción.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El tráfico es un fenómeno que se vive diariamente, pero a pesar de esto no es un fenómeno comprendido.

Los elementos del sistema viario donde se concentra el mayor número de los accidentes de tráfico son las intersecciones. Son muchos y complejos los factores que se encuentran implicados en un accidente. El accidente de tráfico puede considerarse como un fallo en el desempeño de las habilidades requeridas para conducir o una alteración notable de las condiciones de la vía o del vehículo.

Los factores que desembocan en un accidente surgen dentro de una compleja red de interacciones entre el conductor, el vehículo y la vía, en unas determinadas condiciones ambientales.

El nivel de riesgo vial, hoy en día se lo estima en base al registro de ocurrencia de accidentes de tránsito y la gravedad de sus resultados, pero estos sucesos no son los mejores indicadores del nivel de seguridad en una intersección, pues son solo variables aleatorias que necesitan al menos un período de registro de tres años para poder evaluar la seguridad, lo que dificulta su análisis.

Es por esa razón que nace la necesidad de utilizar métodos de evaluación de riesgo para evitar los cuantiosos estudios de accidentabilidad los cuales consisten en buscar culpabilidad del accidente de tránsito y no así buscar causas de posibles deficiencias en las condiciones de la zona que permitan evaluar las mejoras efectuadas.

La propuesta de una metodología para el análisis y evaluación temprana de la seguridad en una intersección, estará basada en dos medidas alternativas de seguridad: el tiempo hasta la colisión (TC) y el tiempo posterior a la invasión de la trayectoria (TPI). El factor principal para considerar estas dos medidas es que han sido ampliamente estudiadas y se consideran como indicadores de “cuán cerca estuvo de ocurrir el accidente” y por la simpleza de su cálculo en los estudios de campo.

El presente trabajo pretende evaluar el nivel riesgo de una intersección analizando cada uno de los conflictos de tráfico que se presentan en la zona de estudio, puesto que se constituye como una herramienta útil para poder resumir todo el conjunto de mediciones permitiendo el diagnóstico del riesgo de accidentabilidad en una intersección.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1. Situación problemática

La falta del estudio y análisis de la evaluación del nivel de riesgo en las intersecciones, generan lamentablemente, que la incidencia en el número de accidentabilidad sea alarmante, puesto que no se adoptan medidas que mejoren la seguridad de la circulación.

No existen metodologías normadas para inspecciones de seguridad vial, quien estudie el nivel de riesgo de las intersecciones y se ajuste a un modelo junto a las condiciones reales de explotación; lo que permite que la exposición al riesgo del conjunto de

usuarios y el número de accidentes sea cada vez mayor si no se adoptan medidas que mejoren los niveles de seguridad de circulación.

Las situaciones potenciales de accidentes violentos en las vías públicas son resultado, principalmente, de la incompatibilidad entre la función viaria y la ocupación del suelo lindero, reflejándose en el conflicto entre movilidad y accesibilidad.

La búsqueda de soluciones y alternativas para mitigar este problema que se vive con frecuencia resulta urgente sabiendo que sigue creciendo la población y el parque automotor.

El congestionamiento vehicular trae consigo efectos contraproducentes, no sólo daña nuestro medio ambiente, sino que también afecta a la salud de la población, puesto que el gran uso de gasolina en las horas pico de circulación generan residuos tóxicos contaminantes (emisiones de dióxido de carbono) y el padecimiento de estrés ante el hecho de estar diariamente en niveles de congestionamiento es el más dañino para la salud. La seguridad vial es otro factor primordial que se ve afectado, donde la accidentabilidad va aumentando en gran medida, puesto que generalmente los usuarios utilizan de manera equivocada las vías urbanas para el tránsito de paso y la presencia de establecimientos ya sea comerciales como unidades educativas en vías arteriales o de tránsito rápido contribuyen a su crecimiento.

A través del estudio de la evaluación del nivel de riesgo podremos tener un conocimiento fundamental acerca de la situación del flujo vehicular en las intersecciones críticas que se estudiarán para poder proporcionar ciertas alternativas de seguridad como parámetros que permitan minimizar el número y potenciales eventos de circulación que se traducen en accidentes.

1.3.2. Determinación del problema

¿Podrá la evaluación del nivel de riesgo en intersecciones aplicado en puntos críticos de la ciudad de Tarija basado en el análisis cuantitativo de conflicto entre vehículos, empleando inspecciones de seguridad vial, disminuir la accidentabilidad?

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO DE APLICACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Determinar el nivel de riesgo en intersecciones aplicado en puntos críticos de la ciudad de Tarija basado en el análisis cuantitativo de conflicto entre vehículos, empleando inspecciones de seguridad vial.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar una investigación bibliográfica para la recopilación de la información necesaria que me permitirá definir la evaluación del nivel de riesgo en las intersecciones del área de estudio.
- Cuantificar los parámetros necesarios, como el aforo vehicular y las inspecciones de seguridad vial para poder realizar la evaluación de las intersecciones del área en estudio.
- Estimar el nivel de riesgo generado en los puntos críticos de las intersecciones a partir de los datos de campo obtenidos en la investigación.
- Elaborar un análisis sobre el nivel de riesgo que se obtendrá a partir de las inspecciones de seguridad vial.
- Establecer medidas de acción como alternativas para reducir la accidentabilidad, así como las conclusiones y recomendaciones de la investigación a realizar.

1.5. HIPÓTESIS

Si evaluamos el nivel de riesgo en las intersecciones de los puntos críticos en el lugar del estudio mediante inspecciones de seguridad vial, entonces se podrá determinar las condiciones del tráfico, así como los índices de accidentología para poder obtener la capacidad y el nivel de servicio en los puntos críticos adoptados y a su vez lograr el desarrollo cuantitativo del conflicto entre vehículos que permitirán clasificar la funcionalidad de las vías según los parámetros que se obtendrán a través del cálculo.

El análisis de los resultados nos ayudará a evaluar el nivel de riesgo que se presentará en las intersecciones de estudio y generará posibles soluciones alternativas para disminuir

el grado de accidentología que suceden con gran medida en estos puntos de concentración vehicular.

1.6. DEFINICIÓN DE VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES

1.6.1. Variables independientes

- Las intersecciones.
- Comportamiento del tráfico vehicular en el área de estudio.

1.6.2. Variables dependientes

- Nivel de riesgo.
- Condiciones de Tráfico.
- Características físicas de la geometría de una intersección.
- Volúmenes del tráfico vehicular y peatonal.
- Accidentología.

1.6.3. Conceptualización y operalización de variables

1.6.3.1. Variable independiente

Tabla I.1. Conceptualización variable independiente

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicador	Valor/Acción
Las intersecciones en los puntos críticos del lugar de estudio	Uno de los mayores problemas de la seguridad en las intersecciones radica básicamente en el gran número de conflictos que se producen entre vehículos, y entre vehículos y peatones, debido a la gran cantidad de cruces y movimientos	Tipo de evaluación	Investigación en los puntos críticos de estudio	Se realizaron inspecciones de seguridad vial, además de los estudios de tráfico respectivos

Fuente: Elaboración propia.

1.6.3.2. Variables dependientes

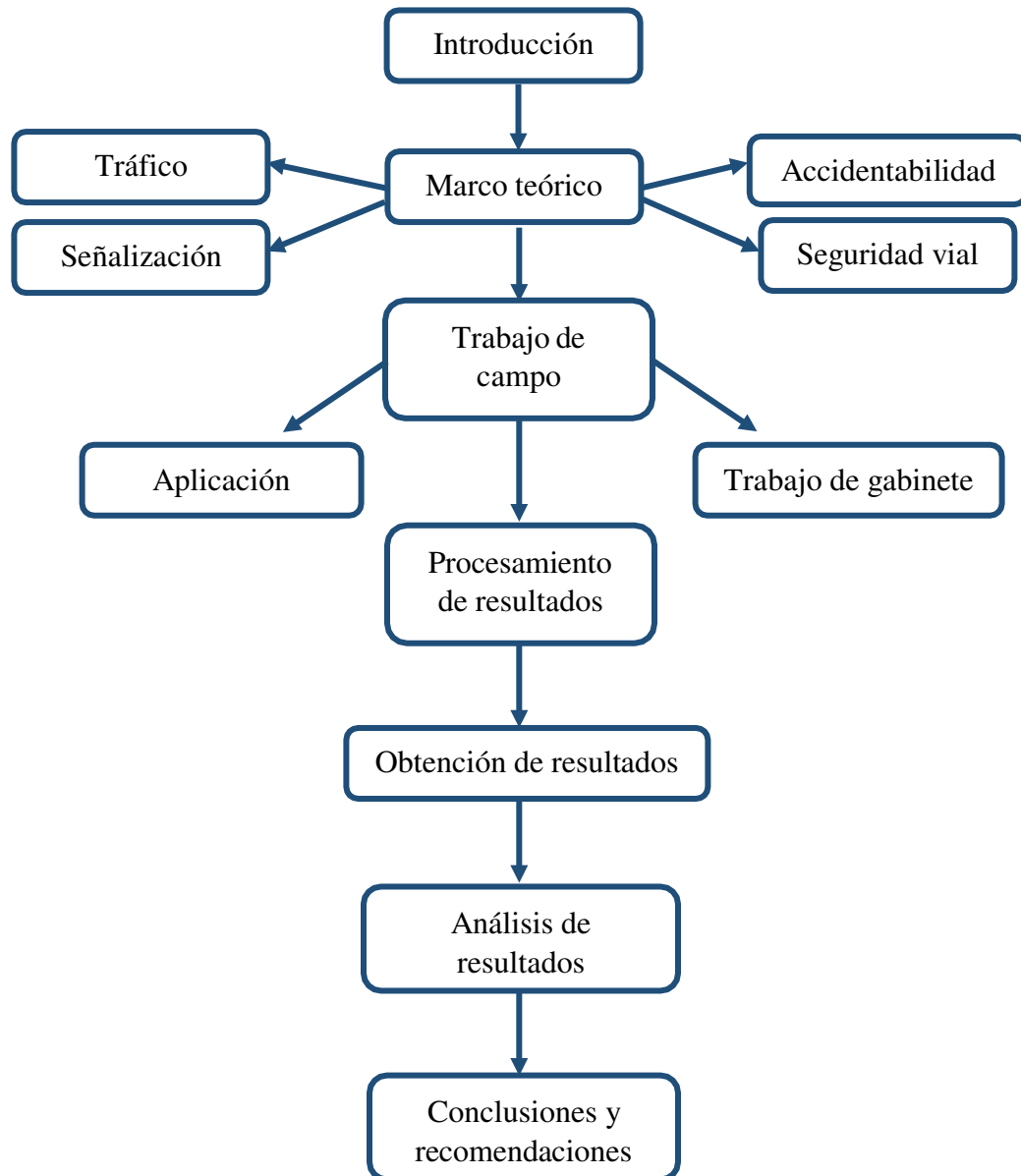
Tabla I.1. Conceptualización variable dependiente

Variable	Conceptualización	Dimensión	Indicador	Valor/Acción
Nivel de riesgo	Parámetro que permitió cuantificar los riesgos existentes en las intersecciones	Valor específico que forma parte de la evaluación	Factor generado por vehículos y peatones	Identificación las intersecciones más conflictivas de la ciudad de Tarija y realización de inspecciones de seguridad vial
Condiciones de tráfico	Flujo vehicular y peatonal que se observan en especial medida en las intersecciones	Transitabilidad en intersecciones	Parámetros de estudio de tráfico	Aforo vehicular y peatonal
Características físicas de la geometría de una intersección	Caracteres específicos que se manifiestan en las intersecciones que son los lugares claves para evaluar los niveles de riesgo	Situación observable	Inspección visual del área de estudio	Levantamiento de las características físicas y geométricas
Volúmenes de tráfico vehicular y peatonal	Cantidad de vehículos y peatones que pasan por un determinado lugar en este caso las intersecciones	Las intersecciones en los puntos críticos de estudio	Datos reales relacionados con la cantidad y el movimiento vehicular y peatonal	Cuantificación del flujo vehicular y peatonal
Accidentología	Estudio integral que permitirá generar posibles soluciones y alternativas que ayudarán a disminuir los accidentes viales	Observaciones mediante la seguridad vial	Análisis de los datos obtenidos de la investigación	Evaluación de los datos procesados de los estudios realizados que determinaron los niveles de riesgo

Fuente: Elaboración propia

1.7. PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

Figura I.1. Diseño metodológico



Fuente: Elaboración propia.

La presente metodología señalada pretende innovar el estudio de tráfico en la ciudad de Tarija, puesto que al no contar con una metodología que cuantifique o califique el nivel de riesgo en las intersecciones urbanas de la ciudad, dicho estudio nos permitió obtener

una evaluación del nivel de riesgo, a través de un valor numérico porcentual que se analizó adecuadamente permitiendo clasificar las vías urbanas.

En primer lugar, se estudió los conceptos necesarios para poder desarrollar la evaluación, posteriormente dicha información fue procesada de acuerdo a las características físicas, geométricas y mediante la señalización, aforo de vehículos y peatones que circulan por las intersecciones de estudio.

Una vez obtenidos los valores numéricos del nivel de riesgo de las intersecciones de los puntos más conflictivos de la ciudad de Tarija, se realizó un análisis evaluativo con la accidentabilidad, capacidad, nivel de servicio y se definió cuáles se encuentran trabajando eficientemente y qué intersecciones necesitan algún tipo de planteamiento de solución.

1.7.1. Componentes

1.7.1.1. Unidad

Las intersecciones en los puntos críticos de la ciudad de Tarija y el comportamiento vehicular.

1.7.1.2. Población

Las intersecciones en los puntos críticos de la ciudad de Tarija, que nos permitieron determinar y evaluar el nivel de riesgo aplicando inspecciones de seguridad vial.

1.7.1.3. Muestra

La evaluación de las intersecciones en los puntos críticos de la ciudad de Tarija.

1.7.1.4. Muestreo

En cada intersección estudiada se procedió a:

- Aforar el volumen vehicular de cada acceso de la intersección.
- Aforar peatones en cada uno de los accesos a las intersecciones.

- Medir la velocidad de circulación de los vehículos.
- Realizar inspecciones de seguridad vial.

En gabinete se determinó:

- Capacidad de los accesos e intersecciones.
- Volúmenes medios vehiculares en los accesos a las intersecciones.
- Nivel de servicio.
- Evaluación y determinación del nivel de riesgo.

1.7.2. Análisis estadístico

1.7.2.1. Estadística descriptiva

La estadística descriptiva es la rama de la estadística que recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos con el objetivo de describir las características y comportamientos de este conjunto mediante medidas de resumen, tablas o gráficos.

1.7.2.2. Variables estadísticas

Una variable estadística es el conjunto de valores que puede tomar cierta característica de la población sobre la que se realiza el estudio estadístico y sobre la que es posible su medición. Estas variables pueden ser: la edad, el peso, las notas de un examen, los ingresos mensuales, las horas de sueño de un paciente en una semana, el precio medio del alquiler en las viviendas de un barrio de una ciudad, etc.

Las variables estadísticas se pueden clasificar por diferentes criterios. Según su medición existen dos tipos de variables:

Cualitativa (o categórica): Son las variables que pueden tomar como valores cualidades o categorías.

Cuantitativas (o numérica): Variables que toman valores numéricos.

Media aritmética

Definimos media (también llamada promedio o media aritmética) de un conjunto de datos (X_1, X_2, \dots, X_N) al valor característico de una serie de datos resultado de la suma de todas las observaciones dividido por el número total de datos.

Fórmula para determinar la media aritmética

$$\text{Media } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Dónde:

N = Número de datos

X = Valor del dato

Σ = Sumatoria

Mediana

La mediana ($Me(X)$) es el elemento de un conjunto de datos ordenados (X_1, X_2, \dots, X_N) que deja a izquierda y derecha la mitad de valores.

Si N es impar, la mediana es el valor que está al medio, es decir:

Fórmula de la mediana en el caso de que el número de elementos del conjunto sea impar

$$\text{Mediana } (X) = X_{\frac{N+1}{2}}$$

Si N es par, la mediana es la media de los dos valores del centro, $N/2$ y $N/2+1$:

Fórmula de la mediana en el caso de que el número de elementos del conjunto sea par

$$\text{Mediana (X)} = \text{Media}(X_{\frac{N}{2}}, X_{\frac{N}{2}+1}) = \frac{X_{\frac{N}{2}} + X_{\frac{N}{2}+1}}{2}$$

Moda

La moda ($Mo(X)$), o moda estadística, es el valor más repetido del conjunto de datos, es decir, el valor cuya frecuencia relativa es mayor. En un conjunto puede haber más de una moda.

Desviación estándar

La desviación estándar (o desviación típica) es una medida de dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva. Es una medida (cuadrática) de lo que se apartan los datos de su media, y por tanto, se mide en las mismas unidades que la variable.

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que representan los datos en su distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad a la hora de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones.

Esta medida nos permite determinar el promedio aritmético de fluctuación de los datos respecto a su punto central o media. La desviación estándar nos da como resultado un valor numérico que representa el promedio de diferencia que hay entre los datos y la media. Para calcular la desviación estándar basta con hallar la raíz cuadrada de la varianza, por lo tanto, su ecuación sería:

Fórmula de la desviación estándar

$$S = \sqrt{S^2}$$

Varianza

La varianza (S^2) mide la dispersión de los datos de una muestra (X_1, X_2, \dots, X_N) respecto a la media (\bar{x}), calculando la media de los cuadrados de las distancias de todos los datos.

Fórmula para determinar la varianza

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{x})^2}{N - 1}$$

Al elevar las diferencias al cuadrado se garantiza que las diferencias absolutas respecto a la media no se anulan entre sí. Además, resaltan los valores alejados.

Siempre se cumple que la varianza es mayor o igual que cero ($S^2 \geq 0$). Ésta es cero cuando todos los datos son el. Si en vez de tratarse de una muestra, la varianza se refiere a la población, el denominador será N .

Coefficiente de variación

El Coeficiente de variación (CV) es una medida de la dispersión relativa de un conjunto de datos, que se obtiene dividiendo la desviación estándar del conjunto entre su media aritmética y se expresa generalmente en términos porcentuales.

Puesto que tanto la desviación estándar como la media se miden en las unidades originales, el CV es una medida independiente de las unidades de medición.

Debido a la propiedad anterior el CV es la cantidad más adecuada para comparar la variabilidad de dos conjuntos de datos.

Fórmula para determinar el coeficiente de variación para una población

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\%$$

Dónde:

CV= Coeficiente de variación.

σ = Desviación estándar de la población.

μ = Media aritmética de la población.

Fórmula para determinar el coeficiente de variación para una muestra

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

Dónde:

CV= Coeficiente de variación.

S= Desviación estándar de la muestra.

\bar{X} Media aritmética de la muestra.

1.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS

1.8.1. Técnica experimental

La técnica experimental es un proceso sistemático y una aproximación científica a la investigación en la cual el investigador manipula una o más variables, controla y mide cualquier cambio en otras variables.

Es la investigación en donde el científico influye activamente en algo para observar sus consecuencias. La mayoría de los experimentos suelen ubicarse entre la definición estricta y amplia. Los experimentos se llevan a cabo con el objeto de predecir fenómenos.

Normalmente, un experimento es construido para poder explicar algún tipo de casualidad.

La investigación experimental es importante para la sociedad, nos ayuda a mejorar las condiciones de vida diaria.

Con la técnica experimental se pudo plantear y analizar de qué manera la propuesta metodológica fue beneficiosa y hasta qué punto el estudio podrá mejorar las condiciones actuales de circulación y nivel de riesgo en las intersecciones de los puntos críticos de la ciudad de Tarija.

1.9. ALCANCE

El alcance se verá reflejado en el trabajo de campo que consiste en realizar la recolección de datos de accidentología a través de un levantamiento visual de parámetros de seguridad vial y a su vez mediciones de aforo, que serán los necesarios para poder estimar el nivel de riesgo en las intersecciones, además de la contrastación y análisis evaluativo que permitirán obtener la capacidad y el nivel de servicio en los puntos críticos adoptados para el desarrollo cuantitativo del conflicto entre vehículos.

Las situaciones potenciales de accidentes violentos en las vías públicas son resultado, principalmente, de la incompatibilidad entre la función viaria y la ocupación del suelo lindero, reflejándose en el conflicto entre movilidad y accesibilidad.

Generalmente los usuarios utilizan de manera equivocada las vías urbanas para el tránsito de paso, la presencia de establecimientos ya sea comerciales como unidades educativas en vías arteriales o de tránsito rápido ocasionan la accidentabilidad.

Se procederá a una investigación bibliográfica para la recopilación de la información necesaria que me permitirá definir la evaluación del nivel de riesgo en las intersecciones del área de estudio, la cuál será una herramienta fundamental que me permitirá cuantificar objetivamente la relación que existe con el comportamiento humano para poder obtener medidas alternativas de seguridad vial.

El trabajo de campo consta en un aforo de volúmenes vehiculares de cada acceso a la intersección a estudiar, de un aforo peatonal, de la medición de sus velocidades de

circulación y el levantamiento de datos a través de una inspección visual, para poder observar si existen los parámetros que generen seguridad vial.

Una vez que se recolecten todos los datos necesarios se aplicarán metodologías encontradas en la investigación bibliográfica para poder encontrar el nivel de riesgo de cada uno de los puntos críticos de las intersecciones que se estudiarán que permitirán clasificar la funcionalidad de las vías según los parámetros que se obtendrán a través del cálculo.

Finalmente se realizará un análisis de los resultados obtenidos que me permitirán evaluar el nivel de riesgo que se presentará en las intersecciones de estudio.

CAPÍTULO II
INGENIERÍA DE TRÁFICO Y SEGURIDAD VIAL

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DE TRÁFICO Y SEGURIDAD VIAL

2.1. ASPECTOS GENERALES

2.1.1. Definición de tráfico

Se analizan los diversos factores y las limitaciones de los vehículos y los usuarios como elementos de la corriente de tránsito. Se investigan la sociedad, el volumen y la densidad; el origen y destino del movimiento; la capacidad de las calles y carreteras; el funcionamiento de pasos a desnivel, terminales, intersecciones canalizadas; se analizan los accidentes, etc. Así se pone en evidencia la influencia de la capacidad y limitaciones del usuario en el tránsito; se estudia al usuario particularmente desde el punto de vista psíquico-físico, indicándose la rapidez de las reacciones para frenar, para acelerar, para maniobrar, su resistencia al cansancio, etc., empleando en todo esto, métodos modernos instrumentos psicotécnicos, así como la metodología estadística.

2.1.2. Problemas de tráfico

Existen varios factores que afectan al tráfico vehicular entre los cuales podemos mencionar:

- Casi todo intento de reforma urbanística ha sido derrotada por intereses creados y ceguera de particulares y autoridades sobre todo en lo referente a la concepción de ancho de calles destinadas a un tránsito futuro, ya que como se ve en la actualidad el ancho de las calles de Tarija no pueden sostener el tránsito vehicular que en ellas ocurre.
- Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad:
Vehículos de diferentes dimensiones, velocidades, aceleración, peso, motocicletas, bicicletas, etc. conviven en una misma vía.
- Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas:
El uso de calles angostas, torcidas y pronunciadas pendientes, aceras insuficientes y carreteras que no han evolucionado.

- Falta de planificación en el tránsito:
Calles, carreteras y puentes que se siguen proyectando con normas y especificaciones anticuadas.
Intersecciones proyectas sin base técnica.
Previsión casi nula para estacionamiento.
Localización inapropiada de zonas residenciales en relación con zonas industriales y comerciales.
- El automóvil no considerado como una necesidad pública:
Falta de apreciación del automóvil dentro de la economía del transporte.
Falta de la apreciación del público a la importancia del automotor.
- Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario.
Falta de educación vial del conductor y del peatón.

2.1.3. Planteamiento de soluciones

Para la solución de cualquier problema de transito se deben de tomar en cuenta tres factores que son:

- **La ingeniería de tránsito:** Es importante que un técnico especializado en la ingeniería de tránsito resuelva los problemas del proyecto físico de la carretera o de la calle con todos sus detalles.
- **La educación vial:** Que le corresponde tanto a las autoridades educativas como al gobierno preparar al individuo para la era motorizada en la que vive.
- **La legislación y vigilancia policiaca:** La creación de leyes y reglamentos adaptados al tránsito moderno cuyo cumplimiento deberá ser por medio de agentes de tránsito preparados para el fin.

Tomando en cuenta estos tres factores en la solución de cualquier problema de tipo vial es que se pueden presentar tres tipos de solución al problema de tránsito:

2.1.3.1. Solución integral

Si el problema es causado por vehículos modernos sobre carreteras y calles antiguas, la solución consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo. Si

bien esta solución acabaría con los problemas del tráfico es casi imposible aplicarla en las ciudades actuales, ya que se necesitaría barrer con todo lo existente para sustituir las calles actuales con nuevas cuya velocidad de proyecto sería de 130 kilómetros por hora o más.

2.1.3.2. Solución parcial de alto costo

Consiste en aprovechar de la mejor manera posible lo que ya se tiene con ciertos cambios necesarios con fuertes inversiones, las medidas a tomar consisten en el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, sistemas de control automático con semáforos, estacionamientos públicos y privados y otros.

2.1.3.3. Solución parcial de bajo costo

Es el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes con el mínimo de obra de material, implica un máximo de regulación funcional de tránsito a través de disciplina y educación del usuario. Incluye legislación y reglamentación adaptada a las necesidades existentes, educación vial, circulación de un solo sentido en las calles, estacionamiento con tiempo limitado, semaforización, etc.

2.2. ELEMENTOS DE TRÁFICO

2.2.1. Parámetros de tráfico

2.2.1.1. Volumen

Al igual que muchos sistemas dinámicos, los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las carreteras, las calles, las intersecciones, las terminales, etc., están sujetos a ser solicitados y cargados por volúmenes de tránsito, los cuales poseen características especiales (ocupan un lugar) y temporales (consumen tiempo).

Las distribuciones espaciales de los volúmenes de tránsito generalmente resultan del deseo de la gente de efectuar viajes entre determinados orígenes y destinos, llenando así una serie de satisfacciones y oportunidades ofrecidas por el medio ambiente circundante.

Las distribuciones temporales de los volúmenes de tránsito son el producto de los estilos y formas de vida que hacen que las gentes sigan determinados patrones de viaje basados en el tiempo, realizando sus desplazamientos durante ciertas épocas del año, en determinados días de la semana o en horas específicas del día.

- Al proyectar una carretera o calle, la selección del tipo de vialidad, la intersección, los accesos y los servicios, dependen fundamentalmente del volumen de tránsito o demanda que circulara durante un intervalo de tiempo dado, de su variación, de su tasa de crecimiento y de su composición.
- Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y / o personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. Dichos datos de volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento se hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

2.2.1.2. Velocidad

La velocidad se ha manifestado siempre como una respuesta al deseo del humano de comunicarse rápidamente desde el momento en que el mismo invento los medios de transporte.

En este sentido, la velocidad ha convertido en uno de los principales indicadores utilizados para medir la calidad de la operación a través de un sistema de transporte.

A su vez, los conductores, considerados de una manera individual, miden parcialmente la calidad de su viaje por su habilidad y libertad en conservar uniformemente la velocidad deseada.

Se sabe, además, por experiencia que el factor más simple a considerar en la selección de una ruta específica para ir de un origen a un destino, consiste en la minimización de las demoras, lo cual obviamente se lograra con una velocidad buena y sostenida y que ofrezca seguridad.

La importancia de la velocidad, como elemento básico para el proyecto de un sistema vial, queda establecida por ser un parámetro de cálculo de la mayoría de los demás elementos del proyecto.

Así, por todas las razones anteriores, la velocidad debe ser estudiada, regulada y controlada con el fin de que origine un perfecto equilibrio entre el usuario, el vehículo y la vía, de tal manera que siempre se garantice la seguridad.

2.2.1.3. Intensidad – volumen

Volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado se expresa como:

$$Q = N/T$$

Dónde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo.

N = Número total de vehículos que pasan (vehículo).

T = Período determinado (en tiempo).

2.3. ELEMENTO USUARIO

Es aquel elemento fundamental en la circulación tanto como conductor y peatón, si consideramos al elemento usuario conductor definimos como la persona que va a conducir un vehículo el cual circulará por calles y carreteras. Este elemento usuario está regido por acciones físicas y psicológicas.

Las acciones físicas son de 2 tipos:

- De habilidad
- De hábito

De habilidad. - Un conductor debe tener cierta habilidad para conducir un vehículo de manera que dé seguridad a los peatones y así mismo la habilidad de cada conductor, generalmente se va adquiriendo habilidad mayor a lo largo del tiempo que se conduce un vehículo.

De hábito. - Es la costumbre de un usuario conductor al momento de conducir un vehículo esto se puede dar por la forma de conducir por la habitualidad de los lugares de circulación por la repetición de veces que puedan realizar ciertas acciones al conducir.

2.3.1. Elemento usuario – peatón

El peatón es un usuario tal vez considerado el más indisciplinado porque normalmente no cumple con las normas y reglamentaciones de la circulación de tráfico y deja su seguridad personal al usuario conductor sin tener el cuidado de que muchas veces está en sus manos establecer su seguridad de circulación en sí mismo. Una de las cualidades del comportamiento del usuario peatón es la velocidad de circulación que ha tomado que según estudios realizados establece que para ciudades con más de 100.000 hab. las velocidades de circulación peatonal están entre 1,4 y 1,6 m/seg. mientras que en ciudades menores a 100.000 hab. La velocidad está entre 0,8 y 1 m/seg.

2.3.2. Elemento camino – calle

Este elemento de igual importancia dentro de la problemática de tráfico y transporte sobre todo sus características físicas que pueden de alguna manera influir en la circulación vehicular y peatonal.

Las características más importantes del elemento calle o carretera son las siguientes:

- Su sección transversal.
- La pendiente longitudinal y trasversal.
- Su relación en las intersecciones.
- Su relación con el entorno ambiental.

2.3.2.1. Sección transversal

Sea una calle o una carretera la sección transversal está compuesta de la calzada que a su vez tiene a los carriles, las bermas en carreteras, las aceras en las calles urbanas, los taludes de corte y relleno en carreteras, los umbrales en las calles urbanas.

La magnitud de los elementos físicos de la sección transversal influye directamente en la circulación vehicular y peatonal, al ancho de los carriles de circulación vehicular y peatonal. Cuanto mayor es la dimensión de la sección transversal en todos sus elementos mejor es la condición de circulación vehicular y peatonal.

- Los anchos de carril normalmente varían entre 2.5 – 3.65 m.
- Los anchos de berma entre 0,5 – 2 m.
- Los anchos de acera entre 0,5 – 2 m.
- Los anchos de separadores de sentido de 1 – 4 m.

Por supuesto estos valores solo son de carácter indicativo es la planificación urbana la que debe indicar en definitiva los anchos en la sección transversal de una calle o carretera tomando en cuenta la problemática del tráfico.

2.3.2.2. Pendiente longitudinal y transversal

Las pendientes tanto longitudinal como transversal son elementos incluyentes y que la circulación del tráfico vehicular y peatonal se ve influenciada por este elemento a pendientes mayores la circulación vehicular y peatonal y tiene menores velocidades y se reduce la capacidad y se reduce la capacidad en las ciudades se trata de que las pendientes sean lo más bajas posibles siempre y cuando las condiciones topográficas lo permitan en las carreteras la pendiente longitudinal está ligada a los otros elementos geométricos en un máximo de 7 % y un mínimo de 0,4 % .La pendiente mínima tanto en calles como en carreteras está ligada al escurrimiento del drenaje superficial por lo tanto tampoco es recomendable tener pendientes demasiado bajas que puedan perjudicar en su momento por el tema del escurrimiento al tema de la circulación vehicular y peatonal.

La pendiente transversal está más ligada al escurrimiento del drenaje la calidad de la superficie de rodadura, cuanto más rigurosa mayor la necesidad de mayor pendiente transversal. Los valores varían entre 1.5 y 4% de pendiente.

2.3.2.3. Intersecciones

Con mayor incidencia en las calles que en las carreteras las intersecciones son elementos físicos muy importantes para la visibilidad para los conductores para el momento de realizar maniobras de circulación en cada una de las intersecciones la presencia del ancho de las intersecciones del equilibrio entre las pendientes de llegada en una intersección, las ochaves debido a las edificaciones y la amplitud de la mismas inciden en la circulación vehicular y peatonal de manera que cuanto mayor sea la amplitud mayores serán los grados de seguridad en circulación y menores los grados de accidentalidad.

2.3.2.4. Relación con el entorno ambiental

Las características de la calle o carretera también tienen que tener una relación con el entorno ambiental es decir debe tomarse en cuenta el ruido que producen los vehículos la que se producen por la conducción usadas por el vehículo en entorno vegetativo los hábitos de la población, la presencia de los animales en la circulación vehicular y peatonal, todos estos aspectos de carácter ambiental debe influir cuando se está proyectando las características físicas del elemento calle o carretera a futuro se espera que la influencia de los temas ambiental será mayor porque la premisa es que toda obra física debe apuntar al bienestar humano y por lo tanto debe cuidarse este elemento en toda clase de proyectos civiles.

2.4. ELEMENTO VEHÍCULO

El vehículo como elemento fundamental es necesario conocerlo desde varios puntos de vista como ser:

- Sus características físicas.
- Uso o utilización de vehículo.

- Características que inciden en la circulación

2.4.1. Características físicas

El vehículo ha tenido desde sus inicios una constante transformación en cuanto a sus características físicas de ancho y largo sin embargo la tendencia actual es la de estandarizar estas dimensiones en todas las fabricas habiendo la tendencia de reducir las dimensiones y aumentar la potencia y velocidad.

Estas dimensiones sin embargo varían de acuerdo a los tipos de vehículos considerando como tipos de vehículos a los automóviles, camiones y autobuses, Los automóviles los consideramos aquellos que tienen 4 ruedas en los que están incluidos los yeps y camionetas pequeñas; los camiones son aquellos que los consideramos para transporte de carga normalmente tienen 6 ruedas o más estos pueden ser simples o combinados, los simples son los que tienen solo dos ejes y los combinados son los que tienen más de dos ejes que pueden tener remolque o semiremolque. Finalmente, autobuses consideramos a los vehículos para transporte de pasajeros con una capacidad de más 24 personas.

2.4.2. Clasificación del vehículo 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 garantizan el proyecto y estudios de las carreteras, calles e intersecciones.

Los vehículos se clasifican en 2:

- Vehículos ligeros o livianos.
- Vehículos pesados (Camiones y autobuses)

Vehículos ligeros

Los vehículos ligeros de proyecto pueden ser utilizados en:

- Intersecciones menores en zonas residenciales donde el número de vehículos que realizan vueltas no es significativo.

- Intersecciones mayores que dispongan de carriles de estacionamiento y cruces peatonales demarcados, que obliguen el uso de radios pequeños en las esquinas aun aceptables.
- Áreas urbanas con intersecciones a nivel sobre calles arteriales, siempre que se disponga de carriles de cambio de velocidad y que las vueltas de camiones sean ocasionales.

Vehículos pesados

Los vehículos pesados de proyecto pueden ser utilizados en:

- Terminales de pasajeros y cargas.
- Autopistas y arterias rápidas, siempre y cuando sea grande el número de movimientos de vehículos.

A continuación se indican algunas dimensiones más o menos comunes de acuerdo al tipo de vehículos:

Tabla II.3. Dimensión común de los automóviles

Clase	Dimensiones		
	Longitud	Ancho	Alto
	(m)	(m)	(m)
Coches			
Pequeños	3,0 - 3,5	1,3 - 1,4	1,34 - 1,35
Medianos	3,6 - 4,4	1,5 - 1,6	1,35 - 1,40
Grandes	4,5 - 4,8	1,7 - 1,8	1,35 - 1,50
Furgonetas	4,0 - 4,8	1,6 - 2,0	1,80 - 2,0
Autobuses	10,0 - 16,0	2,5	3
Camiones (rígidos)			
2 Ejes			
Pequeños	5,0 - 6,0	2,1 - 2,3	-
Medianos	6,0 - 6,2	2,4 - 2,5	-
Grandes	7,5 - 7,8	2,5 - 2,6	-
3 Ejes	8,0 - 10,0	2,4 - 2,5	-
4 Ejes	11	2,5	-

Fuete: Elementos de la ingeniería de tráfico- Carlos Kraemer

2.5. ELEMENTO VÍA

El tercer elemento fundamental del tráfico es la vialidad o la vía por el que se mueven los vehículos.

La vía es una infraestructura especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. El elevado nivel de vida de un país se relaciona con un excelente sistema vial o viceversa.

2.5.1. Elementos que forman parte de una vía

Los elementos de la sección transversal de una vía son los siguientes:

Calzada: Esta es la parte de la carretera destinada a la circulación de un vehículo, y se compone de un cierto número de carriles.

Acotamiento o arcén (Berma): Es la faja longitudinal de la carretera, pavimentada que comprende entre el borde de la calzada y la arista que le corresponde a la plataforma, que no es destinada al uso de vehículos automotores solo que sea en circunstancias excepcionales.

Corona: Es la parte del camino comprendida o que queda entre los hombros del camino o las aristas interiores de la cuneta, esta queda representada por una línea en la sección transversal. Los elementos que definen una corona son los siguientes: *la rasante*, la pendiente transversal, la calzada y los acotamientos.

Subcoronas: Es la superficie que limita las terciarias sobre la que se apoya las capas del pavimento. La pendiente transversal de la subcorona será la misma que la corona, así se logra un espesor uniforme.

Cuneta: Estos son los canales construidos en tramos en corte a uno o ambos lados de la corona.

Contracuneta: Son las zanjas trapezoidales que se excavan en los taludes, así se interceptan los escurrimientos superficiales del terreno natural.

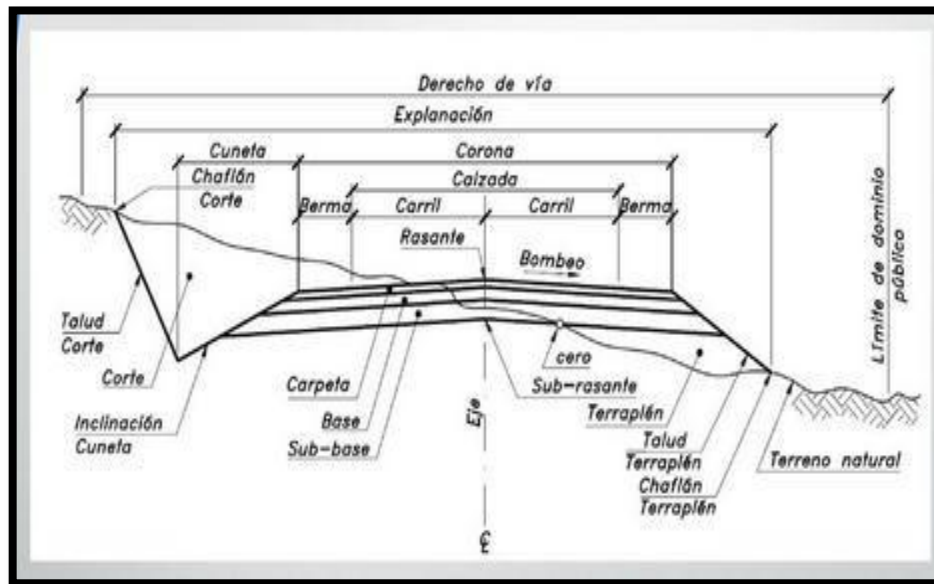
Talud: Es la inclinación del parámetro de los cortes o los terraplenes, es también la superficie que en corte queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta.

Rasante: Es línea de una calle o camino considerada en su inclinación o paralelismo respecto del plano horizontal. En otras palabras, la rasante no es más que la pendiente de la carretera.

Subrasante: Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo de eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante, está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural sirva para determinar el espesor de corte o de terraplén.

Pavimento: Forma parte del firme y es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado, para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos.

Figura II.2: Elementos de una vía



Fuente: Geometría de vías-Ing. Pablo Carvallo Corral (UDA marzo-agosto2017)

2.6. CAPACIDAD EN VÍAS INTERRUMPIDAS

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras o vías interrumpidas en calles urbanas se considera a las vías de carácter interrumpido debido a que en la circulación existen una serie de factores que producen paralización y demoras en la circulación haciéndose el tráfico interrumpido. 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 USA 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.

2.6.1. Capacidad básica

Se considera capacidad básica a la cantidad de vehículos que circula en un carril de ancho de 3.65 m. 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 todos 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 de vehicular que puede ser medible a esa cantidad de tiempo se denomina flujo de hora verde.

2.6.2. 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.

2.6.2.1. 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 unos 10% más bajos 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.
- Por estacionamientos permitidos restar 1.80 mts del ancho del acceso y luego hacer las correcciones ya indicadas.

2.6.2.2. 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:

- Se utiliza como capacidad practica el valor del ábaco correspondiente.
- Añadir 5% por carril suplementario a la derecha, 10% por carril suplementario por giro a la izquierda. 15% cuando ambos carriles suplementario están agregados al ancho de acceso.
- 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 transito 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.
- Reducir por camiones y ómnibuses el 1% por cada 1% que pasen el 10% del # total de vehículos.

2.6.2.3. 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:

- Se considera como capacidad practica al 10% más bajo del valor obtenido en el ábaco.

- Se reduce por ómnibuses y camiones 1% por cada 1% que exceda del 10% del volumen total.
- Restar 0.5% por cada 1% en el tránsito combinado que gira a izquierda o derecha exceda del 20% del tránsito total.
- 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.

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.

Para un carril suplementario de giro a la izquierda o derecha agregar al # de vehículos que giran con la siguiente relación.

$$600 * C/G$$

Dónde:

C = Ciclo del semáforo (seg.)

G = Tiempo de fase verde (seg.)

2.7. NIVEL DE SERVICIO

Nivel de servicio A.- Representa una circulación a flujo libre. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. Y se considera un alto nivel de confort proporcionado por la circulación al motorista, pasajeros o peatón, es excelente.

Nivel de servicio B.- Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobras en relación con la del nivel de servicio A.

Nivel de servicio C.- Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación del usuario individual se ve afectada de forma

significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

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

Nivel de servicio E.- El funcionamiento está en el, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme.

La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de servicio F.- Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde las operaciones se caracterizan por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

Para la determinación del Nivel de Servicio de una determinada intersección, se determina primeramente la capacidad de dicha intersección o si es que ya se la tiene se la utiliza para determinar la relación entre el volumen del acceso al que corresponde la capacidad de la intersección y la capacidad de dicha intersección, esta relación es conocida como el Factor de Carga. Con este valor entramos la siguiente tabla que se muestra a continuación y determinamos a qué Nivel de Servicio corresponde.

Tabla II.4. Niveles de servicio y volúmenes de servicio máximos para entradas de intersecciones aisladas independientes

Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0
B	Flujo estable	$\leq 0,10$
C	Flujo estable	$\leq 0,30$
D	Próximo al flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo inestable	$\leq 1,0$
F	Flujo forzado	>1

Fuente: Manual de capacidad para vías interrumpidas

2.8. SEGURIDAD VIAL

Todos los años, los accidentes de tránsito cobran casi 1,3 millones de vidas en el mundo, provocando traumatismos a entre 20 y 50 millones de personas; poniendo en peligro los logros alcanzados recientemente a nivel mundial en materia de salud y de desarrollo.

Este problema se agrava en la medida en que se evidencia una serie de condiciones para las conductas de riesgo (carencia de información y educación para la seguridad vial) y debilidades institucionales de los sectores involucrados (Salud, Policía, Alcaldía, etc.) para el abordaje y atención de la problemática, especialmente a nivel local.

Se prevé que, si no se adopta medidas oportunas, para el año 2020 en el mundo los accidentes de tránsito anualmente causarán la muerte de cerca de 1,9 millones de personas, con repercusiones sociales y económicas devastadoras. A nivel del hogar, la situación es grave, por los costos directos del accidente y por los indirectos (inasistencia escolar, horas perdidas del trabajo, desintegración de la familia, etc.), a los que se puede sumar los problemas psicológicos o efectos de pérdida familiar, con repercusión en diferentes ámbitos y en el desarrollo económico y social general de la familia y el Estado.

En Bolivia se observa importantes avances en materia de seguridad vial, pero las acciones realizadas parecen insuficientes, ya que hay un aumento en la mortalidad, en un 42% y de la morbilidad (heridos) en un 29,3%, siendo la principal causa de los accidentes de tránsito la imprevisión del conductor, que da lugar a numerosas colisiones.

Como respuesta a este flagelo, entre las acciones que se impulsó en el país, con el apoyo de organizaciones internacionales, está la elaboración del Plan Nacional de Seguridad Vial, que tiene por finalidad integrar y fortalecer las acciones de las instituciones que trabajan por brindar seguridad en las vías. Se ha trazado como finalidad principal el poder reducir los hechos de tránsito en todo el territorio nacional, en un 5%, para de esta forma mejorar la seguridad vial en todo el territorio nacional.

2.8.1. Seguridad vial en Bolivia

Según el análisis y la evaluación del estado actual de la seguridad vial en Bolivia elaborado por Juan Luis, Maldonado Tarifa (ITVC-UMSA. 2016) a nivel mundial los accidentes de tránsito causan casi 1,3 millones de muertes y entre 20 y 50 millones de heridos al año y son la principal causa de muerte en los jóvenes entre 15 a 29 años de edad. El 90% de los heridos se producen en países en desarrollo. El coste económico de los accidentes de tráfico alcanza valores entre 1 y 3% del PIB y es más elevado en los países de ingresos bajos y medianos.

De no tomarse las medidas apropiadas, el año 2020 el número de víctimas fatales alcanzaría alrededor de 1,9 millones anuales.

Si bien muchos países desarrollados han implementado medidas para reducir los índices de accidentabilidad de manera que las tasas más bajas se hallan en los países más desarrollados, el problema se mantiene especialmente en los países en desarrollo.

A nivel regional en las Américas, en el 2011, la Organización Panamericana de la Salud (OPS), aprobó el Plan de acción de seguridad vial, misma que se halla enmarcado dentro de los objetivos del Decenio de Acción para la Seguridad Vial.

En Bolivia, la problemática de los accidentes viales es aún una asignatura pendiente,

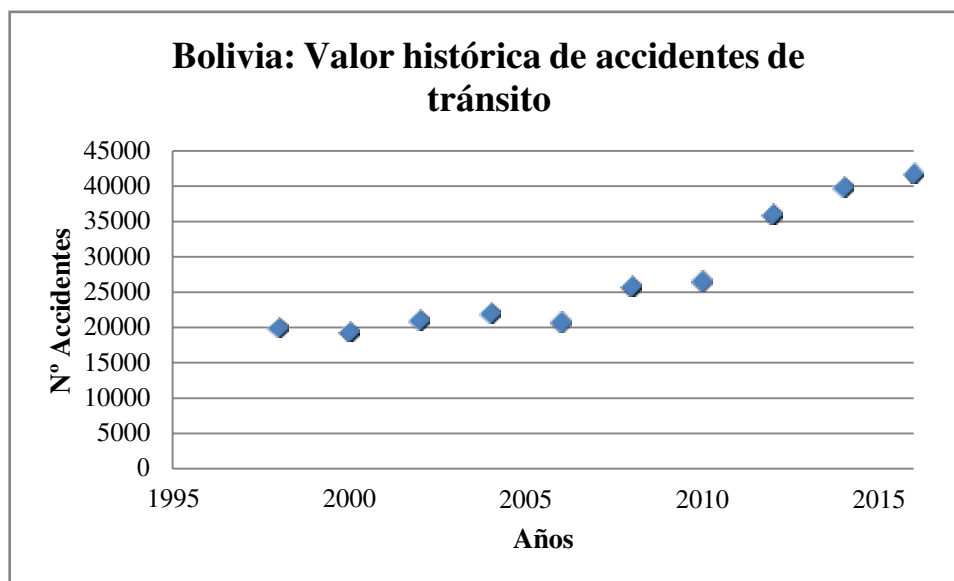
pese a que se están realizando acciones diversas como la mejora de la infraestructura vial, con la construcción de dobles vías en las principales carreteras, y otras acciones enmarcadas dentro de planes de seguridad vial, el problema de la accidentabilidad en el país persiste afectando a la sociedad en su conjunto, los accidentes viales causan muertes, heridos, sufrimiento tanto de los afectados como de los familiares constituyendo un problema social con pérdidas económicas que no son percibidas por la sociedad.

Como miembro de las Naciones Unidas, el Gobierno de Bolivia con apoyo de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), ha elaborado y aprobado el **Plan Plurinacional de Seguridad Vial 2014-2018** basado en 5 ejes de intervención con diferentes acciones estratégicas a llevar a cabo en ese período.

A la mitad del término especificado en el Plan, el presente estudio realiza una evaluación de las actividades ejecutadas, proponiendo recomendaciones y sugerencias, así como una evaluación complementaria de la situación de seguridad vial en Bolivia, especialmente en el departamento de Tarija.

De acuerdo a las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística (INE), los accidentes de tránsito en Bolivia en los últimos años han sufrido incrementos y reducciones, como se puede apreciar en la Figura II.2, alcanzando el año 2014 a 31782 accidentes de tránsito. Sin embargo, el número de muertos y heridos ha ido en permanente crecimiento alcanzando el año 2014 a 1581 muertos y 15362 heridos de acuerdo a estadísticas de la Policía de Tránsito y el INE.

El Plan Nacional de Seguridad Vial 2014-2018 de Bolivia aprobado el año 2014, muestra que para el año 2013 se tenía una tasa de heridos por 100000 habitantes de 171,6; mientras la tasa de muertes por 100000 habitantes alcanzaba a 18,4. Para el año 2014 estos valores son 148,4 y 15,5 respectivamente.

Figura II.3: Accidentes de tránsito en Bolivia

Fuente: Elaboración del instituto nacional de estadística con información de la policía nacional

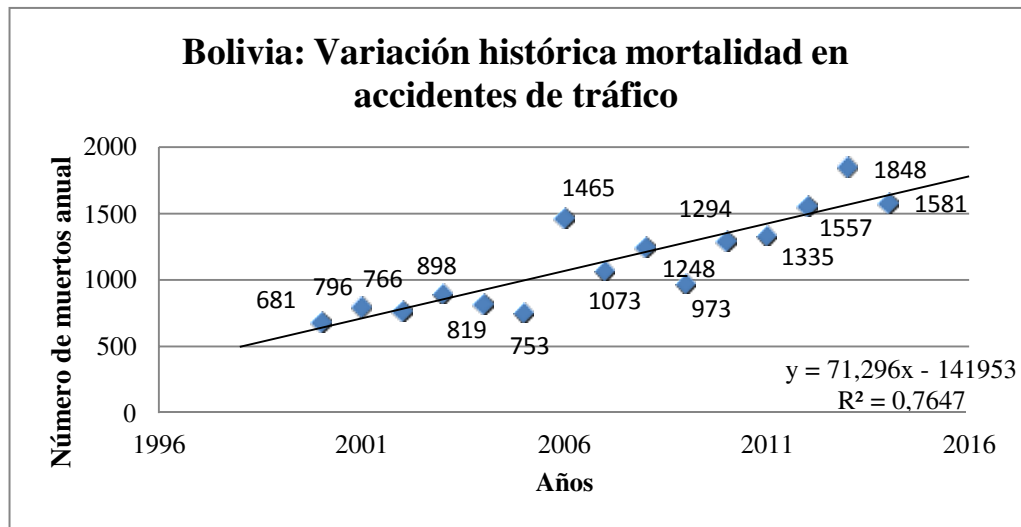
Desde hace algunos años se viene intentando reducir la accidentabilidad vial y con ese propósito se han realizado algunos estudios que, aunque sin la profundidad suficiente, han servido para concientizar a la población sobre este grave problema. Como aspecto más relevante el 13 de agosto de 2014 el Gobierno Plurinacional de Bolivia ha lanzado el Decreto Supremo No.2079, que aprueba el **Plan Nacional de Seguridad Vial 2014-2018**, mismo que se ha basado en un diagnóstico previo.

El mencionado documento indica que en los últimos seis años en Bolivia la ocurrencia de los accidentes de tránsito (del 2008 al 2013) ha sido variable con un máximo de 41882 accidentes el 2009 y un mínimo de 36512 accidentes el 2013.

Accidentes de tránsito: En la figura mostrada previamente se puede apreciar que en el período 2005-2009 ha existido un incremento notorio de los accidentes de tránsito en el cual el número de accidentes prácticamente se ha duplicado. Posteriormente entre el 2009 y el 2014, se puede decir que existió una tendencia al descenso, o al menos una estabilización de los accidentes de tránsito.

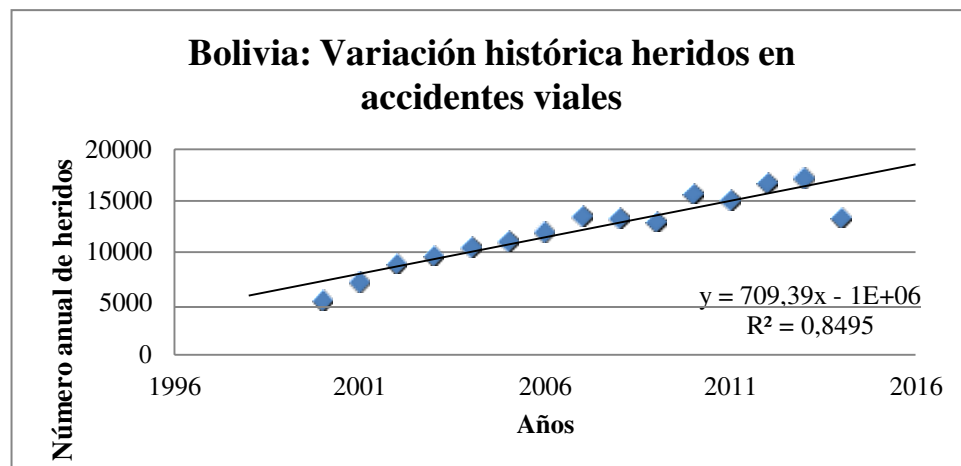
Muertos y heridos en accidentes de tránsito: Si bien durante el período 2005-2014 se puede apreciar que al menos ha existido una estabilización del número de accidentes de tráfico, no sucede lo mismo con el número de muertos y heridos que ha tenido un incremento sostenido, alcanzando un crecimiento anual de 6,3% anual para los muertos y de 6,7% para los heridos, considerando un crecimiento exponencial, aunque tienen coeficientes de correlación relativamente bajos.

Figura. II.4: Muertos en accidentes de tránsito 2000- 2014



Fuente: Elaboración del INE Bolivia

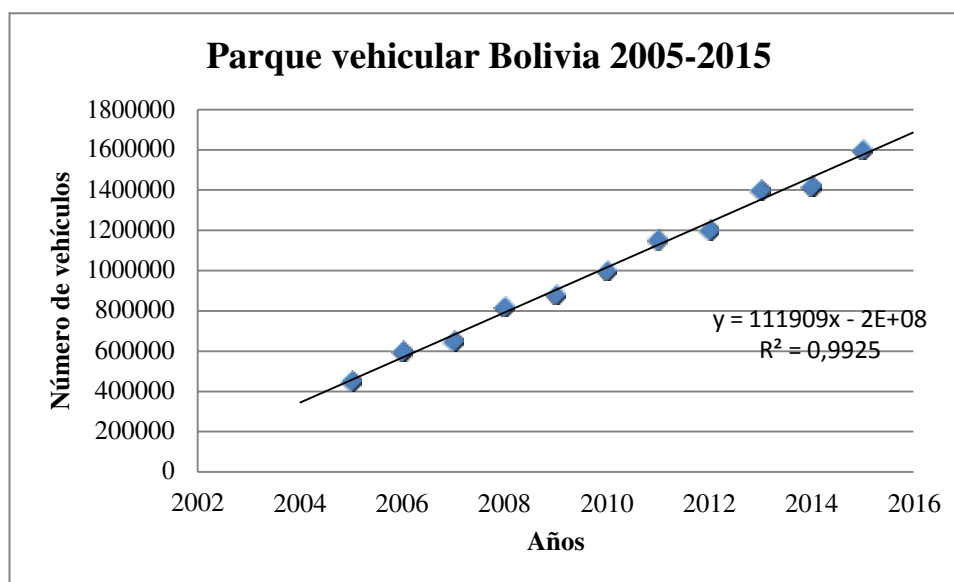
Figura. II.5: Heridos en accidentes de tránsito 2000- 2014



Fuente: Elaboración del INE Bolivia

Crecimiento del parque vehicular y la población: Si se toma en cuenta el parque vehicular, se puede mencionar que, en un período de 10 años, el parque vehicular se ha triplicado desde 531,19 vehículos el 2005 hasta 1574,55 vehículos el 2015, con una tasa de crecimiento de un 10,8% anual. Un aspecto que es importante mencionar es que las estimaciones de crecimiento de la población del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE), indicaban para el 2015 una población de 10825013 habitantes, con una tasa de crecimiento de sólo un 1,5% anual.

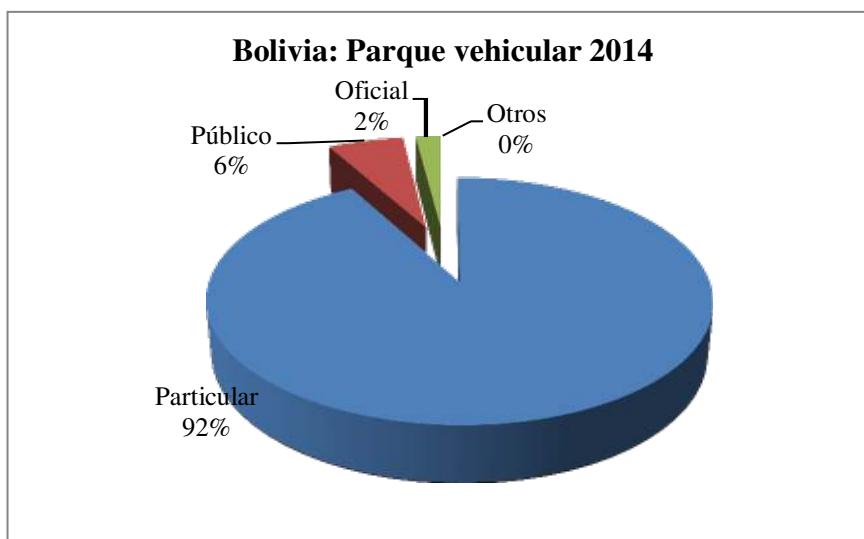
Figura. II.6: Crecimiento del parque vehicular en Bolivia 2005-2015



Fuente: Elaboración del INE Bolivia

Por otra parte, de acuerdo al RUAT (Registro Único de Automotores), el 92% de los vehículos registrados son particulares, un 6% públicos y 2% oficiales, sin embargo, en conteos en las vías urbanas, se aprecia que aproximadamente entre el 80-90% de los vehículos son de transporte público, aspecto que indica que probablemente un gran porcentaje de vehículos de transporte público están registrados como particulares, probablemente con el objetivo de obtener un buen precio de reventa del vehículo.

Figura. II.7: Composición del parque vehicular en Bolivia 2014



Fuente: Elaboración del INE Bolivia

El diagnóstico de accidentabilidad, se complementa con un análisis de las características comunes de grupos de riesgo de accidentes de tráfico en Bolivia realizado en base a la información disponible de diferentes estudios realizados previamente. El levantamiento de información referente a accidentes de tránsito está a cargo de la Policía Boliviana, aunque también existen registros realizados por la Administradora Boliviana de Carreteras, entidad responsable de la planificación, construcción y mantenimiento de las principales vías interurbanas.

La información recopilada por la Policía Boliviana no cuenta con datos suficientes para una identificación de grupos de riesgo y otros parámetros importantes para la investigación de accidentes, y está orientada principalmente a proporcionar una base estadística que muestre el número de accidentes, número de muertos y heridos y los tipos de accidentes, principales causas y la mayor incidencia en determinadas carreteras o vías, como se puede apreciar en los gráficos siguientes:

Relación porcentual de tipo, causas y localización de accidentes de tránsito ocurridos a nivel nacional para el período 2008 a 2013.

Tabla II.5: Bolivia: Evolución de accidentes de tránsito por tipo. 2008-2013

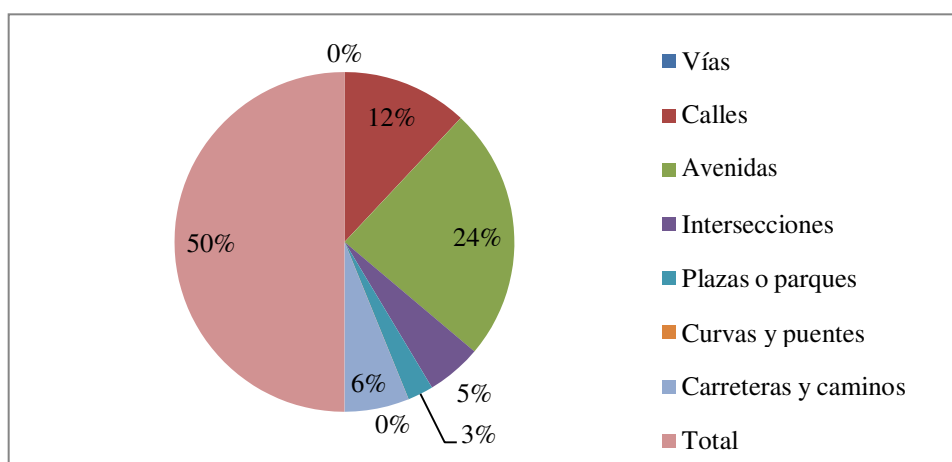
Año	Colisiones	Choques	Atropellos	Vuelcos	Embarrancamientos	Deslizamiento
2008	54	24,3	14,5	2,7	1	2,2
2009	55,6	22,8	14,4	2,4	0,9	2,3
2010	54,5	21,8	15,6	2,5	1,1	2,2
2011	54,8	22,2	15,2	2,5	1,1	2,3
2012	60,1	10,6	18,7	3,6	1,4	3,1
2013	51,5	22,5	16,5	3,1	1,4	2,6
Promedio	55,1	20,7	15,8	2,8	1,2	2,5

Fuente: Plan plurinacional de seguridad vial 2014-2018

Tabla II.6: Evolución de accidentes de tránsito por ubicación. 2008-2013

Vías	2011		2012		2013	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Calles	9450	24	7608	19	80430	34
Avenidas	19044	48	18696	47	86531	36,6
Intersecciones	4132	10	4728	12	27807	11,8
Plazas o parques	1929	5	1647	4	9919	4,2
Curvas y puentes	0	0	0	0	845	0,4
Carreteras y caminos	4852	12	7120	18	30917	13
Total	39407	100	39799	100	236449	100

Fuente: Plan plurinacional de seguridad vial 2014-2018

Figura II.8: Evolución de accidentes de tránsito por ubicación. 2008-2013

Fuente: Plan plurinacional de seguridad vial 2014-2018

Es posible destacar los siguientes aspectos sobre los grupos de riesgo identificados en Bolivia:

**Tabla II.7: Características de los grupos de riesgo identificados en Bolivia:
Niños, jóvenes, mayores, trabajadores**

Grupo de riesgo	Características/Análisis	Observaciones
Niños	<p>El 11% de las víctimas de accidentes de tránsito se encuentra entre edades desde 0 hasta 9 años. No existe una ley en Bolivia sobre el uso de sistemas de retención infantil.</p> <p>De forma alarmante, se ha observado un número elevado de bebés en las plazas delanteras de los vehículos, generalmente sin cinturón ni sistema de retención. Solamente el 0.27% usa el Sistema de Retención Infantil (SRI).</p>	<p>No existe una coherencia con la clasificación de grupos de riesgo por edades para considerar: Niños 0-14 años Jóvenes 15-24 años Mayores >25 años</p> <p>No se especifica que proporción de los accidentados son heridos leves, graves o muertos. La información disponible es muy pobre.</p> <p>En el caso de motocicletas, solamente entre el 1.5% y el 2.3% de los pasajeros usa casco.</p>
Jóvenes	<p>El 24% de las víctimas de accidentes de tránsito se encuentra entre edades desde 10 hasta 20 años. Solo el 49% de los jóvenes conductores de motocicletas usa casco.</p> <p>El 1.5% de los pasajeros jóvenes de motocicletas usa casco.</p>	
Mayores	<p>El 65% de las víctimas son personas mayores, correspondiendo un 58% de víctimas de accidentes de tránsito a edades desde 21 a 59 años mientras que el 7% corresponde a edades de personas mayores de 60 años.</p> <p>Solo el 51.9% de los adultos conductores de motocicletas usa casco.</p> <p>El 3.8% de los pasajeros adultos de motocicletas usa casco.</p>	
Conductores	El 10% de los muertos son conductores de vehículos livianos de 4 ruedas	
Pasajeros	El 48% de los muertos son pasajeros de vehículos livianos de 4 ruedas	
Ciclistas	El 1% de los muertos son ciclistas	
Peatones	El 36% de los muertos son peatones	
Otros	El 5% de los muertos son otras personas	

Fuente: Elaboración propia en base al informe sobre la situación de la seguridad vial en la región de las Américas. OPS/OMS 2015

2.8.2. Parámetros relacionados con la seguridad vial

2.8.2.1. Señalización vial

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

Lo señalización facilita sustancialmente el conocimiento de dichas normas por parte de los usuarios de las vías y de los responsables de la construcción, instalación y mantenimiento de elementos de señalización, disminuyendo así los riesgos de accidentes.

Tipos de señales

Excluyendo los semáforos y las propias señales de los agentes de circulación, podemos distinguir los siguientes tipos de señales:

- Señales verticales.
- Señales horizontales.

Señales verticales

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

Señales reglamentarias

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

Se deberá evitar, de no ser estrictamente necesario, la inscripción de leyendas o mensajes adicionales en las señales verticales reglamentarias. Indican a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al reglamento de circulación.

Su color de fondo es blanco, aunque excepcionalmente puede ser rojo o azul. La orla será de color rojo, su forma es generalmente circular, cuando las señales sean rectangulares, la orla exterior será de color negro. Finalmente, los símbolos y leyendas serán de color negro o blanco y ocasionalmente gris.

Las señales reglamentarias deberán instalarse al lado derecho de la vía, en el lugar preciso donde se requiera establecer la regulación. Las señales podrán ser complementadas con placas informativas donde se podrán indicar días de la semana y las horas en las cuales existe la prohibición. Dichas placas no deberán tener un ancho superior al de la señal.

- Señales relativas al derecho de paso o de prioridad.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

La figura II.9 y la figura II.10 representan las señales reglamentarias que nos brinda el manual interamericano de señalización vial:

Figura II.9. Señales reglamentarias 1



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura II.10: Señales reglamentarias 2



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señales preventivas

Las señales de advertencia de peligro, llamadas también preventivas, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones especiales presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Indican con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía que implican un peligro real o potencial y que puede ser evitado tomando ciertas precauciones.

Estas señales persiguen que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando las maniobras necesarias para su propia seguridad,

la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas, tiende a disminuir el respeto y obediencia a toda la señalización en general.

Las señales de advertencia de peligro, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente, su color de fondo es amarillo y los símbolos y leyendas de color negro.

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

Cuando la distancia entre la señal de advertencia y el inicio de la condición peligrosa es superior a 300 m, se debe agregar a la señal una placa adicional que indique tal distancia. La dimensión depende del tipo de vía de ubicación de la señal:

Calles, avenidas: 0,60 x 0,60 m.

Autopistas: 0,75 x 0,75 m.

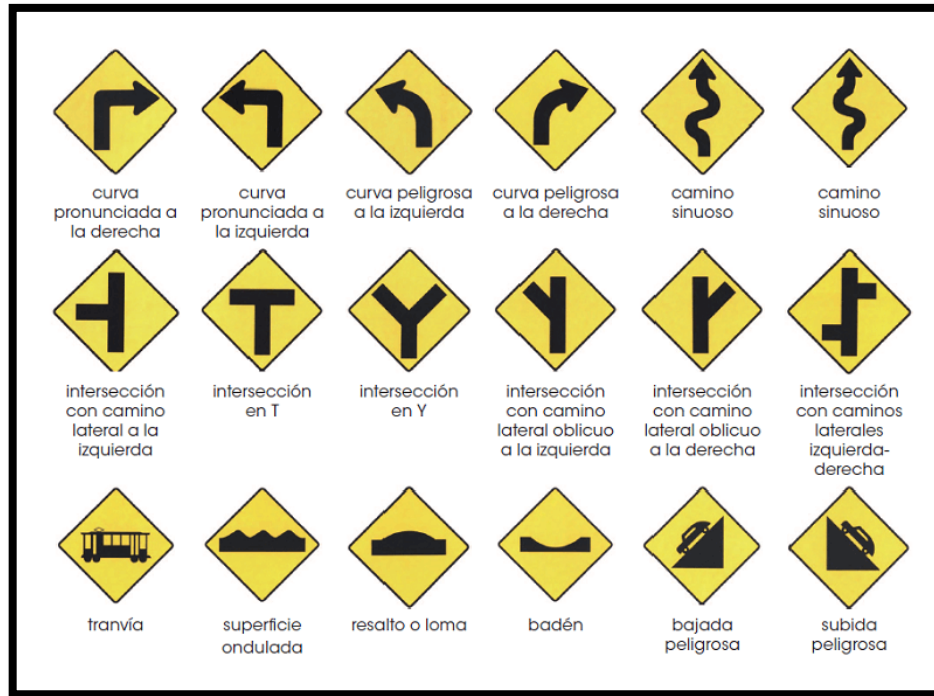
Casos excepcionales: 0,90 x 0,90 m.

Figura II.11: Señales preventivas 1



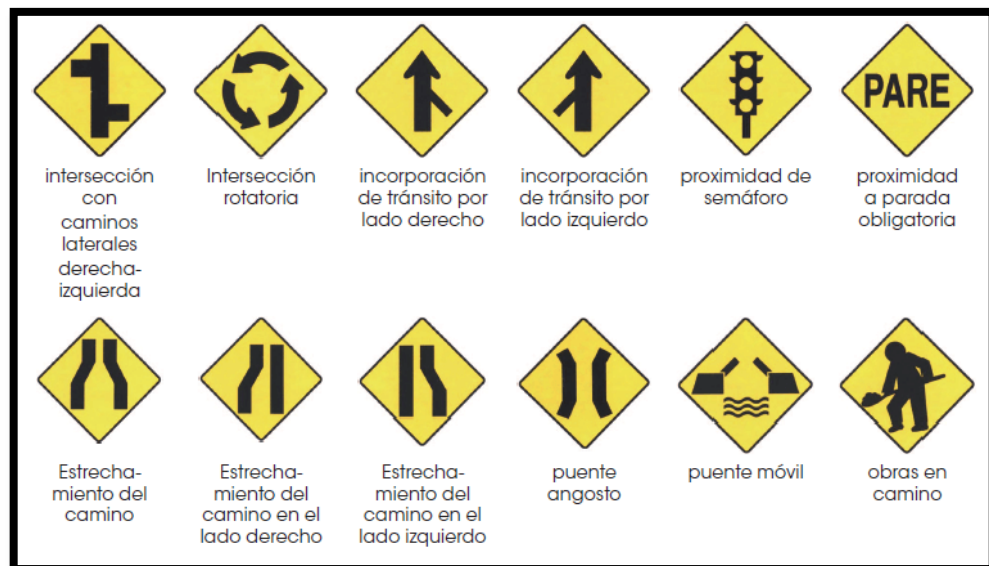
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura II.12: Señales preventivas 2



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Figura II.13: Señales preventivas 3



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

Señales informativas

Las señales informativas o de información, tienen por objeto guiar al usuario de la vía suministrándole la información necesaria sobre identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés turístico, geográficos, intersecciones, cruces, distancias por recorrer, prestación de servicios, etc., guían al conductor a través de una determinadas ruta, identificar puntos notables.

En particular se utilizan para informar sobre: enlaces o empalmes con otras vías, pistas apropiadas para cada destino, direcciones hacia destinos, calles o rutas, inicio de la salida a otras vías, distancias a que se encuentran los destinos, nombres de rutas y calles, servicios y lugares de atractivo turístico existentes en las inmediaciones de la vía, nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

En general, las señales informativas tendrán forma rectangular o cuadrada. Las excepciones a lo anterior, corresponden a las señales tipo flecha y algunas de identificación vial, las leyendas, símbolos y orlas son de color blanco. El color de fondo de las señales para autopistas y autovías, será azul y las para vías convencionales, verde.

En el caso en que se requiera adosar placas que amplíen la información de las señales, éstas serán de forma rectangular y en ningún caso deberán tener un ancho superior al de la señal principal.

La ubicación longitudinal de las señales informativas quedará determinada por su función, según se especifica para cada señal en esta sección. En todo caso, para efectos de su instalación, el lugar podrá ser ajustado hasta en un 20%, dependiendo de las condiciones del sector y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, tránsito, composición de éste y otros.

En el caso de las señales informativas, el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que en una secuencia de señales diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto. Dependiendo de las características y jerarquía de la vía, se clasifican en:

- **Señales de dirección**
 - Señales de destino
 - Señales destino con indicador de distancias
 - Señales de indicación de distancias
- **Señales indicadores de ruta**
- **Señales de información general**
 - Señales de información
 - Señales de servicios auxiliares

Figura II.14: Ejemplo de señales informativas



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

El tamaño de las señales está normalizado. En mayor parte de las carreteras se emplean señales triangulares de 900 mm de lado, circulares de 600 mm de diámetro y cuadradas de 600 mm de lado. En autopistas estas dimensiones se aumentan un 50%, mientras que en zonas urbanas o cuando hay dificultades de espacio se reducen al 75%.

Las señales informativas con direcciones y nombres de localidades no pueden tener tamaños, ya que dependen del número de letras que contengan.

La colocación de las señales informativas depende de las situaciones en que se emplean, y especialmente en intersecciones o enlaces complicados no siempre es fácil colocarlas de manera que no sean mal interpretadas por algunos conductores.

Señales horizontales

La señalización horizontal de tránsito, la que corresponde a demarcaciones tipo líneas, símbolos, letras u otras, entre las que se incluyen las tachas retroreflectantes complementarias, con la finalidad de informar, prevenir y regular el tránsito. Lo que se indica constituye el estándar mínimo aceptable, pudiendo aumentarse atendiendo a las particularidades que la vía pudiere presentar.

Considerando que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención de la pista en que circula. Desde este punto de vista, el lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de la seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo, alto tránsito y otros. Por lo tanto, frente a maniobras de alto riesgo tales como zonas de no adelantar, o de detención PARE, deben siempre ser reforzadas con la señalización vertical correspondiente.

Por otro lado, un requisito importante al momento de decidir el material a emplear en la demarcación, será su duración y funcionalidad en climáticas adversas. Esta condición dependerá de las siguientes variables: características del material; el tipo de sustrato sobre el cual se aplica; tipo y cantidad de tránsito; clima y condiciones ambientales en el entorno a la vía.

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

Las señales horizontales o demarcaciones, son marcas o elementos instalados sobre el pavimento, que mediante el uso de símbolos y leyendas determinadas cumplen la función de ordenar y regular el uso de la calzada.

La demarcación mediante líneas de pista, de eje y de borde otorga un mensaje continuo al usuario, definiendo inequívocamente el espacio por el cual debe circular, otorgando al conductor la seguridad de estar transitando por el espacio destinado para tal efecto. Por el contrario, la ausencia de demarcación, genera comportamientos erráticos e inesperados en los conductores.

De acuerdo con la función que cumplen, las demarcaciones se clasifican en:

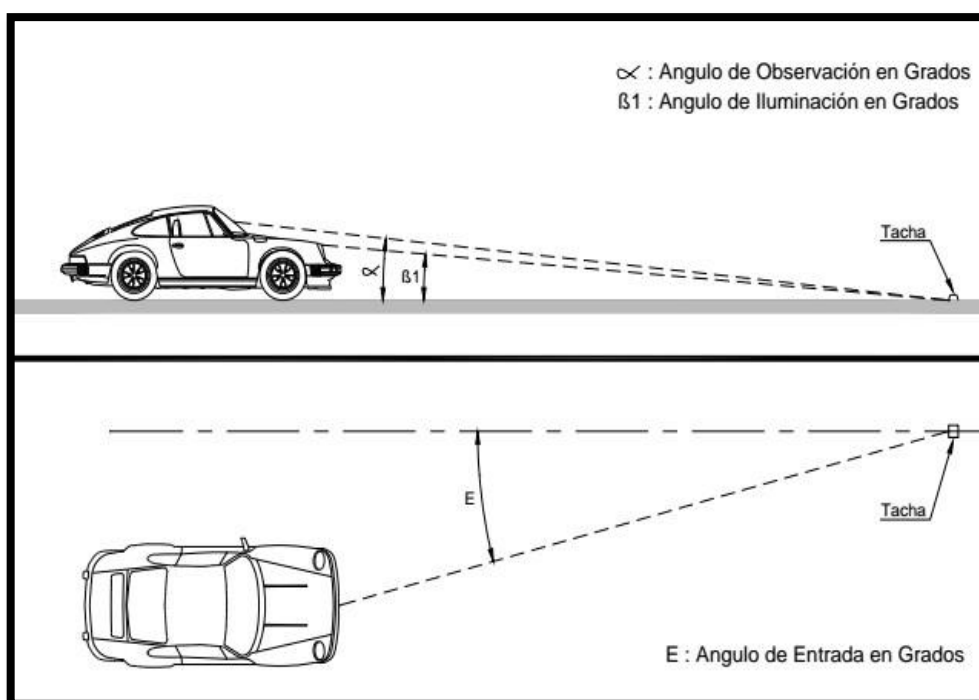
- **Líneas longitudinales:** Las líneas longitudinales se emplean para delimitar pistas y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para delimitar pistas de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo, pistas exclusivas de bicicletas o buses.
- **Líneas transversales:** Las líneas transversales tienen la función de definir puntos de detención y/o sendas de cruce de peatones y ciclistas, pueden ser de dos tipos; Líneas de Detención y Líneas de Cruce.
- **Símbolos y leyendas:** Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.
- **Otras demarcaciones:** Corresponden a demarcaciones como achurados, demarcaciones de tránsito divergente y convergente, distanciadores, etc.

Las demarcaciones deberán ser visibles en cualquier período del día y bajo toda condición climática, por ello se confeccionan con materiales apropiados, como pinturas que junto a microesferas de vidrio, se someten a procedimientos que aseguran su retrorreflexión.

Esta propiedad, permitirá que las micro-esferas sean visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa.

Tratándose de demarcaciones elevadas (tachas), la superficie retrorreflectante debe ser siempre a lo menos de 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, se deberá retirar e instalar uno nuevo.

**Figura II.15: Ángulo de entrada y observación de las de las demarcaciones
(Señalización horizontal)**



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito ABC

En cuanto al color de las señales horizontales, para las demarcaciones planas, las líneas longitudinales y marcas deben ser blancas o amarillas.

Amarillo: El color amarillo define la separación de corrientes de tránsito de sentido opuesto en caminos de doble sentido con calzadas de uno o varios carriles y líneas de barrera. Este color se utiliza también en las islas divisorias y en las marcas para prevenir el bloqueo de una intersección.

Blanco: El blanco define la separación entre tránsito en el mismo sentido y la demarcación de borde de calzada, pasos peatonales y espacios de estacionamiento. Las flechas, símbolos y letras serán de color blanco.

Cuando se requiera dar contraste a las líneas blancas o amarillas podrá emplearse líneas negras adyacentes a ellas y de ancho igual a $\frac{1}{2}$ del ancho de la línea, excepto para marcas viales en donde se implementarán líneas negras que sobresalgan 5 cm.

Empleo de la señalización en intersecciones

En el caso de las intersecciones la señalización tiene una doble finalidad: advertir el peligro que una intersección siempre representa y regular la prioridad de paso.

Cuando la regla de prioridad vigente es la general de preferencia a la derecha, basta colocar todos los accesos de la señal de peligro correspondiente a intersecciones sin regla especial de prioridad, ya que si no se indica otra cosa debe entenderse que rige lo establecido en el código de circulación. De la misma forma, en el caso de intersecciones con semáforo, solo son necesarias las señales de peligro que indiquen la existencia de semáforos, a distancia suficiente para permitir la parada de vehículos, colocando además en la propia intersección marcas viales que señalen los puntos de parada.

En las intersecciones en las que una vía tiene carácter preferente, es necesario emplear en los accesos secundarios señales que indiquen la obligación de ceder el paso a los que circulan por la vía principal. Para ello se emplea preferentemente la señal de ceda el paso situada en el acceso, complementada con marcas que señalan el punto de parada. Si la velocidad de los vehículos en las carreteras secundarias es superior a los 50 km/h, se coloca una señal previa de advertencia indicando la distancia a la que se encuentra la intersección, complementada si es necesario con una limitación de velocidad.

La distancia de visibilidad es uno de los elementos más importantes en la seguridad de un camino o vía y su provisión posibilita una operación eficiente.

Cuando en el acceso secundario la visibilidad es limitada, o cuando la circulación en la vía principal es muy elevada, se utiliza la señal de “**ESTOP**” que obliga a detenerse a

2.9. SEMAFORIZACIÓN

Se define como semáforo a los dispositivos electromagnéticos y electrónicos que se usa para facilitar el control de tránsito de vehículos y peatones, mediante indicaciones visuales de luces de colores usualmente aceptados, como lo son el rojo, amarillo y verde.

Su función principal es de permitir el paso alternadamente a las corrientes de tránsito que cruzan, permitiendo el uso ordenado y seguro del espacio disponible.

Si la instalación y operación de los semáforos es correcta, éstos podrán aportar ventajas. En cambio, si uno o más semáforos son deficientes, servirán para entorpecer el tránsito, tanto de vehículos como de peatones. Es muy importante que antes de seleccionar y poner a funcionar un semáforo, se efectúe un estudio completo de las condiciones de la intersección y del tránsito. También es importante que después que el sistema de semáforos empiece a funcionar, se compruebe que éste responda a las necesidades del tránsito y, en su caso, que se hagan los ajustes pertinentes.

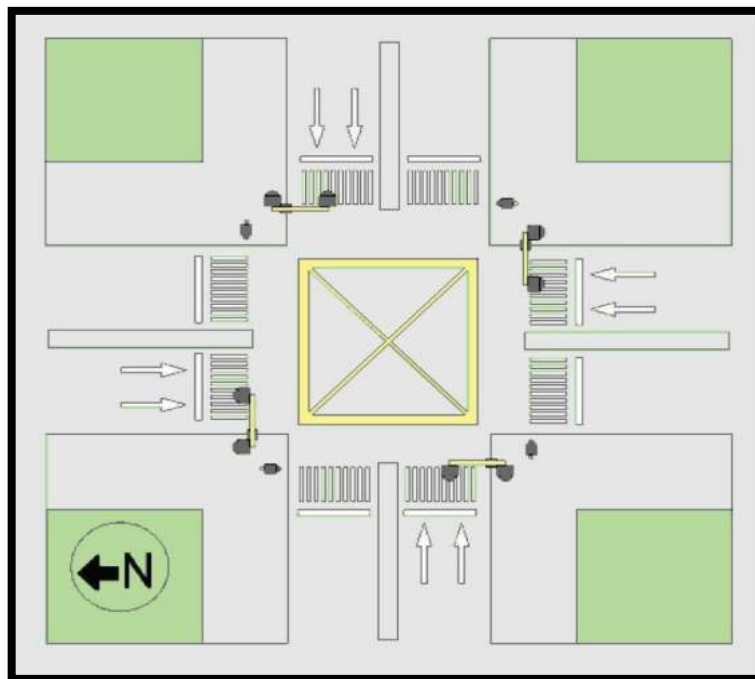
2.9.1. Ventajas de la instalación de los semáforos en intersecciones

- Ordena la circulación del tránsito y, en muchos casos, mediante una asignación apropiada del derecho al uso de la intersección, optimiza la capacidad de las calles.
- Reduce la frecuencia de cierto tipo de accidentes.
- Con espaciamientos favorables se pueden sincronizar para mantener una circulación continua, o casi continua, a una velocidad constante en una ruta determinada. En algunos casos, esa velocidad constante es conveniente reducirla para fines de seguridad.
- Permiten interrumpir periódicamente los volúmenes de tránsito intensos de una arteria, para conceder el paso de vehículos y peatones de las vías transversales.
- En la mayoría de los casos representan una economía considerable por su mayor habilidad en el control del tránsito con respecto a la utilización de otras formas de control, como por ejemplo señales o policías de tránsito.

2.9.2. Desventajas de la instalación de los semáforos en intersecciones

- Causan demoras injustificadas a cierto número de usuarios, especialmente tratándose de volúmenes de tránsito pequeños, al cursar retardos molestos por excesiva duración de luz roja o del tiempo total del ciclo.
- Ocasionan pérdidas innecesarias de tiempo en las horas del día, cuando se presentan escasos volúmenes de tránsito que no requieren control de semáforos.
- Aumentan la frecuencia o gravedad de ciertos accidentes cuando la conservación es deficiente, especialmente en casos de focos fundidos o interrupciones del servicio eléctrico.
- Producen reacción desfavorable en el público, con la consiguiente falta de respeto hacia ellos o hacia las autoridades.
- Incrementan el número de accidentes del tipo ALCANCE, por cambios sorpresivos de color.

Figura. II.17: Localización de un semáforo en el acceso de una intersección



Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

2.10. ACCIDENTABILIDAD VIAL

La Accidentología Vial es la disciplina científica que tiene por objeto de estudio el accidente de tránsito terrestre, y por finalidad la determinación de las circunstancias, condiciones y resultados de dicho suceso, así como también elaborar y coordinar programas de prevención y educación en base a problemáticas específicas (SOSA, 2008).

En el análisis de este concepto, se determinan tres elementos:

- Los accidentes de tránsito terrestre.
- Las circunstancias, condiciones y resultados de los accidentes de tránsito.
- La elaboración y coordinación de programas de prevención y educación sobre problemáticas específicas de los accidentes de tránsito.

Dos de estos elementos están fuera de control propio, es decir, fuera del control de las personas, suceden por condiciones externas con la presencia lógicamente del ser humano, esto son los accidentes de tránsito y las circunstancias, las condiciones y los resultados de los accidentes de tránsito.

En cambio, los programas de prevención y educación dependen del ser humano, significa que de cuan bien este educado, inciden en los otros dos elementos y se reducen sus efectos.

Por lo tanto, la categoría rectora de la Accidentología Vial como disciplina científica es la **EDUCACIÓN**.

2.10.1. Tipos de accidentes

Los tipos de accidentes con tipo más frecuentes son:

Colisión: Son los accidentes que se producen entre dos vehículos en movimiento cuando sus trayectorias se encuentran. En esta familia de accidentes la condición suficiente y necesaria es el movimiento en que deben encontrarse los vehículos.

Colisión frontal: Es el impacto que se da y recibe con las partes frontales delanteras de los móviles, estando estos en movimiento. Ellas pueden ser

centrales, cuando los ejes longitudinales de los vehículos coinciden, o excéntricas, cuando los ejes longitudinales no coinciden en una recta.

Alcance: Es aquella donde el impacto se da y recibe con las partes frontales delanteras contra la parte frontal posterior de otro y se produce cuando un vehículo que transita a mayor velocidad que otro que le precede, le da alcance; al igual que la colisión frontal puede ser central o excéntrico.

Colisión lateral: El impacto se da con las partes frontales de un vehículo contra el forro lateral de la carrocería o contra el chasis de otro. Las colisiones laterales pueden ser perpendiculares u oblicuas p diagonales, según sea la posición de los ejes longitudinales de los vehículos en el momento inmediatamente anterior al impacto.

Raspado: Roce violento entre los laterales de los vehículos comprometidos en la colisión; sin ellos transitan en el mismo sentido de dirección al raspado es negativo y si el sentido de dirección entre ellos es contrario, al raspado es positivo.

Colisiones mixtas: En muchas ocasiones las diversas modalidades de colisiones se suceden denominándose a la serie de ellas, colisiones mixtas.

Atropello: Ocurre entre un vehículo en movimiento y al menos una persona, donde este puede generar golpes, volteos, aplastamientos o diferentes acciones de gran índole.

Choque a objetos fijos: Ocurre entre un vehículo en movimiento y un objeto inerte que puede ser una casa, un poste, un una acera e inclusive con otro vehículo estacionado.

Vuelco: Es un accidente que envuelve un solo vehículo a motor en transporte y donde el conductor de un vehículo pierde el control del mismo, ocurriendo a este un volteo o vuelcos de campana.

2.10.2. Identificación de las causas de accidentes de tránsito

Entre las causas que provocan los accidentes de tránsito clasificadas por el Organismo Operativo de Tránsito se cuenta con los siguientes datos:

- **Primer lugar:** Imprudencia del conductor.
- **Segundo lugar:** Exceso de velocidad.
- **Tercer lugar:** Estado de embriaguez.

No se puede dejar de mencionar al resto de las causas que provocan los accidentes de tránsito, estos son: Imprudencia del peatón con el 7%; omitir señalización de tránsito con el 5,8%; no acatar las disposiciones de tránsito con el 3,4%; fallas mecánicas con el 2,8%; factores climáticos con el 1,8%; señalización defectuosa con el 1,3% y exceso de carga con el 0,9%.

Tampoco se puede dejar de mencionar en la temática de los accidentes de tránsito en la ciudad de Tarija, a los elementos fundamentales de la Seguridad Vial como es la infraestructura vial, el vehículo y la persona.

Según el Organismo Operativo de Tránsito y el Observatorio Nacional de Seguridad Ciudadana, las vías en las que se produjeron los accidentes de tránsito, se han mantenido con muy pocas modificaciones; siendo en el área urbana como las calles y avenidas los lugares donde se produjeron el mayor número de accidentes de tránsito y en el área rural, en las carreteras y caminos. A esto se debe agregar que la infraestructura vial de Tarija a se ha incrementado considerablemente, lo que también representa un incremento en los accidentes de tránsito.

2.10.3. Aplicación de legislación y normativas viales

El poco o nulo conocimiento de los choferes, peatones y pasajeros de las normas de tránsito, contribuyen al caos que muchas veces se vive en el centro de las principales ciudades de nuestro país.

La aplicación de las leyes tiene un papel de peso en la mejora de la seguridad vial. La actuación de la policía en este sentido es más eficaz cuando cuentan con la ayuda de la tecnología y las leyes aceptadas por la mayoría de los usuarios, según los informes de la ONU y la OMS.

Bajo ese diagnóstico, es urgente la formulación de una política pública para incorporar en las normas de control, fiscalización y seguridad vial el paradigma de la gestión de riesgos con el fin de crear en la sociedad conciencia sobre este peligro y en las autoridades una actitud de eficiencia y eficacia en la vigilancia a las empresas de transporte, a los choferes y operadores que prestan servicio de transporte de pasajeros.

El factor humano es la principal causa de los accidentes de tránsito, situación que merece una atención inmediata para vigilar el estado anímico, físico y psíquico de los choferes que transportan pasajeros en todos los servicios urbanos, rurales, departamentales, interdepartamentales y locales.

El Organismo Operativo de Tránsito, la Autoridad de Transportes, la Administración Boliviana de Carreteras, los Ministerios, las municipalidades y todos quienes están involucrados en esta actividad tienen la misión promover políticas urgentes para reducir hechos dolorosos en los caminos.

La educación vial mediante sistemas audiovisuales, videos preparados por la ATT y material impreso de prevención deben ser difundidos tanto en los medios masivos como en las pantallas de las flotas que hacen viajes de larga distancia en el país.

Actuar con urgencia es la recomendación para reducir las muertes por esta causa, sostiene un pronunciamiento de las Naciones Unidas, después de un balance sobre las lesiones y muertes causadas por los accidentes de tránsito.

En los países en vías de desarrollo la mayoría de los afectados por los accidentes corresponden a la población de menores ingresos (peatones, ciclistas, niños y pasajeros del transporte público). Las Naciones Unidas resolvieron abordar el tema globalmente recomendando a la OMS y a las Comisiones Regionales tomar acciones concretas para ayudar a los países a enfrentar esta verdadera crisis de la salud pública.

En este sentido académicamente cobra importancia su estudio para plantear soluciones al incremento de la accidentalidad vial que afecta a la población más vulnerable, convirtiéndose en una verdadera amenaza latente para la gente que se transporta en el país.

2.10.4. Aplicación de medidas de prevención y protección

Las medidas más comunes son el uso del cinturón de seguridad, el airbag y las protecciones para niños. El empleo del cinturón reduce el riesgo de muerte y de lesiones graves en un 45%. La publicidad ha tenido un papel fundamental a la hora de aumentar su empleo, para conseguir un efecto absoluto es preciso el respaldo de la legislación.

La norma sobre el uso obligatorio se introdujo por primera vez en el estado de Victoria, Australia, en 1971. En la actualidad casi todos los países tienen leyes que obligan a utilizar el cinturón y en algunos se ha logrado una tasa de cumplimiento del 90%.

Otras medidas que tienen respaldo son el uso del casco en motos y bicicletas, el uso de barreras protectoras contra choques en la zona central de las vías de alta velocidad y recubrir los objetos rígidos de los laterales de la carretera (postes, pies de las señales, pilares de puentes y árboles).

Se han conseguido muchos avances en la búsqueda de una mayor protección para los peatones y los ciclistas que tienen contacto con vehículos de motor, pero aún no se han explotado a conciencia algunas posibilidades prometedoras.

- **Control de tráfico**

Se entiende por control de tráfico al sistema de gestión del tráfico o tránsito rodado que aplica las normas, reglamentos y métodos del tráfico, tales como señales, signos y marcas para reducir la congestión o atasco de vehículos y la contaminación atmosférica y para favorecer la seguridad y la movilidad de los peatones, por lo general en zonas urbanas muy pobladas.

En las ciudades más pequeñas, donde el tráfico es menor, se utilizan métodos de control y técnicas de gestión similares, pero más sencillas.

- **Señales de tráfico**

Las señales de tráfico tienen un carácter internacional y están concebidas en imagen para transmitir información con un mínimo de palabras. La forma y el color de las señales son indicativos de su contenido.

El primer objetivo del control de tráfico es la seguridad y el movimiento fluido de automóviles, autobuses, furgonetas y camiones en las calles de las ciudades y en las carreteras, la forma de conseguirlo va desde la simple mejora de las calles mediante la instalación de señales de tráfico y marcas en la carretera hasta la construcción de completos sistemas de control vial.

Estos sistemas utilizan contadores de acceso a la vía para vigilar y controlar el acceso a las carreteras, controles por circuito cerrado de televisión para detectar cualquier pérdida de fluidez del tráfico y servicios de emergencia para auxiliar a los heridos en caso de accidentes.

Otros medios para controlar el tráfico son las calles de dirección única, las normas de circulación y el empleo de señales. Las señales de tráfico, tanto de las ciudades como de carretera son las mismas en todo el mundo y están concebidas para transmitir información con un mínimo de palabras a fin de no confundir a los conductores que no conozcan el lugar y el idioma.

- **Sistemas de señales de tráfico**

Las señales de tráfico se instalan para que vehículos y peatones se muevan sin riesgos en intersecciones muy concurridas. El sistema de tiempo fijo es el más utilizado en las señales de tráfico. La duración de la luz verde es siempre la misma y se regula para dar más paso al tráfico de la vía principal.

El tráfico de esta vía se detiene periódicamente para que el tráfico de la vía secundaria atraviese la intersección durante un breve lapso antes de que el semáforo vuelva a dar paso al tráfico de la vía principal.

La duración de los ciclos de cambio de señal se determina mediante estudios sistemáticos del flujo de tráfico y de las necesidades de los peatones y pueden modificarse a lo largo del día según el grado de intensidad de la circulación.

También pueden utilizarse controladores activados por el propio tráfico, que modifican la duración de la luz verde de una calle según los cambios del tráfico. Otro sistema es el

denominado sistema progresivo empleado en las grandes arterias de diversas ciudades. Las señales de los sucesivos cruces de la arteria están sincronizadas para que cambien de rojo a verde a intervalos fijos, de forma que un vehículo que mantenga una velocidad constante pueda moverse sin interrupción en circunstancias normales.

La sincronización progresiva de las señales forma parte del funcionamiento de muchos sistemas para grandes arterias de un solo sentido. Un tercer tipo de control de señales se basa en el control informatizado de las redes de señales.

Los cambios de señal no están predeterminados, sino que se ordenan según las necesidades del tráfico y están programados en función de los datos que envían unos sensores situados en las calles.

- **Tendencias actuales**

En los últimos años se presta una mayor atención al movimiento fluido de los vehículos de transporte público y se tiende a compartir los automóviles. Son objetivos que están alcanzándose de diversas formas.

Hay carriles para la utilización exclusiva del autobús y, en algunas ciudades, para automóviles con más de un ocupante; las calles del centro de la ciudad pueden reservarse sólo a autobuses o a determinados tipos de vehículos.

También se usan sistemas de señales de tráfico que detectan y dan preferencia a los autobuses. El uso general de las autopistas se restringe mediante las autopistas de peaje para reducir la contaminación atmosférica y la circulación.

2.11. INTERSECCIÓN VIAL

Se define como intersección la zona en la que confluyen dos o más vías. Los tramos de carreteras que confluyen en la intersección se denominan ramales.

Las intersecciones constituyen una parte esencial de la red viaria, ya que son los puntos en los que se puede cambiar de vía para seguir el itinerario deseado. En ellas los vehículos pueden seguir distintas trayectorias, y es necesario ordenarlas para reducir los conflictos entre los distintos movimientos.

Por otra parte, y especialmente en zonas urbanas, las intersecciones son puntos críticos desde el punto de vista de la capacidad. Producen también una disminución sensible del nivel de servicio, porque es necesario reducir la velocidad, y si la intensidad de tráfico es elevada, puede ser preciso esperar durante algún tiempo antes de poder atravesar una intersección.

Una intersección proyectada para permitir el paso seguro de un tráfico importante resulta relativamente costosa, dado el área que es necesario ocupar y pavimentar, además del coste de la señalización y otros medios de control de tráfico a instalar. Resulta necesario equilibrar las exigencias de un tráfico más rápido y seguro con el coste de las instalaciones necesarias.

Para indicar a los conductores las maniobras necesarias para seguir su ruta, aparte de una señalización adecuada, es preciso que el trazado de la intersección resulte comprensible para el conductor. Esto se puede conseguir más fácilmente si existe una cierta uniformidad en todas las intersecciones de la red, lo que no quiere decir que hayan de ser todas iguales, sino que se apliquen en general los mismos principios de diseño.

Por todo ello para encontrar la solución adecuada en el proyecto de una intersección, se requiere un estudio detallado de los múltiples factores que intervienen.

Figura. II.18: Intersección vial



Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

2.11.1. Intersección a nivel

El proyecto de estas intersecciones a nivel es especialmente importante porque la capacidad vial y la seguridad vial están limitadas en estos sectores.

El cruce de 2 o más corrientes de circulación es una zona peligrosa, es un lugar de conflicto para el tráfico vehicular. El riesgo de accidentes es mayor en estos sectores.

En primer término deberá considerarse los radios de giro en las intersecciones a nivel en la Figura se muestran esquemáticamente el problema de los radios de giro.

Cuando estos radios de giro son insuficientes o pequeños obligan al vehículo a invadir carriles que no le corresponden creando mayores puntos de conflicto, lo que puede observarse en la figura anterior.

Por el contrario si los radios de giro son los adecuados, el número de puntos de conflicto disminuye permitiendo maniobras más cómodas a los vehículos.

2.11.1.1. Clasificación de las intersecciones a nivel

En el presente curso podemos clasificar las intersecciones a nivel de acuerdo a la configuración de las corrientes que se cruzan, en:

- **Intersección simple**

La intersección simple de una carretera transversal de poco volumen de tráfico, es decir, caminos secundarios de poca importancia con un camino importante de fuerte volumen de tráfico se puede efectuar construyendo aberturas en el separador central.

Aunque esta solución no es recomendable por ser peligrosa para la seguridad del usuario puede utilizarse en caminos transversales de baja velocidad y poco volumen de tráfico.

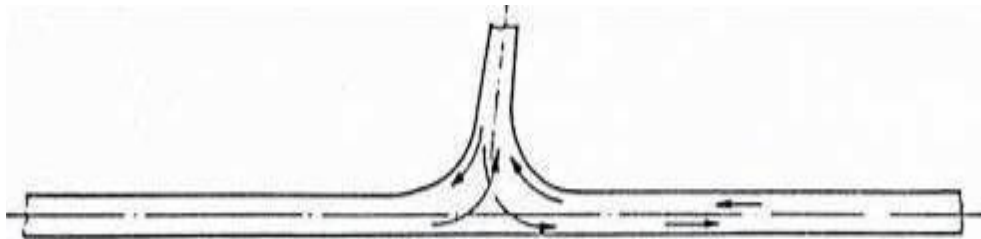
Además el proyecto debe permitir hacer la maniobra completa en “U”, excepto a los vehículos extraordinariamente largos. Las aberturas que se indican en la Figura, permiten dar la vuelta en “U” a los camiones y buses convencionales “CO” bolivianos.

- **Intersección en forma de “T”**

Par volúmenes moderados de tráfico se tiene la intersección simple en “T”, una de las vías será la principal o de mayor volumen de tráfico, la otra será de menor volumen o camino secundario.

Esquema A (Sin carril adicional).- Esquema simple y para volúmenes de tráfico bajos, donde el ancho de la carretera principal es constante. Los giros a la derecha no tienen mayores problemas en cambio los giros a la izquierda tienen problemas.

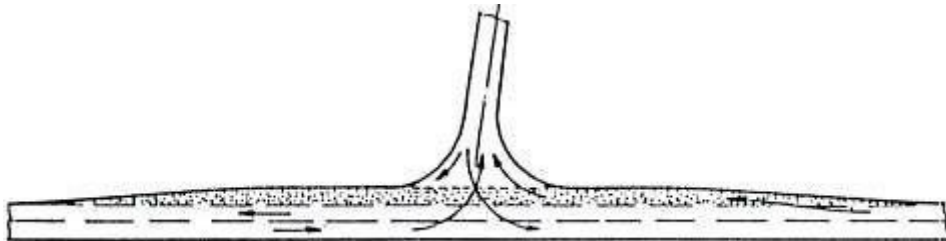
Figura. II.19: Esquema A (Sin carril adicional)



Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

Esquema B (Carril adicionado en la zona adyacente al camino interceptado).- Esquema con carriles adyacentes de aceleración y desaceleración próximos al ramal secundario.

Figura. II.20: Esquema B (Carril adicionado en la zona adyacente al camino interceptado)

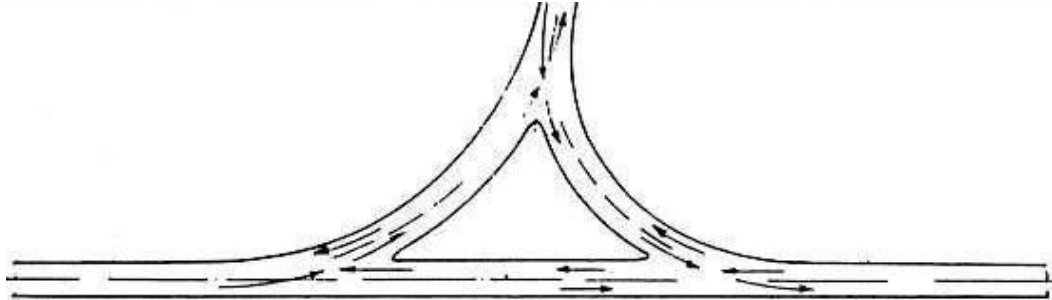


Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

A continuación se muestran 4 esquemas de intersecciones en “T” para mayores volúmenes de tráfico. Estos esquemas sirven en las calles de circulación de vehículos en uno y dos sentidos.

Esquema C (No recomendable sin señalización).- Tiene una isleta guidora, los giros a la derecha son cómodos, los giros a la izquierda son conflictivos.

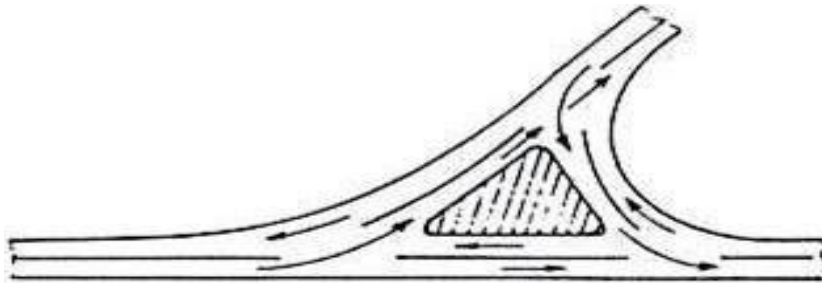
Figura. II.21: Esquema C (No recomendable sin señalización)



Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

Esquema D (No recomendable sin señalización).- Tiene una isleta guidora, los giros a la derecha son cómodos, los giros a la izquierda son conflictivos y forma se asemeja a una “T” esviada.

Figura. II.22: Esquema D (No recomendable sin señalización)



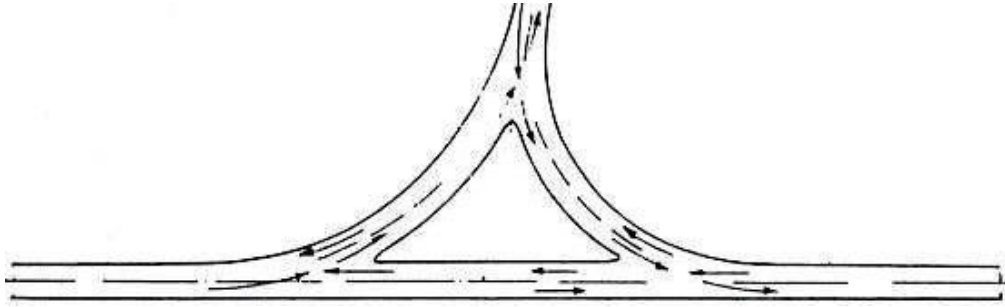
Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

- **Intersección en forma de “Y”**

Par volúmenes moderados de tráfico se tiene la intersección simple en “T”, una de las vías será la principal o de mayor volumen de tráfico, la otra será de menor volumen o camino secundario.

Esquema A (No recomendable sin señalización).- Tiene una isleta guidora, los giros a la derecha son cómodos, los giros a la izquierda son conflictivos.

Figura. II.23: Esquema A (No recomendable sin señalización)



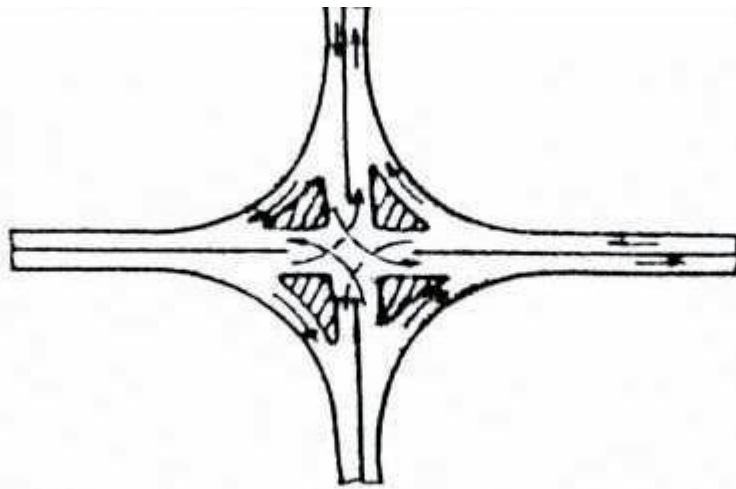
Fuente: Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

- **Cruce de 4 ramales**

Son aquellas intersecciones a nivel donde las vías de tráfico se cruzan transversalmente de un lado al otro de las vías totalmente, formando geoméricamente cuatro ramales.

Pueden ser ortogonales o enviajadas. En las primeras el cruce se efectúa aproximadamente a 90° y en las segundas con ángulos diferentes a 90° . También pueden ser canalizadas o sin canalización según tengan isletas o no en la intersección.

Figura. II.24: Cruce de cuatro ramales con cuatro isletas guidoras



Fuente: Ingeniería de tránsito-Luis. E. Álvarez

2.12. PROCESO METODOLÓGICO EMPLEADO EN EL ESTUDIO Y 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 cuasi colisiones, representan más del 60% de la pirámide. De esa manera, la metodología diseñada para la implementación de la Auditoría de Seguridad (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 accidentabilidad, 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 accidentabilidad de los hallazgos o conflictos, es el principal objetivo de la metodología planteada.

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 pérdidas esperadas debido a 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 tratan de funciones, las variables involucradas son múltiples pudiéndose incluir desde la tolerancia del cuerpo humano al impacto probable o la magnitud y la 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 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 modificar del nivel de amenaza y la distribución modal y las velocidades de operación como variables de vulnerabilidad.

2.12.1. Definición de hallazgos

La definición de hallazgos se basa fundamentalmente en la comprobación del cumplimiento 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. Cabe mencionar que esta técnica es aplicable fundamentalmente a situaciones puntuales urbanas, 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 von condicionamientos y especificaciones diferentes. En este se parte de encontrar 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:

2.12.1.1. Factores de riesgo de diseño operacional vehicular

- Ancho de parqueo insuficiente.
- Ausencia de contrafuegos.
- Capacidad vial afectada por zonas de parqueo.
- El diseño limita y/o desmejora las condiciones actuales de accesibilidad y conectividad.
- Espacio insuficiente para la acumulación de vehículos en cola.
- Inexistencia de información respecto a zonas de parada de buses.
- Localización insegura de paradero.
- Flujo no controlado o con control inseguro.

2.12.1.2. 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 excesiva genera zona de abocinamiento peligrosa.
- Ancho de sección transversal insuficiente.
- Ancho de separador central insuficiente.
- Ausencia de carril de aceleración requerido.
- Ausencia de carril de desaceleración requerido.
- Ausencia de cuña de incorporación requerida.
- Ausencia de curva horizontal en un punto de quiebre con ángulo de deflexión mayor a 2°.
- Ausencia de sobreaño requerido.
- Bahía de parqueo no permite aproximación y/o salida segura.
- Calzada anular de ancho variable.

- Cambio de sección transversal sin transición segura.
- Carriles no influyentes al islote central de la glorieta.
- Configuración insegura de intercambiador de calzada.
- Cruce segado.
- Deficiencia en los empalmes en las zonas límite de proyecto.
- Eje de diseño inexistente o incongruente respecto al funcionamiento del proyecto.
- Entrecruzamiento peligroso.
- Geometría peligrosa de isleta, elemento canalizador o separador central.
- Longitud insuficiente para carril de aceleración.
- Longitud insuficiente para carril de desaceleración.
- Presencia de obstáculo frontal y/o lateral
- Radio de giro menor mínimo requerido para el vehículo de diseño.
- Trayectoria revertida.
- Variaciones peligrosas en los radios de curvatura.

2.12.1.3. Factores de riesgo de diseño vertical

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

2.12.1.4. Factores de riesgo por infraestructura peatonal

- Deficiencias en la configuración geométrica de senderos peatonales.
- Inexistencia de pasos peatonales seguros.
- Inexistencia o insuficiencia de zonas para el resguardo peatonal.

- Pasos peatonales o riesgo en zonas de altas velocidades.

2.12.1.5. Factores de riesgo debido al peralte

- Bombeo normal insuficiente.
- Configuración del peralte incongruente respecto al tipo de concatenación.
- Peralte insuficiente.
- Inexistencia de diseño de peraltes.

2.12.1.6. 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 incompleta.
- Señalización vertical incongruente respecto a la geometría.
- Exceso de señales verticales.
- Señalización vertical incompleta.
- Señalización vertical incongruente respecto a la geometría.

2.13. SITUACIÓN DE AMENAZA

La situación de amenaza hace referencia a la problemática general en la que se puede clasificar un determinado hallazgo, dependiendo del factor de riesgo asociado, bien sea el diseño operacional, el diseño planimétrico o vertical, la infraestructura peatonal y la señalización.

Tabla II.8: Situaciones de amenaza según el factor de riesgo

Tipo de factor de riesgo	Situación de amenaza
Diseño operacional	Impactos al tránsito
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte
Diseño operacional	Impactos a la accesibilidad
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional
Diseño planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta
Diseño planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico
Diseño planimétrico	Incoherencia del diseño frente a la trayectoria vehicular
Diseño planimétrico	Deficiencias generales del diseño planimétrico
Diseño vertical	Limitaciones de visibilidad
Diseño vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes
Diseño vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal
Diseño vertical	Definiciones generales del diseño vertical
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal
Peraltes	Inestabilidad del vehículo
Peraltes	Deficiencias generales del diseño de peraltes
Infraestructura peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal
Infraestructura peatonal	Deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal
Señalización	Inexistencia de señalización
Señalización	Exceso de señalización
Señalización	Incoherencia entre señalización y el diseño en planta

Fuente: Disvial, et al (2010)

2.13.1. Estimación de la amenaza

Para efectos de la presente metodología la amenaza se define como la probabilidad de que un evento ocurra con cierto grado de peligrosidad y está asociada a la determinación de los factores de Exposición y Consecuencia.

- **Amenaza por exposición (A_{EX}):** Se refiere a la distribución y cantidad de aquello potencialmente afectable. En este caso se asocia principalmente a la distribución de las personas en las zonas de análisis, considerando que aquellos con mayor nivel de exposición son los niños, ancianos, personas con movilidad

reducida y personas alicoradas. En la presente metodología el alcance se limita a asociar esta variable a las actividades económicas presentes en la zona de análisis, identificando todos los puntos críticos generadores de tránsito y seleccionando el valor asignado en la Tabla II.9. de cada actividad encontrada en el punto de estudio para que posteriormente se sume y promedie, encontrando así el valor de la amenaza por exposición (A_{EX}).

- **Amenaza por consecuencia (A_C):** Este ítem se asocia a la gravedad, o magnitud de los efectos producidos tras la ocurrencia de un evento. En la presente metodología, la calificación de la consecuencia se relaciona con cada uno de los factores de riesgo, en función de la situación de amenaza y el tipo de evento que podría generar, en base a los factores y hallazgos mencionados con anterioridad. Valor que se determina a partir de la Tabla II.10.
- **Grado de peligrosidad:** La suma de la amenaza dada por el nivel de exposición y la amenaza estimada desde los efectos o consecuencias producidas tras la probable ocurrencia de un evento, determinan el grado de peligrosidad:

$$\text{Peligrosidad (\%)} = A_{EX} + A_C$$

Dónde:

A_{EX} = Amenaza por exposición.

A_C = Amenaza por consecuencia

Tabla II.9: Amenaza por exposición - centros generadores de tránsito (A_{EX})

Actividad económica	Exposición
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción.	3
Rapitiendas, minimercados, panaderías, misceláneas	4
Venta de granos y abarrotos, artículos primera necesidad alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarías, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: Plazas de Mercado o Galerías.	3
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3
Restaurantes, pizzerías, cevicherías, hamburgueserías, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3
Fuente de soda, taberna, bar, sifoneras, discoteca, billares, y lugares de consumo de licor.	5
Hoteles, Residencias, amoblados, moteles.	2
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1
Establecimientos monetarios y financieros.	2
Oficinas de servicio y de profesionales, notarias.	2
Administración pública y defensa.	3
Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, vulcanizadoras, lubritecas).	1

Fuente: Modificado de Alegría Velasco, 2011

Tabla II.10. Amenaza por consecuencia – situación de amenaza (Ac)

Tipo de factor de riesgo	Situación de amenaza	Consecuencia
Diseño operacional	Impactos al tránsito	2
Diseño operacional	Impactos al sistema de transporte	4
Diseño operacional	Impactos a la accesibilidad	3
Diseño operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional	5
Diseño planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta	5
Diseño planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico	5
Diseño planimétrico	Conflictos de espacio asociado a las trayectorias vehiculares	5
Diseño planimétrico	Conflictos por deficiencias generales del diseño planimétrico	4
Diseño vertical	Limitaciones de visibilidad	5
Diseño vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes	4
Diseño vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal	2
Diseño vertical	Conflictos por definiciones generales del diseño vertical	4
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal	3
Peraltes	Inestabilidad del vehículo	4
Peraltes	Conflictos por deficiencias generales del diseño de peraltes	4
Infraestructura peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal	5
Infraestructura peatonal	Conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal	5
Señalización	Inexistencia de señalización	3
Señalización	Exceso de señalización	1
Señalización	Incoherencia entre señalización y el diseño en planta	3

Fuente: Disvial, et al (2010)

La metodología incluye la determinación de dos factores que afectan disminuyendo la amenaza en función de:

- ❖ **FM_J (Factor modificador por jerarquía vial):** Se asocia al tipo de jerarquización vial que cuente con mayor nivel de importancia en la zona de análisis, suponiendo que la peligrosidad es menor en vías locales y mayor en troncales y arterias, como lo expone Alegría Velasco (2011) y lo resume la Tabla II.11.

Tabla II.11: Factor de modificación por jerarquía vial (FM_J)

Tipo	FM_J
Troncal o pretroncal	1,00
Arterial	1,00
Colectora	0,75
Local	0,50

Fuente: Alegría Velasco, 2011

- ❖ **FM_T (Factor modificador por tolerancia):** Se denomina nivel de tolerancia del factor de riesgo, y depende del margen de diferencia respecto a normas y criterios y la aceptabilidad del hallazgo. Por ejemplo en un hallazgo cuyo factor de riesgo es la longitud de curva vertical insuficiente, no será lo mismo si el déficit del diseño es de menos del 10%, o si es de más del 50%. Véase Tabla II.12.

Tabla II.12: Factor de modificación por nivel de tolerancia (FM_T)

Tipo	FM_T
Intolerable	1,00
Medio	0,75
Tolerable	0,50

Fuente: Disvial, et al (2010)

Finalmente la amenaza está dada por la siguiente ecuación:

$$\text{Amenaza} = (A_{EX} + A_C) * FM_J * FM_T$$

Dónde:

A_{EX} = Amenaza por exposición

A_C = Amenaza por consecuencia

FM_J = Factor modificador por jerarquía vial

FM_T = Factor modificador por nivel de tolerancia

2.13.2. Cálculo de la vulnerabilidad

Para efectos de la presente metodología la vulnerabilidad se define como el grado de pérdida en la probable ocurrencia de un evento, y su determinación está asociada a la definición de los siguientes factores:

Vulnerabilidad dada por centros generadores de tránsito (V_{CGT}): Teniendo en cuenta que la distancia máxima que camina una persona promedio es 1 milla (aprox.1.6 km), se determina la vulnerabilidad de cada zona de análisis dada por la cercanía a los centros generadores de tráfico identificados como amenaza. Una vez identificadas las 3 actividades económicas más importantes en la zona de análisis, se determina la distancia promedio de cada una de las actividades identificadas a la zona de análisis, y el valor de la variable V_{CGT} , de acuerdo con la Tabla 6.

Tabla II.13: Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (V_{CGT})

Distancia promedio a la zona de análisis (m)	Vulnerabilidad
1200-1600	1
600-1200	3
0-600	5

Fuente: Alegría Velasco, 2011

Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios (V_{EX}): En este aspecto la vulnerabilidad se relaciona con el porcentaje de exposición de los usuarios considerados más vulnerables en el proyecto analizado: Peatones, ciclistas, motociclistas y vehículos de transporte pesados, y será más o menos vulnerable dependiendo del porcentaje de participación modal (referente a estudios de tránsito existentes, apreciación visual en campo, o toma de información directa) y a la infraestructura que el proyecto ofrezca para este tipo actores. Ver Tabla II.14.

Tabla II.14: Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (V_{EX})

Condición	Vulnerabilidad
Si el porcentaje de peatones está entre 20% y 60%	5
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5% y no hay ciclorruta	5
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5%	4
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10%	4
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1

Fuente: Disvial, et al (2010)

Vulnerabilidad dada por las velocidades de operación esperadas (V_v): Teniendo en cuenta que la gravedad de un accidente está relacionada directamente con la velocidad de impacto, se definen los valores de vulnerabilidad dispuestos en la Tabla II.15, los cuales son directamente proporcionales a la velocidad de operación de cada zona de estudio en un proyecto existente, o la máxima velocidad de operación esperada por zona (proyecto en fase de diseño), en función de la infraestructura propuesta y las condiciones actuales de operación.

Tabla II.15: Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas (V_V)

Condición	Vulnerabilidad
Si la velocidad de operación esperada es de máximo 60 Km/h	2
Si la velocidad de operación esperada oscila entre 70 Km/h y 90 Km/h	4
Si la velocidad de operación esperada puede superar los 100 Km/h	5

Fuente: Disvial, et al (2010)

Involucrando todas las calificaciones enunciadas anteriormente, se determina la vulnerabilidad mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = V_{CGT} + V_{EX} + V_V$$

Dónde:

V_{CGT} = Vulnerabilidad por centros generados de tránsito

V_{EX} = Vulnerabilidad por exposición

V_V = Vulnerabilidad por velocidad de operación

2.13.3. Cálculo de nivel de riesgo

Cada zona o punto crítico, tendrá un riesgo asociado debido a la ocurrencia de un evento, estimable a partir del producto de la amenaza y la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo (\%)} = \frac{100 * FM_J * FM_T}{150} * (A_{EX}V_{CGT} + A_{EX}V_{EX} + A_{EX}V_V + A_CV_{CGT} + A_CV_{EX} + A_CV_V)$$

Dónde:

FM_J = Factor modificador por jerarquía vial

FM_T = Factor modificador por nivel de tolerancia

A_{EX} = Amenaza por exposición

A_C = Amenaza por consecuencia

V_{CGT} = Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito

V_{EX} = Vulnerabilidad por exposición

V_V = Vulnerabilidad por velocidad de operación

El Factor divisorio (150) se incluye, para que la escala final resultante se mantenga en un porcentaje de 1 a 100 %.

Una vez calculado el valor de riesgo se verifica con los parámetros de la Tabla II.16:

Tabla II.16: Prioridad del tratamiento para proyectos en prediseño y diseños definitivos

Riesgo	Valor	Atención	Acción	Gestión
Alto	$\geq 70\%$	Intolerable	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requiera intervenciones de costo alto
Medio	$\geq 30\%$ a $< 70\%$	Medio	Corto plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requiera intervenciones de costo alto
Bajo	$< 30\%$	Tolerable	Mediano plazo	Debe de aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

Fuente: Disvial, et al (2010)

2.14. NIVEL DE RIESGO

Hyden, C. (1987) denomina al nivel de riesgo como la medida de probabilidad en la que un suceso de peligro inminente pueda tomar efecto en algún lugar determinado y llegar a perjudicar a uno o más individuos; esto quiere decir, que mide qué tan vulnerable es el entorno y los individuos en el mismo, de resultar afectados. Ello considera el alcance de daños que dicho suceso de riesgo pudiese ocasionar.

Por lo tanto nivel de riesgo es la exposición a una situación donde hay una posibilidad de sufrir un daño o de estar en peligro así como la vulnerabilidad o amenaza a que ocurra un evento y que sus efectos sean negativos donde alguien o algo puedan verse afectados.

Cuando se dice que un sujeto está en riesgo, es porque se considera que se encuentra en desventaja frente a algo más, bien sea por su ubicación o posición; además de ser susceptible a recibir una amenaza sin importar cuál sea su índole.

Es importante diferenciar ciertos conceptos que están relacionados y en ocasiones tienden a generar confusión respecto al término “nivel de riesgo”, puesto que éste se refiere a la medida de daños probables; pero, por ejemplo vulnerabilidad se refiere a la probabilidad de daños que la situación de peligro ocasione; y peligrosidad se refiere a la probabilidad de que la situación de peligro ocurra.

2.14.1. Definición de nivel de riesgo según otros autores

Para el sociólogo alemán Niklas Luhmann (1927-1998), el peligro proviene como consecuencia de una decisión racional, sugiriendo que éste está en función de la decisión y exposición que está presente en el entorno.

La psicóloga Britt-Marie Drottz Sjøberg, definió el término en varias vertientes:

- La probabilidad de sufrir un daño específico.
- Agente que represente un factor de peligro.
- La probabilidad de peligro que representa para el objeto asegurado que sufriría las consecuencias del daño.

Para el ingeniero ambiental Omar Darío Cardona, el nivel de riesgo es la probabilidad de exceder un valor de consecuencias ambientales, sociales o económicas en un lugar y periodo determinado de exposición al factor de peligro; y expone que el nivel de riesgo toma en cuenta tanto a la cantidad de personas afectadas, como el impacto en el área que afecte.

El autor Álvaro Soldano detalló tres conceptos sobre el término:

- Probabilidad de que un suceso indeseable ocurra, por factores culturales, políticos, históricos, ambientales o socioeconómicos.

- Probabilidad de que una amenaza (probabilidad de algún evento que afecte a la humanidad) se convierta en un desastre (acontecimiento en el que el riesgo se desata).
- Producto de la probabilidad de que ocurriera el evento con las consecuencias esperadas.

Según OMS

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, el factor de nivel de riesgo es cualquier situación que sugiera que una persona pudiese incrementar su posibilidad de sufrir algún daño, bien sea como consecuencia de alguna enfermedad o por algún daño físico que genere una lesión; por lo que su concepto está enfocado hacia el estado de salud de un individuo y la atención sanitaria; es decir, que en este caso el peligro tiene prioridad en la atención primaria de salud.

Consideran que mientras más eficaz sea la medición del riesgo, con mayor facilidad se podrá conocer la necesidad de ayuda, y por lo tanto, se podrá responder a ello con mayor eficacia.

Según la RAE

Para el Diccionario de la Real Academia Española, el concepto de nivel de riesgo está dirigido a la contingencia o proximidad de que se ocasione un daño, tanto a un ser vivo, como a un espacio.

De acuerdo a su edición electrónica de 1995, su etimología proviene del latín “resecare”, cortar; sin embargo hacia 2001 y 2007, incluyen el vocablo italiano “risico” o “rischio», el cual proviene del árabe clásico “risk”, que significa “lo que depara la providencia”, en el sentido de algo que pudiese acontecer.

2.15. PUNTO CRÍTICO

Un punto crítico de accidentalidad es aquella «fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con los problemas del tráfico vehicular y accidentes o para reducirlos a un nivel aceptable» como lo señala el Resumen Anual Estadístico de Accidentes de Bolivia elaborado por las autoridades viales, en este caso por la dirección departamental de tránsito de Tarija, donde los índices de peligrosidad, y de severidad, así como las frecuencias de mortalidad, presentan valores elevados.

Las vías, por su diseño y construcción, han de adaptarse a las limitaciones y condiciones de sus usuarios, advirtiéndolos de los eventuales riesgos que se tengan en la vía, perdonando los errores que los usuarios cometan y dando la posibilidad de corregirlos. Generalmente la accidentalidad vial en un punto crítico está ligada a deficiencias en el diseño, en la construcción o en la operación de la vía. Un análisis detallado y profesional de estos puntos puede, mediante medidas de bajo costo, ofrecer soluciones para reducir los accidentes en este punto. Solucionar un punto crítico ya construido es más costoso que atender las recomendaciones de una Auditoría en Seguridad Vial en la etapa de diseño.

2.15.1. Variables que inciden en la determinación de puntos críticos

Un accidente de tránsito es un evento impredecible, ocasionado por factores propios o ajenos, que puede ocurrir de manera premeditada y sin aviso en distintos escenarios, poniendo en riesgo la integridad del conductor y el de su entorno. Además, puede dejar como resultado uno o varios involucrados con lesión o sin lesión, daños materiales, daños psicosociales en muchos casos evitables.

2.15.1.1. Factores geométricos de diseño vial

El ancho del carril no es el adecuado

Muchas de las vías en estudio no están construidas con un ancho suficiente, el cual reduce su capacidad y por consiguiente, peatones y motociclistas tienen que circular por el carril de los vehículos obligatoriamente, dando lugar a que se presente algún tipo de accidente.

Solución: Diseñar y construir calles, avenidas de acuerdo a la capacidad y tipo de vehículo que va a utilizar el corredor, el carril debe ser lo suficientemente ancho para que peatones y ciclistas circulen sin sufrir algún percance.

Falta de bermas o bermas angostas

Una berma es la parte o espacio de la vía destinada para que el conductor efectúe una detención del vehículo sólo para realizar alguna intervención mecánica o de emergencia, nunca se debe utilizar para otra cosa como adelantar otros vehículos o como zona de parqueo, estas violaciones a las normas de tránsito son factor de accidentes de tránsito, en otras vías ni siquiera existe este espacio, y en el momento de una emergencia el vehículo no puede realizar ninguna parada, o muchas veces el vehículo estaciona en el carril sin prevenir a los demás vehículos entonces colisionan produciendo el accidente.

Solución: Todas las calles y avenidas deberían tener un sobre ancho que permita a ciclistas y peatones circular sin obstaculizar el tránsito de vehículos y no sólo para hacer maniobras ni paradas de emergencia por falta de bermas.

Mala señalización

La señalización es la que guía del conductor en el camino, si la señalización está en mal estado o no existe, solo la pericia del conductor evitará algún percance, en varias partes esta señalización está puesta donde no se debe, o no cumple con las normas y su visibilidad es nula, siendo un factor de riesgo para ocasionar accidentes.

Solución: Para que la vía sea segura esta debe proporcionar al conductor la información visual suficiente por donde está circulando, al estar mal o de no existir crea algún tipo de incertidumbre en el manejo del vehículo y la falta no sólo lo despista sino lo lleva a cometer errores que no van a ser culpa del conductor.

Lo importante es que si esto ocurre se debe analizar la importancia, y observar que tipo de señal debe existir allí, hay varios tipos de señalización y no para todos los casos aplica, aquí se debe realizar un estudio de Tránsito, en el que incluya varias variables que arrojen un resultado, y luego efectuar las distintas soluciones a la mala señalización.

Falta de pasos previstos para peatones

Cuando se planea construir una vía en zona rural, el funcionamiento de esta atrae a personas para formar asentamientos humanos a lado y lado de esta.

Los municipios dentro de sus planes de desarrollo tendrán que aprovisionar estos asentamientos de servicios públicos y dotación de elementos, pero se debe tener en cuenta proteger la integridad física de las personas que día a día tienen que atravesar calles y avenidas, cruzándola sin ningún control, y por sitios peligrosos, debería haber pasos peatonales en estos cruces, o algún tipo de mecanismo que ayude a proteger la integridad física de los peatones.

Solución: Incluir dentro del presupuesto municipal, recursos para desarrollar asentamientos con la normatividad vigente, donde ayude a solucionar problemas de infraestructura, distribuyendo los espacios acertadamente, para que peatones, deportistas y demás personas transiten con seguridad y tranquilidad, donde vehículos y animales cada uno tenga su propio espacio, y que estos no tengan relación alguna a la hora de desplazarse de un lugar a otro, se trata es de hacer una buena planeación cuando se pretenda construir pueblos y dentro de ellos sus carreteras.

Mala iluminación

En muchos casos donde hay algún tipo de asentamiento humano, hay presencia de árboles grandes u obstáculos que impiden la entrada de luz al corredor vial impidiendo ver la vía en horas nocturnas, aumentando así el riesgo de colisionar con algo, o salirse del carril.

Solución: Cuando haya inconvenientes de iluminación por cualquier motivo, falta de energía, el sitio no es el adecuado etc. Esto va a permitir que se agrave más el problema, sobre todo para conductores que transitan en horas de la noche y si hay mal tiempo, en estos casos la vía debe tener una buena señalización tanto vertical como horizontal, que guíe y alerte al conductor con su propia luz, dónde puede estar o presentarse el mayor inconveniente del sector; dependiendo de las características geométricas del corredor.

Falta de visibilidad

Esta ocurre cuando la geometría de la vía, obligada por la topografía del terreno no permite ver el segmento vial hacia adelante a mayor distancia, se debe señalizar la vía y avisar al conductor qué debe hacer para maniobrar su vehículo, con precaución y que elementos podrá encontrar más adelante, pero si no existe una adecuada señalización, se aumenta la probabilidad de producir un accidente vial.

Solución: Alertar al conductor mediante el uso de señales Preventivas y Reglamentarias como bajar la velocidad, prohibido adelantar, curvas peligrosas, llevar luces en media, resalto o reductor de velocidad dependiendo de la geometría del segmento vial.

Falta de carriles de aceleración y desaceleración

La falta de carriles de aceleración y desaceleración, para todas las maniobras de conducción, entre otras; Hacer parada y recoger pasajeros y volver acelerar nuevamente, la ausencia de este carril obliga a los vehículos a frenar repentinamente en la calzada principal, sino hay señalización puede incurrir en algún tipo de accidente.

Solución: Donde haya afluencia de personas, se debe pensar en destinar puntos de paradero de subida y bajada de pasajeros, para los cuales dentro de la geometría horizontal de la vía y por sentido debe ir un carril adicional, para desacelerar el vehículo de transporte público, que debe recoger el pasajero, acelerar por el mismo carril de aceleración hasta canalizar nuevamente al carril normal de la vía, sin obstaculizar el libre paso de vehículos, este se debe hacer realizando un estudio de tránsito detallado.

Cruces en ángulo recto o cambios bruscos de dirección

Cuando existen cruces bien sea peatonales y/o vehiculares y no hay señalización ni los elementos de protección adecuada que le indiquen al conductor y/o al peatón la presencia de este cambio de dirección es probable que pueda ocurrir algún tipo de accidente, bien sea por distracción, por desatento, o por otros factores que llevan a cometerlo.

Solución: Cuando hay este tipo de cambios bruscos de dirección, se debe alertar al conductor mediante señales de Tránsito Reglamentarias como un Pare, ceda el Paso, un solo sentido, línea antibloqueo, reductor de velocidad, para que con esto el conductor pueda tomar una decisión acertada al maniobrar su vehículo.

Peralte inadecuado

En terrenos accidentados por la topografía, en el trazado geométrico de la vía es necesario implementar curvas sucesivas en ambos sentidos y dependiendo de la velocidad de diseño y el tipo de tráfico es obligatorio diseñar peralte en las curvas con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga que ejerce en los vehículos cuando éstos toman la curva a cierta velocidad, la ausencia de este elemento de la vía aumenta la posibilidad de que ocurra un accidente, además se ha visto que cuando se ha intervenido la vía para rehabilitación del pavimento y/o calzada, se borra el peralte o queda al contrario, obligando al conductor a transitar con precaución, pero para el que no la conozca aumenta el riesgo de perder el control del vehículo y salirse de la calzada, todo por no efectuarse la adecuada intervención de la vía.

Solución: Se recomienda alertar al conductor cuando exista una curva peligrosa mediante el uso de señales de tránsito preventivas y reglamentarias, bajar la velocidad, se puede colocar reductores de velocidad, y cuando haya mantenimiento o rehabilitación de la carpeta asfáltica se debe mantener en su mayoría la geometría horizontal y vertical de la vía incluidos los peraltes para así brindar mayor seguridad.

2.15.1.2. Factores asociados al mantenimiento y al estado de las vías

Falta de mantenimiento de las calzadas o de la carpeta asfáltica

Un proyecto de apertura de calle, avenida e intersecciones comprende varias etapas y una de estas es la del mantenimiento durante la vida útil, pero cuando esto no ocurre ésta empieza a deteriorarse y ocasionar daños graves en su estructura, geometría y superficie, afectando la seguridad y el confort para los conductores, los daños más comunes en el pavimento y que provocan el mayor índice de accidentes son los baches, abultamientos

en la calzada, hundimientos, mal drenaje entre otros, los más susceptibles a estos factores de daño son los motociclistas.

Solución: Cuando se establece un programa de mantenimiento rutinario antes y después de construido y pavimentado el corredor vial, se va a mantener no sólo la superficie del pavimento en buen estado sino que va a disminuir los costos de operación. Es por eso que cuando se piense en pavimentar un proyecto vial se debe planear, y ejecutar garantizando los recursos que ayuden a mantenerla durante su vida útil, esto ayuda a disminuir problemas legales causados por demandas y afectaciones que se produjeron por el mal estado.

Inexistencia de mantenimiento de separadores, bermas, iluminación y drenaje superficial

Al igual que a la carpeta asfáltica a estos elementos de la vía hay que realizarle un mantenimiento rutinario con el fin de preservar su funcionamiento y aumentar la vida útil, el mal estado de alguno de estos elementos producen riesgo en la seguridad de la carretera y se pueden convertir en armas mortales para los conductores.

Solución: Cuando hay vías de doble calzada, la barrera que las separa o separador, se convierte en un arma mortal para los que transitan la vía, cuando este no se le hace el mantenimiento rutinario, no se sitúa la señalización correspondiente, no se hace limpieza de cunetas, genera desconfianza al usuario de la vía y por consiguiente un problema para la entidad de tránsito de la jurisdicción, es por eso que esta actividad se debe realizar periódicamente, con cuadrilla de mantenimiento.

Presencia de obstáculos en la vía

Este es uno de los factores predominantes para que ocurra un accidente, de pronto el conductor va transitando por la vía y repentinamente se encuentra con un tipo de obstáculo en la vía y no da tiempo de reaccionar para poder maniobrar el vehículo y ocurre el accidente, estos obstáculos pueden ser móviles o fijos y si no existe algún tipo de información o señalización acerca de estos, aumenta el riesgo de que ocurra un accidente.

Solución: La presencia de algún obstáculo en la vía es un factor alto de accidentalidad, es por eso que donde haya presencia de estos se deben demarcar y señalizar correctamente, de tal manera que el conductor se percate de la presencia de éstos en el tiempo y el lugar correcto.

2.15.1.3. Factores de circulación y condición del tránsito

Diferencia notoria de velocidades entre los vehículos de dos ruedas y los automotores

Muchas veces se ejerce el poder entre un vehículo y otro ya sea por poder de motor, marca, clase, tipo etc., y se abusa de estos factores en la carretera sobre todo con la velocidad, pues la carretera tiene ciertas restricciones que deben ser respetadas. Desafortunadamente hay conductores irresponsables, que les importa poco muchas de estas restricciones y las violan, poniendo en riesgo su propia vida y la de los demás en la vía.

Solución: Se debe educar y enseñar las normas de tránsito al momento de emitir las licencias de conducción, en las que haya compromiso por parte de los conductores que, cuando se haga uso de la vía en vehículos de dos y cuatro ruedas, cada quien debe ser consciente de lo que hace, y en algunos lugares adoptar políticas que restrinjan el uso inadecuado de estos vehículos, sólo de esta manera bajará la accidentalidad.

Maniobras erradas de los conductores de vehículos de dos ruedas

Estos conductores transitan irresponsablemente adelantando vehículos en sitios prohibidos, en zigzag, por la derecha, es por eso que encabezan las estadísticas de accidentes de tránsito.

Solución: Se debe educar y enseñar las normas de tránsito en centros de conducción al momento de emitir las licencias, en las que haya compromiso por parte de los conductores que, cuando se haga uso de la vía en vehículos de dos ruedas, cada quien debe ser consciente de lo que hace, y en algunos lugares adoptar políticas que restrinjan el uso inadecuado de estos vehículos, sólo de esta manera bajará la accidentalidad.

2.15.1.4. Factores imputables a los peatones

Este factor está asociado a la poca atención que se le da a las normas de tránsito por parte de los peatones.

No mirar a la izquierda y derecha antes de cruzar la calzada, para comprobar que no vienen vehículos

Este tipo de accidente es muy común en zonas pobladas y en personas muy jóvenes o muy adultas, o que presentan algún tipo de enfermedad mental, debido a que estas personas no ven el peligro asociado o no toman decisiones es por eso que inconscientemente lo hacen cruzando sin precaución alguna.

Solución: Las personas más vulnerables como son niños y ancianos, deben cruzar siempre acompañado por una persona responsable, nunca hacerlo sólo ni en sitios poco visibles a los conductores.

Atravesar la calzada en forma diagonal

Este factor imputa a personas que no les gusta caminar mucho, y hacen honor a el análisis matemático que dice que la distancia más corta entre dos puntos es una línea recta, se cumple lo hacen para ahorrar esfuerzo es por eso que muchos peatones toman esta decisión absurda poniendo en riesgo su vida y la de los demás.

Solución: Es necesario concientizar a los peatones y a la población general, acerca del uso de las calzadas, e incentivar programas educativos donde de forma pedagógica, repetitiva se cree una cultura para el uso adecuado de las calzadas, especialmente en zonas cercanas a carreteras o vías principales.

No caminar por la berma, cerca de la calzada y de frente a los vehículos que vienen en el mismo sentido

En carreteras rurales cuando se requiere caminar, se debe hacer sobre la berma que está en sentido contrario al tránsito, con el fin de observar los vehículos que vienen en el mismo sentido y así poder reaccionar ante cualquier eventualidad que se vaya a

presentar, no hacerlo en bicicleta, en animales, ni motocicletas, esto puede aumentar el riesgo de sufrir accidentes.

Solución: Por norma es de uso obligatorio que los peatones transiten en sentido opuesto a la dirección que llevan los vehículos, en zonas rurales es difícil controlar el desacato a la norma, pero mediante la implementación de estrategias educativas, donde se aborde la población en programas efectivos dirigidos a las escuelas, colegios, familias y población en general.

Cruzar la carretera en curvas o cerca de ellas

Al no haber suficiente visibilidad para observar los vehículos que se aproximan se toma la decisión de cruzar, haciendo que en cualquier momento pueda llegar a ocurrir un accidente.

Solución: Es una decisión que adopta el peatón para cruzar de un lado al otro, en sitios poblados debe estudiarse esa posibilidad implementando el uso de cebras o cruces peatonales, advirtiendo al conductor mediante señales verticales y horizontales y así prevenir accidentes.

No utilizar obligatoriamente los puentes peatonales, cuando estos existan

En áreas pobladas existe algún tipo de paso peatonal, pero en la mayoría de los casos la gente no los utiliza por varias excusas, que les da miedo, que son inseguros, muy largos entre otros y se atreven a cruzar la calzada sin medir las consecuencias.

Solución: Para la planeación en la construcción de un puente antes se deben realizar estudios que den resultados necesarios para su implementación, el puente debe brindar al usuario ante todo seguridad, se debe diseñar que tenga algunas especificaciones como lo son; resistencia, seguridad, vista, buena iluminación, multipropósito (Rampa de Minusválidos), que atraiga al peatón a usarlo no pasar por el lado, ese toque se lo da el diseñador, que sea económico y de esa manera preste el servicio necesario ayudando a preservar la vida de los peatones.

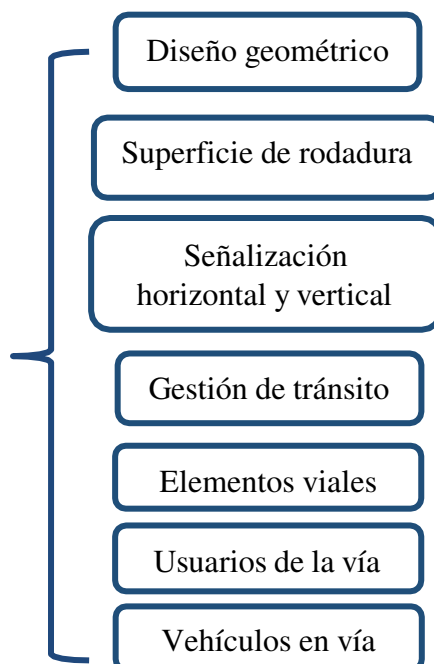
2.15.1.5. Factores imputables a los conductores

En la mayoría de los casos graves de accidentes este factor ocupa los primeros lugares en índices, debido a que tiene que ver con el comportamiento de los conductores al desobedecer las normas de tránsito, otro factor es la impericia de algunos conductores, el estado de embriaguez, no mantener la distancia entre vehículos, exceso de velocidad, obstaculizar el tránsito, deficiencias físicas y mecánicas del vehículo automotor entre otros que conllevan al error y por consiguiente provocar un grave accidente. Por lo anteriormente expuesto, para dar una solución a este problema es importante trabajar el tema desde el núcleo familiar, social y educativo donde haya paulatinamente una labor de sensibilización y concientización en cuanto a las implicaciones que tiene ser víctima o victimario en un hecho violento de esta naturaleza.

2.16. INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

Las inspecciones de seguridad vial consisten en la revisión in situ de las carreteras en servicio, con el fin de identificar los aspectos peligrosos, deficiencias o carencias de las mismas, y que son susceptibles de desencadenar un accidente, para poder adoptar las medidas adecuadas con el fin de eliminar o aplicar esos problemas.

A continuación, se presentan los principales aspectos enfocados a reducir la cantidad y severidad de accidentes:



a) DISEÑO GEOMÉTRICO

La seguridad vial depende directamente de las siguientes características del diseño geométrico:

a.1.) Alineamientos: Horizontal y Vertical

Tramos rectos

Los tramos rectos generalmente incentivan a los conductores a sobrepasar los límites máximos de velocidad aumentando así, la posibilidad de ocurrencia de un accidente, deslizamiento, volcadura, colisión, etc., al llegar a una curva y, es aún más peligroso si ésta es cerrada. Con la finalidad de evitar que los conductores sean protagonistas de una tragedia, se les advierte de manera adecuada y con anticipación mediante señales verticales para que éstos tomen las precauciones necesarias y así, se reduzca el riesgo de accidente.

Se debe tener cuenta también que en estos tramos cerca de la calzada, se presentan los llamados “obstáculos laterales” y los “elementos duros”. Ambos aumentan considerablemente la severidad de los accidentes pues los vehículos que circulan en la vía pueden colisionar contra éstos; de no existir, definitivamente el riesgo sería menor.

Si no pueden ser removidos como en el caso de árboles con cierta antigüedad, se aminora el daño del posible impacto contra éstos al protegerlos de manera adecuada con elementos de contención como guardavías, amortiguadores de energía, etc. o, en el caso de postes, soportes de letreros o señales, al reemplazarlos por otros frágiles o flexibles.

Intersecciones

Los accidentes de tránsito ocurren usualmente en el área común denominada intersección de dos o más vías que se cruzan al mismo nivel. Al generar una discontinuidad en la vía exponen a un mayor peligro a los usuarios debido a las deficiencias de seguridad considerables. Con el fin de disminuir el grado de peligro al que se somete a todo usuario en este tipo de zonas, se debe poner atención a lo siguiente:

- **Punto de conflicto**

En las intersecciones de empalme en "T", ocurren menos conflictos que en aquellas de empalme en "+" o "X". A mayor cantidad de accesos en una intersección, mayor será el grado de inseguridad; por ello, es recomendable evitar la construcción de intersecciones con más de 4 accesos.

- **Visibilidad**

La visibilidad del conductor debe limitar el ingreso de su vehículo a una intersección; si el conductor no tiene una buena visibilidad debe abstenerse para no arriesgarse a sufrir un accidente. Las intersecciones en ángulo recto presentan una menor cantidad de puntos de conflictos pues facilitan las maniobras del conductor a diferencia de las intersecciones en forma de "Y" o ángulos menores a 90° en las que, por su configuración geométrica, se originan más puntos de conflicto por lo que es necesario asegurar una buena visibilidad para todos los usuarios en especial al conductor adulto mayor a quien se le restringe la visión lateral.

Cuando no se dispone de una visibilidad adecuada, un conductor puede acelerar, desacelerar o detenerse en la intersección, su conductor debe tener suficiente visibilidad para poder concretar una salida segura.

- **Percepción**

Los conductores deben distinguir la intersección sin problemas. Para lograrlo, es necesario colocar la señalización apropiada y así, evitar que una mala impresión del conductor provoque un accidente.

- **Giro de vehículos**

Los vehículos que realizan giros en una intersección contribuyen al aumento de las posibilidades de accidentes en la zona. Para reducir estas posibilidades hasta construir un carril exclusivo, protegido y contribuir a un cómodo giro de los vehículos en la intersección.

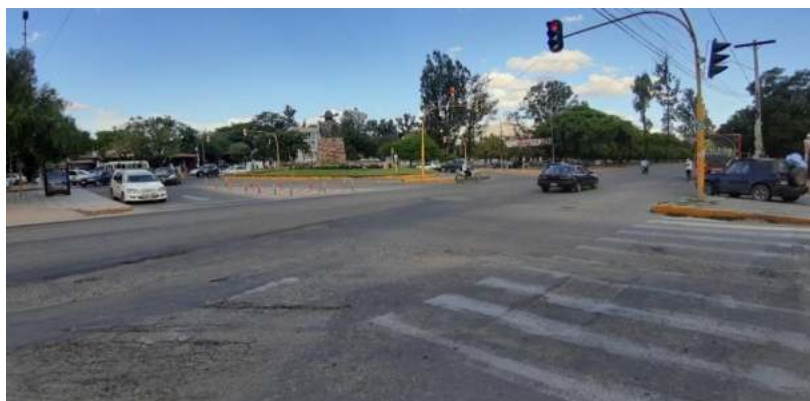
- **Mediana o separador central**

Las aperturas de las medianas en vías de doble sentido y con mayor razón en aquellas de gran capacidad deben restringirse para evitar giros a la izquierda y en "U" que puedan comprometer la seguridad de la vía.

- **Semaforización**

Al contar con un sistema de control de semáforos con fases y tiempos adecuados en una intersección, se busca que peatones y ciclistas circulen con tranquilidad debido a que perciben a la vía más segura.

Figura II.25: Rotonda “Moto Méndez” ubicada en la avenida Jaime Paz Zamora y calle España, controlada por semáforos y una deficiente señalización horizontal



Fuente: Elaboración propia

- **Cruces de calzadas**

Los peatones al ser los usuarios más vulnerables en las vías, deben contar con cruces seguros tanto para ellos como para los ciclistas. La seguridad de éstos se garantiza mediante el uso de las llamadas líneas de cebras peatonales, cruces a nivel o también con la construcción de refugios e islas peatonales, en el caso de vías de múltiples carriles que permitan al peatón o ciclista cruzar un sentido a la vez.

Figura II.26: Cruce e islas peatonales en la avenida Víctor Paz Estensoro



Fuente: Elaboración propia

- **Radios de esquinas**

Los radios en las esquinas de la intersección influyen notablemente pues grandes radios permiten velocidades excesivas perjudicando a los peatones mientras que más pequeños que el radio de giro del vehículo de diseño generan que dichos vehículos se golpeen con los bordes de las esquinas o sardineles.

Control de accesos

Ante el desarrollo al borde de una vía con múltiples carriles, es esencial que ésta cuente con accesos bien definidos para facilitar el ingreso al terreno adyacente. Sin embargo, no es recomendable la construcción de estos cuyas distancias entre sí sean menores a 500 metros en zonas urbanas y a 1500 metros en zonas rurales y suburbanas. Por ello, se busca evitar lo siguiente:

- **Accesos directos y frontales de vías nuevas**

No se debe permitir que vías nuevas tengan accesos frontales a vías con múltiples carriles y de gran capacidad sin importar el propósito que tengan y los beneficios socioeconómicos que generen.

- **Cantidad de accesos**

En muchos países, es conocida la desventaja que adquiere una vía al contar con muchos accesos. Los vehículos al tratar de incorporarse a la vía principal, realizan maniobras temerarias y adelantamientos indebidos que originan un mayor riesgo de ocurrencia de accidentes. Tal es así, que, por cada acceso adicional por kilómetro en vías rurales, aumenta la probabilidad de accidentes aproximadamente hasta en un 7%.

- **Accesos cercanos a curvas**

La falta de visibilidad antes de llegar o luego de salir de una curva horizontal puede causar que la entrada de un vehículo a la vía principal termine con consecuencias fatales. Esta recomendación no es exclusiva para accesos cercanos a curvas horizontales sino también para las verticales.

Curvas horizontales

Los radios mínimos de las curvas horizontales, los peraltes máximos y fricción transversal designadas en las normas de diseño de carreteras, garantizan en lo posible, la circulación segura de los vehículos que utilizan las vías. La topografía de la zona o motivos económicos muchas veces obligan a no cumplir con estas normas básicas de diseño y en estos casos es aconsejable no olvidar de implementar medidas adicionales que reduzcan el riesgo de accidentes.

En vías rurales, el número de accidentes es, por lo general, inversamente proporcional al radio de curvatura. En vías urbanas, es preferible evitar las curvas horizontales, si no son evitables, entonces se colocan elementos para reducir la velocidad de los vehículos, mejorar la adherencia a la superficie de rodadura, etc.

Curvas verticales

El diseño de las curvas verticales debe por lo menos permitir la distancia de la visibilidad mínima de parada de acuerdo a las normas de diseño actuales. Los accidentes de tránsito se presentan más en las partes más altas o más bajas de las curvas. Es importante tener en cuenta a los vehículos pesados debido a que estos pueden influir en el flujo normal de tránsito.

Las curvas verticales largas, comprometen el drenaje de la vía, mientras que, las cortas, afectan la seguridad, comodidad y estética de la vía.

Evitar, si fuera posible, la combinación de las curvas horizontales y verticales para que los conductores no perciban dudosamente la vía.

Pendientes

Las pendientes positivas, largas y pronunciadas en vías concurridas con vehículos pesados pueden ocasionar grandes problemas de congestión vehicular que incluso pueden afectar la seguridad.

Las pendientes negativas, largas y pronunciadas generan el uso excesivo de los frenos del vehículo, problema que puede traer como consecuencia una falla mecánica y tras ello, producir un accidente.

Las pendientes cercanas al 0% afectan principalmente el drenaje longitudinal de las aguas de lluvia en la vía. Además, no contar con un bombeo adecuado puede producir embalses que finalmente contribuirán a la ocurrencia de algún accidente.

a.2.) Sección transversal

Las bermas, el ancho de calzada, el separador central, los bordes, las veredas, el peralte, las cunetas y el bombeo de la vía son algunos de los elementos que afectan directamente la seguridad que ofrece la vía. Para lograr la menor influencia negativa de cualquiera de estos elementos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Las bermas además de proteger estructuralmente el pavimento de la calzada en el borde exterior pueden ser utilizadas como zonas de circulación de vehículos lentos y de emergencia como también para la detección ocasional de vehículos. Las vías que cuentan con bermas mantienen su capacidad y seguridad, siempre y cuando la dimensión de la berma se mantenga entre 2,5 y 3 metros.
- La calzada se divide en carriles cuyo ancho obedece las dimensiones del tipo de vehículo que recorre con mayor frecuencia la vía, pero también a su velocidad de circulación. A mayor velocidad, los vehículos oscilarán más por lo que es más seguro transitar en carriles desde 3 con circulación de camiones hasta 3,6 metros de ancho.
- Las veredas bien consolidadas protegen al peatón de los vehículos en la vía. Para lograrlo, es necesario un ancho adecuado que permita la circulación de dos peatones (uno al lado del otro) y así, evitar que alguno invada la calzada poniendo en riesgo su vida.
- Peraltes muy grandes pueden ocasionar que los vehículos pesados se deslicen hacia el interior de la curva mientras que peraltes muy pequeños generan, en caso de lluvias, acumulación de agua en la calzada. El diseño de un peralte en curvas

horizontales debe ser el adecuado para garantizar la seguridad del conductor y de los pasajeros de los vehículos.

- En ocasiones, existen elementos que corresponden al sistema de drenaje o a la infraestructura vial en las curvas horizontales que no se pueden reubicar por ello, es inevitable recurrir al uso de un mal necesario llamado contra peralte. En contra peralte es la inclinación transversal negativa y afecta considerablemente la seguridad del conductor, sobre todo en curvas de radios y deflexiones grandes.
- Las cunetas son canales abiertos ubicados en las zonas laterales de la calzada a lo largo de una vía. La finalidad de este elemento proteger el pavimento de las aguas de lluvia mediante el almacenamiento o conducción de las mismas. Las dimensiones de una cuneta depende de las características hidrológicas de la zona como también de las características de la vía.
- El bombeo es la inclinación transversal hacia ambos lados de la calzada que permite que el pavimento no acumule agua en su superficie evitando así, su deterioro y, además, que el riesgo de accidentes no aumente debido a las lluvias.

b) SUPERFICIE DE RODADURA

El estado y características de la superficie de rodadura afectan de manera importante la posibilidad de accidentes de tránsito. La adherencia es aquella que gobierna la dinámica del vehículo, por lo tanto, el grado de ésta debe permitir que la interacción entre el neumático y la superficie de rodadura sea buena.

Las fallas más comunes en el pavimento son: agrietamiento superficial agrietamiento profundo (conocida como piel de cocodrilo), hundimientos, descascaramiento y baches.

Las grietas profundas permiten la filtración de agua la interior de la carpeta asfáltica o concreto generando que el daño a éste aumente aún más y por ende, el mantenimiento sea más costoso y tome más tiempo.

Las vías con baches son peligrosas pues el conductor al darse cuenta de éstas realiza inesperadamente, maniobras erróneas (invasión de otros carriles) para evitarlos.

Figura II.27: Mal estado de la superficie de rodadura sobre la avenida Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 1



Fuente: Elaboración propia

Figura II.28: Mal estado de la superficie de rodadura sobre la avenida Panamericana y calle 15 de abril



Fuente: Elaboración propia

c) SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL

c.1.) Señalización horizontal

Es utilizada principalmente para demarcar las vías a un bajo costo contribuyendo a evitar accidentes de tránsito. Este tipo de señalización cumple las siguientes funciones: Indicar prioridades, prohibiciones o maniobras que pueden ser realizadas, canalizar flujo vehicular, proveer una orientación lateral e influenciar velocidades y flujos vehiculares. Existen varios tipos de demarcaciones: Tradicionales, tachines, tachas y las llamadas “ojos de gato”.

- **Demarcaciones**

Al ser comúnmente utilizadas para regular la circulación, guiar o advertir a los usuarios se han convertido en un elemento indispensable para la seguridad y gestión vial. Para lograr su objetivo, deben ser:

Visibles en todo momento (día y noche).

Durables para no ser restauradas con frecuencia.

Resistentes al deslizamiento en superficies con agua o húmedas.

Diseñadas y aplicadas para comunicar en forma clara y precisa.

- **Tachones y tachas**

Los tachones delimitan las vías e incluso pueden controlar físicamente algunos movimientos vehiculares. Pueden ser utilizados para definir refugios peatonales como también para fortalecer la delimitación de islas peatonales.

Las tachas son elementos reflectantes, durables que guían y alertan al conductor puesto que realzan la demarcación en todas las circunstancias (noche, lluvias, etc.), se debe evitar que al ser colocadas afecten a vehículos de dos ruedas.

Los ojos de gato son elementos reflectantes y más pequeños que las tachas, utilizadas para complementar la demarcación del ancho de carriles y también para separar el carril de circulación externo de zona despejada o de la berma.

Cualquier elemento que se encuentre desgastado o que refleje la luz, es recomendable que sea reemplazado por uno nuevo.

Figura II.29: Tachones ubicados en la avenida Integración intersección calle La Madrid, controlando movimientos vehiculares



Fuente: Elaboración propia

Figura II.30: Tachones ubicados en la avenida Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4, controlando movimientos vehiculares



Fuente: Elaboración propia

c.2.) Señalización vertical

Cumplen un papel fundamental puesto que anuncian de forma clara y fácil a los usuarios sobre situaciones o zonas peligrosas. El mantenimiento de estas debe ser realizado con regularidad.

En el caso de señales reguladoras, es normal encontrar intersecciones en las que en vez de colocar la señal “PARE”, se encuentra la señal “CEDA EL PASO” o viceversa. La señal de “ceda el paso” es utilizada en accesos que permitan el ingreso a vías principales siempre y cuando el vehículo que circula en la vía secundaria pueda divisar los vehículos de la vía principal a 3 metros antes de llegar a la intersección, solo en ese caso. Existen elementos verticales de no más de un metro de alto que ayudan a la demarcación tradicional en zonas más peligrosas (curvas) y realizan la geometría de la vía por la noche por fotoluminiscencia conocidos como delineadores. Para la ubicación de estos elementos es importante considerar que el material del que estén hechas no sea rígido y sean fácilmente volcados, el lugar se estratégico para funcionar en todo tipo de circunstancias climáticas adversas y el mantenimiento sea constante. En el caso de curvas horizontales, estos elementos se reemplazan por los llamados chevron.

Figura II.31: Delineadores ubicados en la avenida Jaime Paz Zamora y avenida

Ing. Renán Justiniano Soto



Fuente: Elaboración propia

Figura II.32: Señal reguladora “PARE” ubicada en la calle Cochabamba y calle Ballivián



Fuente: Elaboración propia

Figura II.33: Delineadores ubicados en la avenida Héroes de la Independencia y avenida 6 de agosto



Fuente: Elaboración propia

Figura II.34: Señal reguladora “Velocidad Máxima” en la avenida Jaime Paz Zamora y avenida Cnl. Carlos Díaz Sossa



Fuente: Elaboración propia

d) GESTIÓN DE TRÁNSITO

Cuando hablamos de gestión de tránsito nos referimos a la combinación de medidas que se utilizan para preservar la capacidad de tránsito y mejorar la seguridad, la confiabilidad y rendimiento de todo el sistema de transporte de la vía.

Estas medidas apoyadas por el uso de los sistemas de transporte inteligentes (ITS), sirven y ayudan al impacto del rendimiento de la red de vías en las operaciones día a día.

Es importante considerar algunas cuestiones de gestión de tránsito relacionados a la seguridad como:

Límites y control de velocidad

Se debe establecer un límite de velocidad adecuado, el cual depende de la velocidad real de operación, volumen del flujo vehicular, el uso del suelo y la tasa de accidentes en la zona.

Relación de intersecciones

La vía debe brindar la señalización y demarcación adecuada en las intersecciones para evitar confusión entre los usuarios.

Figura II.35: Rotonda en la avenida Héroes de la Independencia y avenida Los Sauces; generalmente son las soluciones más óptimas a los problemas de intersecciones



Fuente: Elaboración propia

Figura II.36: Semaforización de intersecciones entre la avenida Jaime Paz Zamora y avenida Fuerza Aérea



Fuente: Elaboración propia

Vías de tránsito unidireccional

Las redes viales unidireccionales pueden reducir accidentes, pero requieren ser implementadas con sumo cuidado para prevenir aumentos de las velocidades, incluso más allá de los límites legalmente permitidos.

Vías de tránsito reversible

Una medida de gestión de tránsito que tiene como fin agilizar los tiempos de viaje de vehículos en vías muy congestionadas, es volver una vía reversible. Esto quiere decir, que para ciertos horarios se varía la dirección del flujo para beneficio de los usuarios.

Este tipo de vías muchas veces afectan la seguridad vial generando mayor ocurrencia de accidentes.

Estacionamiento en calzada

Los vehículos estacionados en la calzada arriesgan la seguridad debido a que muchas veces ocasiona colisiones directas o indirectas al disminuir la visibilidad de los usuarios.

Figura II.37: Vehículos en la calzada sobre la avenida Jaime Paz Zamora y avenida Cnl. Carlos Díaz Sossa



Fuente: Elaboración propia

Circulación de vehículos pesados

En zonas residenciales o con una alta concurrencia de usuarios vulnerables, el flujo de vehículos pesados, debe restringirse o ser desviado hacia zonas alternas para el beneficio de todos.

Figura II.38: Circulación de vehículos pesados en la avenida Integración y calle La Madrid



Fuente: Elaboración propia

Cruces peatonales

Es importante priorizar el flujo peatonal en lugares donde se concentra una gran cantidad de estos para así, reducir el riesgo de ocurrencia de accidentes. Como solución se encuentra la implementación de cruces o cruceros peatonales, facilitando el acceso a las vías para estos usuarios sin poner en riesgo sus vidas. También se pueden construir

cruceros peatonales a nivel para demostrar la preferencia del peatón sobre todo si trata de los más vulnerables) discapacitados, ancianos y niños) en zonas aledañas a hospitales, estadios, colegios, etc.

Figura II.39: Cruce peatonal a nivel en la avenida Víctor Paz Estensoro y calle España



Fuente: Elaboración propia

Figura II.40: Cruce peatonal en mal estado en la avenida Panamericana y calle 15 de abril



Fuente: Elaboración propia

e) ELEMENTOS VIALES

Los elementos externos viales refieren a la iluminación de la vía, paraderos, bahías, vallas peatonales, barreras de impacto y obstáculos visuales. Cuando se analiza la seguridad se debe garantizar que dichos elementos no se tomen peligrosos para ningún usuario.

Figura II.41: Señal de parada de micros en una intersección, avenida Panamericana y calle 15 de abril



Fuente: Elaboración propia

Figura II.42: Contaminación visual. Publicidad que se constituyen como elementos de distracción para los usuarios viales sobre la avenida Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2



Fuente: Elaboración propia

Figura II.43: Contaminación visual. Publicidad que se constituyen como elementos de distracción para los usuarios viales sobre la avenida La Paz y avenida Belgrano



Fuente: Elaboración propia

f) USUARIOS DE LA VÍA

Si bien es cierto que el diseño de la vía afecta el comportamiento del conductor; el factor humano es el mayor protagonista cuando de accidentes se trata. Por tal motivo, conviene tener muy en cuenta el tipo de usuario que utilizará la vía para tomar especial atención en reducir la severidad de accidentes que puedan ocurrir.

En muchos países, el desarrollo de pautas de diseño vial se caracteriza por un creciente énfasis de los requerimientos de los usuarios de la vía y una mayor consideración del compartimiento humano.

Figura II.44: Peatón y vehículos haciendo mal uso de la vía avenida Jaime Paz Zamora y avenida Ing. Renán Justiniano Soto



Fuente: Elaboración propia

Figura II.45: Peatón haciendo mal uso de la vía ante la falta de pasos peatonales y señalización sobre la avenida Jaime Paz Zamora intersección avenida Fuerza Aérea



Fuente: Elaboración propia

g) VEHÍCULOS EN LA VÍA

Es conveniente considerar el tipo de vehículo que circulará por la vía. La ocurrencia y severidad de accidentes se encuentra influenciada por el tipo de vehículo que circulan en la vía: sólo flujo de vehículos livianos o flujo conjunto de vehículos livianos con pesados (camiones, tráiler, cisternas, etc.), en este último caso, la seguridad en la vía disminuye y ocasiona que el riesgo de accidentes aumente debido a que los vehículos pesados ocupan mayor espacio, circulan a velocidades diferentes, etc.

Figura II.46: Circulación de vehículos livianos, medianos y pesados en la avenida Panamericana



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LOS CALCULOS PERTINENTES EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

CAPÍTULO III

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LOS CALCULOS PERTINENTES EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

3.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS PERTINENTES EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

3.1.1. Enfoque del estudio de aplicación

A través de la aplicación práctica del siguiente estudio de tráfico se pretende realizar la cuantificación y la evaluación del nivel de riesgo que se presentan en las intersecciones más críticas de la ciudad de Tarija, mediante el levantamiento de datos de aforo en cada uno de los puntos seleccionados para el estudio concerniente.

Se seleccionaron 30 puntos de estudio, los cuales son considerados los más caóticos que presenta la ciudad, especialmente en horas pico de circulación tanto vehicular como peatonal y cabe resaltar que estos puntos seleccionados están circunscritos dentro de las principales avenidas y calles que se encuentran en la ciudad de Tarija.

La recolección de datos se la llevo a cabo mediante los aforos vehiculares, peatonales y así también ciclistas en cada una de las intersecciones de estudio, a su vez se realizó la medición de velocidades y el compendio de datos de accidentabilidad que existan, esto último mediante la Dirección Departamental de Tránsito de Tarija. También se procedió a ejecutar inspecciones de seguridad vial en base al método que se seleccionó realizando el levantamiento de las características geométricas en las intersecciones de estudio.

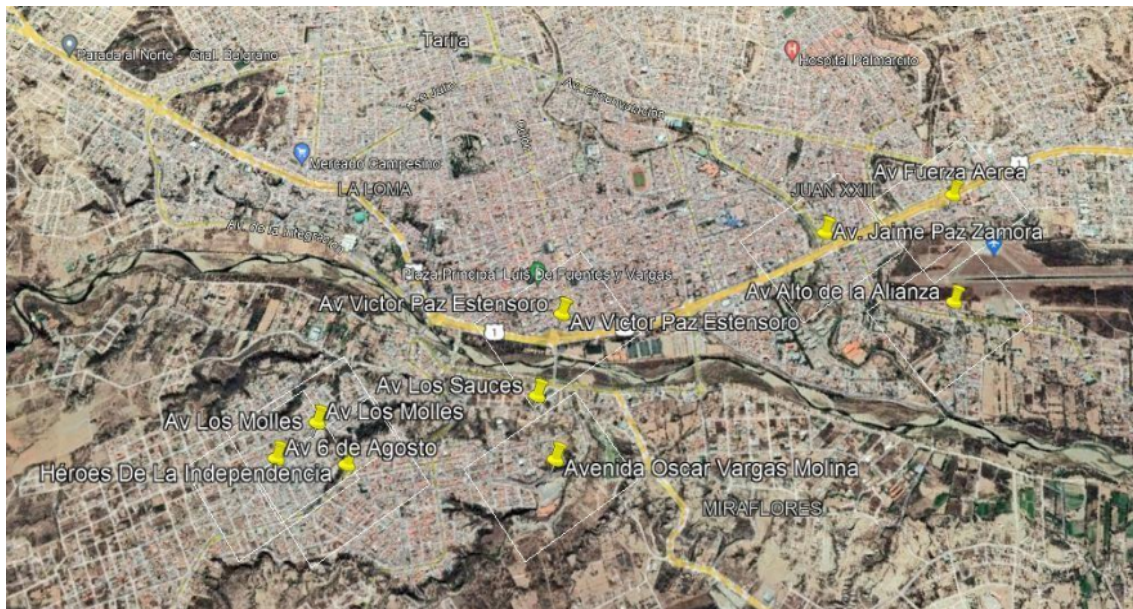
Una vez recabada toda la información necesaria de los datos disponibles se realizó una contrastación entre el índice del nivel de riesgo, la capacidad vehicular, el nivel de servicio y la accidentabilidad, analizando si los resultados obtenidos con el método corresponden a los datos reales que existen para cada punto y así posteriormente plantear soluciones y recomendaciones alternativas que se pudiesen emplear en los puntos críticos y conflictivos para poder reducir de cierta manera el nivel de riesgo en cada uno de ellos.

3.1.2. Ubicación del área de estudio

La ubicación de los puntos de estudio del proyecto están circunscritos en el municipio de Tarija perteneciente a la provincia Cercado; Avenida Integración, la Avenida Víctor Paz Estensoro, Avenida Jaime Paz Zamora, Avenida La Banda, Avenida Los Sauces, Avenida Héroes de la Independencia, Avenida 6 de Agosto, Avenida Los Molles, Avenida La Paz, Avenida Domingo Paz en las intersecciones más conflictivas que presentan.

La aplicación del método en cada uno de los puntos de estudio se lo realizó debido a que los mismos son categorizados como puntos conflictivos y críticos en la actualidad, puesto que son lugares en donde los índices de los accidentes de tránsito registrados son más vulnerables y además la señalización que presentan es deficiente, acompañada de ello que se constituyen como puntos esenciales para el acceso a las rutas principales de la ciudad, esto último señalado por el personal de Movilidad Urbana de la Ciudad de Tarija.

Figura. III.47. Ubicación de los puntos de estudio dentro el municipio de Tarija



Fuente: Google Earth Pro

Puntos de estudio →

3.1.3 Características del área de estudio

Los puntos críticos de estudio seleccionados en la ciudad de Tarija tienen las siguientes características:

- Cada uno de los puntos de estudio son categorizados como puntos conflictivos y críticos, además se constituyen como puntos esenciales para el acceso a las rutas principales de la ciudad.
- Son rutas comerciales y a su vez están constituidas por centros educativos en su mayoría, por lo que sus niveles de tráfico tanto vehicular como peatonal son elevados.
- Varios de los puntos críticos de las intersecciones en estudio presentan una deficiente señalización vial y a su vez se puede denotar la falta de mantenimiento en la mayoría de ellas.
- Como son puntos de estudio que unen las principales rutas de la ciudad de Tarija, existe una considerable circulación de vehículos pesados.
- Los datos de accidentabilidad que presentan son considerables en la mayoría de las intersecciones de estudio seleccionadas.
- Las inspecciones viales fueron los indicadores esenciales para poder cuantificar la seguridad tanto en peatones a pie, ciclistas, motociclistas y conductores.
- Se identificaron alrededor de 30 intersecciones de estudio, tomando en cuenta los puntos más críticos que la ciudad de Tarija posee, para poder realizar una óptima evaluación del nivel de riesgo.

3.1.4. Características físicas y geométricas de los puntos de estudio

Punto 1. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Figura. III.48. Croquis de ubicación-Punto de estudio 1



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.17. Descripción de la intersección-Punto de estudio 1

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Esq. Av. Víctor Paz Estensoro
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Regular	Existe/Regular
Señales verticales/Estado	Existe/Regular	Existe/Regular
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320263.70 m E	7617325.10 m S

Fuente: Elaboración Propia

Punto 2. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2

Figura. III.49. Croquis de ubicación-Punto de estudio 2



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.18. Descripción de la intersección-Punto de estudio 2

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Esq. Av. Víctor Paz Estensoro
Tipo de valle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	No	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320292.00 m E	7617385.00 m S

Fuente: Elaboración Propia

Punto 3. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 3

Figura. III.50. Croquis de ubicación-Punto de estudio 3



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.19. Descripción de la intersección-Punto de estudio 3

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Víctor Paz Estensoro
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Regular
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320327.00 m E	7617374.00 m S

Fuente: Elaboración Propia

Punto 4. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4

Figura. III.51. Croquis de ubicación-Punto de estudio 4



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.20. Descripción de la intersección-Punto de estudio 4

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle Sucre-Acceso 4
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	Sí	No
Coordenadas	X	Y
	320292.00 m E	7617312.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 5. Av. Integración y calle La Madrid

Figura. III.52: Croquis de ubicación-Punto de estudio 5



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.21. Descripción de la intersección-Punto de estudio 5

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Integración	Calle La Madrid
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	319744.00 m E	7618024.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 6. Av. Panamericana y calle 15 de Abril

Figura. III.53. Croquis de ubicación-Punto de estudio 6



Fuente: Elaboración Propia

Tabla III.22. Descripción de la intersección-Punto de estudio 6

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Panamericana
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	319783.20 m E	7617872.77 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 7. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 1

Figura. III.54. Croquis de ubicación-Punto de estudio 7



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.23. Descripción de la intersección-Punto de estudio 7

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle Padilla-Acceso 1
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321156.89 m E	7616969.24 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 8. Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 2

Figura. III.55. Croquis de ubicación-Punto de estudio 8



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.24. Descripción de la intersección-Punto de estudio 8

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Víctor Paz Estensoro
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321160.64 m E	7617037.44 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 9. Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 1

Figura. III.56. Croquis de ubicación-Punto de estudio 9



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.25. Descripción de la intersección-Punto de estudio 9

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Víctor Paz Estensoro	Calle España-Acceso 1
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321642.00 m E	7616869.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 10. Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 2

Figura. III.57. Croquis de ubicación-Punto de estudio 10



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.26. Descripción de la intersección-Punto de estudio 10

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Víctor Paz Estensoro
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321677.00 m E	7616932.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 11. Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza

Figura. III.58. Croquis de ubicación-Punto de estudio 11



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.27. Descripción de la intersección-Punto de estudio 11

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Jaime Paz Zamora
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Regular	Existe/Regular
Señales verticales/Estado	Existe/Regular	Existe/Regular
Semaforización	Sí	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	322298.19 m E	7616758.59 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 12. Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea

Figura. III.59. Croquis de ubicación-Punto de estudio 12



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.28. Descripción de la intersección-Punto de estudio 12

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Jaime Paz Zamora
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	323021.96 m E	7616622.30 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 13. Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa

Figura. III.60. Croquis de ubicación-Punto de estudio 13



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.29. Descripción de la intersección-Punto de estudio 13

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Jaime Paz Zamora
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	323909.97 m E	7616385.80 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 14. Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto

Figura. III.61. Croquis de ubicación-Punto de estudio 14



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.30. Descripción de la intersección-Punto de estudio 14

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Jaime Paz Zamora	Av. Cnl. Ing. Renán Justiniano Soto
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	324371.36 m E	7616075.02 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 15. Av. La Banda y Av. José Julián Pérez

Figura. III.62. Croquis de ubicación-Punto de estudio 15



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.31. Descripción de la intersección-Punto de estudio 15

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. La Banda
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320847.52 m E	7616514.24 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 16. Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina

Figura. III.63. Croquis de ubicación-Punto de estudio 16



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.32. Descripción de la intersección-Punto de estudio 16

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Los Sauces
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	Existe/Mala
Señales verticales/Estado	No existe	Existe/Mala
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320134.29 m E	7616856.91 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 17. Av. La Banda y Puente Bicentenario

Figura. III.64. Croquis de ubicación-Punto de estudio 17



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.33. Descripción de la intersección-Punto de estudio 17

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. La Banda	Puente Bicentenario
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Mala	Existe/Mala
Señales verticales/Estado	Existe/Mala	Existe/Mala
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320129.43 m E	7617100.91 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 18. Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces

Figura. III.65. Croquis de ubicación-Punto de estudio 18



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.34. Descripción de la intersección-Punto de estudio 18

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Héroes de la Independencia
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	319527.77 m E	7617468.99 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 19. Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto

Figura. III.66. Croquis de ubicación-Punto de estudio 19



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.35. Descripción de la intersección-Punto de estudio 19

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Héroes de la Independencia
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	318342.53 m E	7617318.34 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 20. Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles

Figura. III.67. Croquis de ubicación-Punto de estudio 20



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.36. Descripción de la intersección-Punto de estudio 20

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Héroes de la Independencia	Av. Los Molles
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	317966.44 m E	7617455.44 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 21. Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez

Figura. III.68. Croquis de ubicación-Punto de estudio 21



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.37. Descripción de la intersección-Punto de estudio 21

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Héroes de la Independencia
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	319248.00 m E	7617218.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 22. Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce

Figura. III.69. Croquis de ubicación-Punto de estudio 22



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.38. Descripción de la intersección-Punto de estudio 22

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. Héroes de la Independencia
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	No existe	No existe
Señales verticales/Estado	No existe	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	318712.00 m E	7617331.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 23. Av. La Paz y Calle Ciro Trigo

Figura. III.70. Croquis de ubicación-Punto de estudio 23



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.39. Descripción de la intersección-Punto de estudio 23

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. La Paz
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	No existe
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	No existe
Semaforización	No	No
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321407.00 m E	7617157.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 24. Av. La Paz y Av. Belgrano

Figura. III.71. Croquis de ubicación-Punto de estudio 24



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.40. Descripción de la intersección-Punto de estudio 24

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. La Paz
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321471.00 m E	7617350.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 25. Av. La Paz y Calle Bolívar

Figura. III.72. Croquis de ubicación-Punto de estudio 25



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.41. Descripción de la intersección-Punto de estudio 25

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. La Paz
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321552.00 m E	7617589.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 26. Av. La Paz y Av. Potosí

Figura. III.73. Croquis de ubicación-Punto de estudio 26



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.42. Descripción de la intersección-Punto de estudio 26

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
		Av. La Paz
Tipo de calle	Dos sentidos	Dos sentidos
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321593.00 m E	7617712.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 27. Av. Potosí y Calle Santa Cruz

Figura. III.74. Croquis de ubicación-Punto de estudio 27



Fuente: Elaboración propia

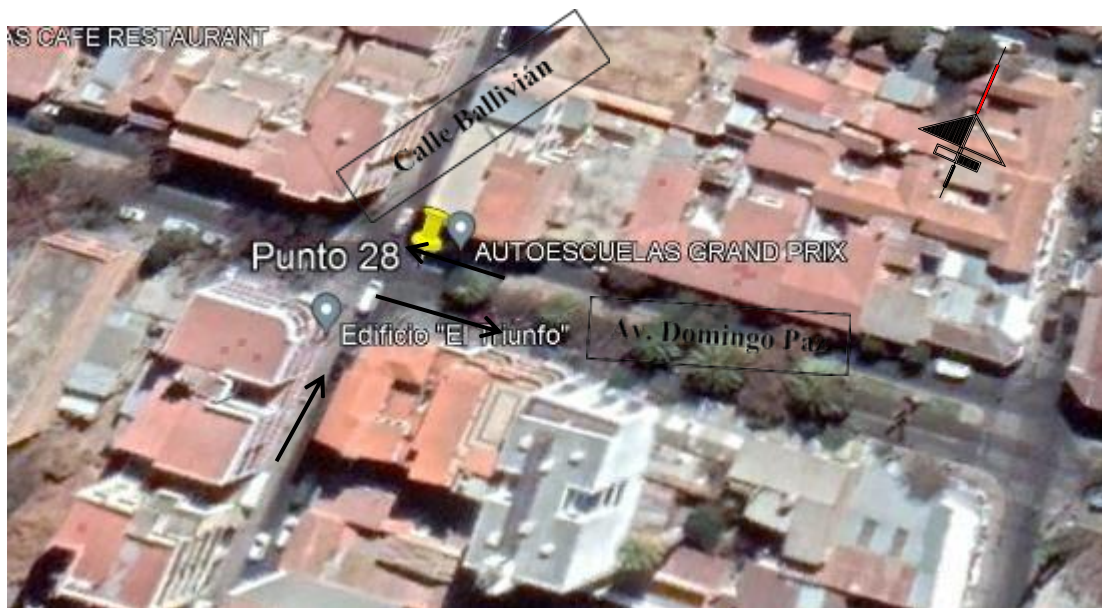
Tabla III.43. Descripción de la intersección-Punto de estudio 27

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Potosí	Calle Santa Cruz
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Malo
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	321059.00 m E	7617978.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 28. Av. Domingo Paz y Calle Ballivián

Figura. III.75. Croquis de ubicación-Punto de estudio 28



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.44. Descripción de la intersección-Punto de estudio 28

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Av. Domingo Paz	Calle Ballivián
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320182.00 m E	7618156.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 29. Calle Cochabamba y Calle General Trigo

Figura. III.76. Croquis de ubicación-Punto de estudio 29



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.45. Descripción de la intersección-Punto de estudio 29

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Calle Cochabamba	Calle General Trigo
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320536.00 m E	7618304.00 m S

Fuente: Elaboración propia

Punto 30. Calle Cochabamba y Calle Ballivián

Figura. III.77. Croquis de ubicación-Punto de estudio 30



Fuente: Elaboración propia

Tabla III.46. Descripción de la intersección-Punto de estudio 30

Descripción	Calle de estudio	Calle de Intersección
	Calle Cochabamba	Calle Ballivián
Tipo de calle	Dos sentidos	Un sentido
Señales horizontales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Señales verticales/Estado	Existe/Malo	Existe/Poco
Semaforización	Sí	Sí
Estacionamiento	No	No
Coordenadas	X	Y
	320289.00 m E	7618441.00 m S

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Recolección de la información de la accidentabilidad

Los datos de accidentabilidad fueron obtenidos gracias a la información proporcionada por la Dirección Departamental de Tránsito de la ciudad de Tarija y también a la información brindada por parte de la Secretaría de Movilidad Urbana, quienes son las dos entidades principales encargadas de llevar a cabo el registro de toda la información relevante en forma de reporte de accidentes en el departamento.

Los accidentes fueron registrados en base a la cantidad y tipo de accidente. El levantamiento de datos de los tipos de accidentes se encuentran tabulados de la siguiente manera:

- Atropello
- Colisión
- Choque a objeto fijo
- Vuelco
- Embarrancamiento
- Caída de personas
- Choque a vehículo detenido y estacionado
- Choque a vehículo por alcance

La tabla III.47 nos detalla la información señala.

Tabla III.47: Descripción de accidentes

Intersección de estudio	Descripción de accidentes								Total accidentes
	Atropello	Colisión	Choque a objeto fijo	Vuelcos	Embarrancamientos	Caída de personas	Choque a vehículo detenido/estacionado	Choque a vehículo por alcance	
Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	2	2	2	0	0	2	0	2	10
Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	2	2	2	0	0	1	0	1	8
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	1	3	1	0	0	1	0	1	7
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	2	2	0	0	0	1	0	1	6
Av. Integración y Calle La Madrid	3	1	2	2	0	2	2	2	14
Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	2	2	0	0	0	2	0	3	9
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	1	3	0	0	0	0	0	2	6
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	1	1	0	0	0	0	2	1	5
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	4	2	2	0	0	2	0	3	13
Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	2	2	1	0	0	0	0	2	7

Intersección de estudio	Descripción de accidentes								Total accidentes
	Atropello	Colisión	Choque a objeto fijo	Vuelcos	Embarrancamientos	Caída de personas	Choque a vehículo detenido/estacionado	Choque a vehículo por alcance	
Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	3	3	0	0	0	0	0	4	10
Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	1	4	0	0	0	0	0	2	7
Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Av. La Banda y Av. José Julián	2	4	0	0	0	0	0	3	9
Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas	3	4	1	0	0	0	0	3	11
Av. La Banda y Puente Bicentenario	2	1	1	0	0	0	0	2	6
Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	2	3	1	0	0	0	0	3	9
Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	1	1	1	0	0	0	0	4	7
Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	1	1	1	0	0	0	0	3	6

Fuente: Elaboración propia

Intersección de estudio	Descripción de accidentes								Total accidentes
	Atropello	Colisión	Choque a objeto fijo	Vuelcos	Embarrancamientos	Caída de personas	Choque a vehículo detenido/estacionado	Choque a vehículo por alcance	
Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	4	3	0	0	0	3	0	4	14
Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	3	3	0	0	0	2	0	3	11
Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	5	3	1	0	0	1	0	1	11
Av. La Paz y Av. Belgrano	4	3	1	0	0	2	0	1	11
Av. La Paz y Calle Bolívar	4	2	0	0	0	1	0	3	10
Av. La Paz y Av. Potosí	3	2	1	0	0	2	0	4	12
Av. Potosí y Calle Santa Cruz	3	2	0	0	0	1	0	1	7
Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	4	3	2	0	0	2	1	1	13
Calle Cochabamba y Calle General Trigo	2	3	2	0	0	1	0	2	10
Calle Cochabamba y Calle Ballivián	2	3	2	0	0	1	1	2	11

Fuente: Elaboración propia

3.1.6. Procesamiento de datos de aforo

Se procedió en primera instancia a definir las horas picos que se presentan en los puntos de estudio; es decir, el periodo de tiempo en el que prácticamente existe congestión en la vía o existen volúmenes elevados de tráfico.

En este caso se seleccionó la intersección de la Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre (Puente Bicentenario), realizando el aforo correspondiente desde horas 6:00 a horas 20:00, obteniendo como resultado los valores de la tabla III.48.

Por lo tanto, el aforo de volúmenes de tráfico vehicular, así también como el de peatones (esencial para la determinación del nivel de riesgo) y velocidades, se realizó de lunes a domingo y en las horas señaladas.

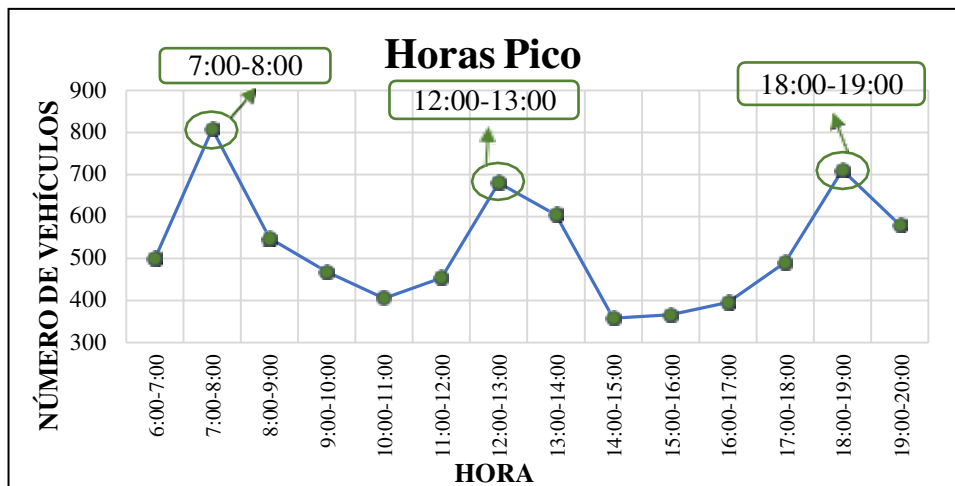
Tabla III.48: Valores de horas pico en la Av. Víctor Paz Estensoro

Hora	Número de vehículos por hora
6:00-7:00	500
7:00-8:00	808
8:00-9:00	548
9:00-10:00	468
10:00-11:00	405
11:00-12:00	454
12:00-13:00	680
13:00-14:00	604
14:00-15:00	358
15:00-16:00	366
16:00-17:00	395
17:00-18:00	490
18:00-19:00	710
19:00-20:00	580

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica III.46. se pueden observar que los picos más representativos se presentan de horas 7:00 a 8:00, 12:00 a 13:00 y 18:00 a 19:00.

Figura III.78: Horas pico-Av. Víctor Paz Estensoro



Fuente: Elaboración propia

Datos aforados para el acceso 1 de horas 7:00 a 8:00 am:

La siguiente tabla nos muestra el procedimiento de análisis y depuración de los datos aforados en la intersección de la Av. Víctor Paz Estensoro con el fin de optar con un rango de seguridad a partir de la media y desviación estándar.

Tabla III.49: Aforos del acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre

Hora	Acceso 1 (veh/h)									Total (veh/h)
	Livianos			Medianos			Pesados			
Día	GI	GD	F	GI	GD	F	GI	GD	F	
Lunes	254	220	246	167	198	155	35	15	33	1323
Martes	260	233	252	165	177	137	33	12	26	1295
Miércoles	276	236	261	172	160	173	30	9	18	1335
Jueves	254	231	263	161	166	178	21	11	27	1312
Viernes	246	218	258	165	155	171	20	14	24	1271
Sábado	266	237	267	170	162	159	24	10	17	1312
Domingo	196	178	228	145	149	163	29	6	18	1112

Fuente: Elaboración propia

Estimación de la media aritmética de los vehículos por hora:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\bar{X} = \frac{1323 + 1295 + 1335 + 1312 + 1271 + 1312 + 1112}{7}$$

$$\bar{X} = 1280 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Cálculo de la desviación estándar:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}$$

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{7-1} \times (1323 - 1280)^2 + (1295 - 1280)^2 + (1335 - 1280)^2 + (1312 - 1280)^2 + (1271 - 1280)^2 + (1312 - 1280)^2 + (1112 - 1280)^2}$$

$$\delta = 76,87 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Determinación del rango superior:

La suma de la media más la desviación estándar determinan el rango superior

$$\text{Rango superior} = 1280 \frac{\text{veh}}{\text{h}} + 76,87 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

$$\text{Rango superior} = 1356,87 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Determinación del rango inferior:

La diferencia entre la media y la desviación estándar determinan el rango inferior

$$\text{Rango inferior} = 1280 \frac{\text{veh}}{\text{h}} - 76,87 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

$$\text{Rango inferior} = 1203,13 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

**Tabla III.50: Volúmenes del Acceso 1 – Intersección Av. Víctor Paz
Estensoro y calle Sucre**

Acceso 1 (veh/h)
1323
1295
1335
1312
1271
1312
1112

Fuente: Elaboración propia

El valor dentro de la casilla señalada identifica el valor fuera del rango determinado (1356,87-1203,13). De tal manera que se vuelve a calcular nuevamente la media excluyendo dicho valor.

**Tabla III.51: Volúmenes del Acceso 1 – Intersección Av. Víctor Paz
Estensoro y calle Sucre (Excluyendo el valor que está fuera del rango)**

Acceso 1 (veh/h)
1323
1295
1335
1312
1271
1312

Fuente: Elaboración propia

$$\bar{X} = 1308 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Para el cálculo de los porcentajes de giro izquierda, derecha, vehículos que realizan la trayectoria de frente y vehículos pesados que circulan por la intersección, se procedió de la siguiente manera:

La tabla III.52 muestra los datos aforados de los vehículos livianos, medianos y pesados que realizaron el giro izquierda para el acceso 1 en horas 7:00 a 8:00 am, donde se sumaron para hallar el total y sobre el total estimado de vehículos que circularon por la intersección se calcularon los respectivos porcentajes. Cabe señalar que para éste cálculo ya no se hace uso de los datos que se encontraban fuera del rango estimado anteriormente.

Tabla III.52: Vehículos que realizan Giro Izquierda en el Acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre

Hora	Acceso 1-Vehículos que realizan Giro Izquierda					
7:00-8:00	Total (veh/h)	L	M	P	Total (veh/h)GI	% GI
Día		GI	GI	GI		
Lunes	1323	254	167	35	456	34,47
Martes	1295	260	165	33	458	35,37
Miércoles	1335	276	172	30	478	35,81
Jueves	1312	254	161	21	436	33,23
Viernes	1271	246	165	20	431	33,91
Sábado	1312	266	170	24	460	35,06

Fuente: Elaboración propia

De igual manera se procedió al cálculo para las maniobras de giro derecha, de frente y vehículos pesados. Sumando los vehículos que realizaron las diferentes maniobras y sacando el porcentaje en relación al volumen total de vehículos estimados.

Después se procede a estimar la media de los valores porcentuales y de halla el valor medio de los mismos para los días aforados.

Tabla III.53: Porcentajes de las maniobras en el Acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre

Acceso 1 (veh/h)						
Horario	7:00-8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
1323	456	34,47	433	32,73	434	32,80
1295	458	35,37	422	32,59	415	32,05
1335	478	35,81	405	30,34	452	33,86
1312	436	33,23	408	31,10	468	35,67
1271	431	33,91	387	30,45	453	35,64
1312	460	35,06	409	31,17	443	33,77
Media		34,64		31,40		33,96

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la media del número de vehículos que circularon por el acceso 1 en las correspondientes horas pico estimado y definido previamente se procedió con el mismo cálculo anteriormente realizado:

Tabla III.54: Porcentajes de las maniobras en el Acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre en horas pico

Acceso 1 (veh/h)						
Horario	7:00-8:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
1323	456	34,47	433	32,73	434	32,80
1295	458	35,37	422	32,59	415	32,05
1335	478	35,81	405	30,34	452	33,86
1312	436	33,23	408	31,10	468	35,67
1271	431	33,91	387	30,45	453	35,64
1312	460	35,06	409	31,17	443	33,77
Media		34,64		31,40		33,96

Horario	12:00-13:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
1045	333	31,87	382	36,56	330	31,58
1058	327	30,91	396	37,43	335	31,66
1062	338	31,83	390	36,72	334	31,45
1065	351	32,96	383	35,96	331	31,08
1082	348	32,16	394	36,41	340	31,42
1058	361	34,12	381	36,01	316	29,87
Media		32,31		36,52		31,18
Horario	18:00-19:00					
Total	Giros				Frente	
	Izquierda		Derecha			
	N	%	N	%	N	%
958	307	32,05	341	35,59	310	32,36
949	306	32,24	331	34,88	312	32,88
945	305	32,28	340	35,98	300	31,75
948	300	31,65	347	36,60	301	31,75
Media		32,05		35,76		32,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.55: Porcentajes de las maniobras en el Acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre

	%GI	%GD	%F
	34,64	31,40	33,95
	32,31	36,52	31,18
	32,05	35,76	32,18
Total %	33,00	34,56	32,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.56: Porcentajes de vehículos pesados en el Acceso 1- Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre

Acceso 1 (veh/h)								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1323	83	6,27	1045	33	3,16	958	46	4,80
1295	71	5,48	1058	33	3,12	949	52	5,48
1335	57	4,27	1062	33	3,11	945	49	5,19
1312	59	4,50	1065	35	3,29	948	51	5,38
1271	58	4,56	1082	38	3,51			
1312	51	3,89	1058	30	2,84			
Media		4,83	Media		3,17	Media		5,21
% VP	4,40							

Fuente: Elaboración propia

Las tablas resumen de los puntos de estudio se mostrarán a continuación, donde se podrá apreciar varios aspectos como la estimación de los volúmenes vehiculares por hora pico estimado para cada acceso de intersección de estudio que se lo realizó alrededor de una semana, así también se podrá apreciar los % de giro izquierda, % de giro derecha, % con trayectoria de frente y a su vez el % de vehículos pesados del volumen medio.

Punto de estudio 1

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Tabla III.57: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 1

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1323	1045	958
Martes	1295	1058	949
Miércoles	1335	1062	931
Jueves	1312	1065	927
Viernes	1271	1082	945
Sábado	1312	1058	972
Domingo	1112	906	948
Media	1280	1039	947
Desviación estándar	77	60	15
Rango superior	1357	1099	962
Rango inferior	1203	980	932
Volumen	1308	1062	950
Volumen vehicular en el punto de estudio	1107		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 1.

Tabla III.58: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 1

Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	% GI	N	% GD	N	% F	Total	N	% GI	N	% GD	N	% F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1323	456	34,47	433	32,73	434	32,80	1045	333	31,87	382	36,56	330	31,58	958	307	32,05	341	35,59	310	32,36
1295	458	35,37	422	32,59	415	32,05	1058	327	30,91	396	37,43	335	31,66	949	306	32,24	331	34,88	312	32,88
1335	478	35,81	405	30,34	452	33,86	1062	338	31,83	390	36,72	334	31,45	945	305	32,28	340	35,98	300	31,75
1312	436	33,23	408	31,10	468	35,67	1065	351	32,96	383	35,96	331	31,08	948	300	31,65	347	36,60	301	31,75
1271	431	33,91	387	30,45	453	35,64	1082	348	32,16	394	36,41	340	31,42							
1312	460	35,06	409	31,17	443	33,77	1058	361	34,12	381	36,01	316	29,87							
Media		34,64		31,40		33,96	Media		32,31		36,52		31,18	Media		32,05		35,76		32,18

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,00	34,56	32,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.59: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 1

Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1323	83	6,27	1045	33	3,16	958	46	4,80
1295	71	5,48	1058	33	3,12	949	52	5,48
1335	57	4,27	1062	33	3,11	945	49	5,19
1312	59	4,50	1065	35	3,29	948	51	5,38
1271	58	4,56	1082	38	3,51			
1312	51	3,89	1058	30	2,84			
Media		4,83	Media		3,17	Media		5,21
% VP	4,40							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.79. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 1



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 2

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2

Tabla III.60: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 2

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 2: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1280	743	729
Martes	1210	765	742
Miércoles	1145	745	674
Jueves	1098	764	730
Viernes	1029	767	733
Sábado	973	755	700
Domingo	825	746	689
Media	1080	755	714
Desviación estándar	153	10	26
Rango superior	1233	765	740
Rango inferior	927	745	688
Volumen	1091	755	716
Volumen vehicular en el punto de estudio	854		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 2.

Tabla III.61: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 2

Punto de estudio 2: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1210	384	31,74	435	35,95	391	32,31	764	204	26,70	235	30,76	318	41,62	729	219	30,04	188	25,79	322	44,17
1145	344	30,04	407	35,55	394	34,41	755	241	31,92	231	30,60	312	41,32	730	204	27,95	185	25,34	340	46,58
1098	362	32,97	363	33,06	373	33,97	746	208	27,88	206	27,61	315	42,23	733	199	27,15	196	26,74	338	46,11
1029	326	31,68	353	34,31	350	34,01								700	195	27,86	189	27,00	313	44,71
973	346	35,56	333	34,22	294	30,22								689	187					
Media		32,40		34,62		32,98	Media		28,83		29,66		41,72	Media		28,25		26,22		45,39

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
29,83	30,16	40,03

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.62: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 2

Punto de estudio 2: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1210	70	5,79	764	54	7,07	729	41	5,62
1145	58	5,07	755	59	7,81	730	39	5,34
1098	51	4,64	746	58	7,77	733	42	5,73
1029	50	4,86				700	45	6,43
973	38	3,91				689	33	
Media		4,85	Media		7,55	Media		5,78
% VP	6,06							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.80. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 2



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 3

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 3

Tabla III.63: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 3

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 3: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 3			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	690	731	575
Martes	650	732	598
Miércoles	699	728	588
Jueves	726	735	569
Viernes	755	734	588
Sábado	744	666	580
Domingo	543	723	562
Media	687	721	580
Desviación estándar	73	25	12
Rango superior	759	746	592
Rango inferior	614	697	568
Volumen	711	731	580
Volumen vehicular en el punto de estudio	674		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 3.

Tabla III.64: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 3

Punto de estudio 3: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre- Acceso 3																				
7:00-8:00						12:00-13:00						18:00-19:00								
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
690	204	29,57	248	35,94	238	34,49	731	167	22,85	300	41,04	264	36,11	575	161	28,00	224	38,96	190	33,04
650	196	30,15	238	36,62	216	33,23	732	152	20,77	315	43,03	265	36,20	588	171	29,08	222	37,76	195	33,16
699	192	27,47	264	37,77	243	34,76	728	161	22,12	310	42,58	257	35,30	569	161	28,30	219	38,49	189	33,22
726	228	31,40	240	33,06	258	35,54	735	149	20,27	312	42,45	274	37,28	588	170	28,91	222	37,76	196	33,33
755	252	33,38	271	35,89	232	30,73	734	175	23,84	298	40,60	261	35,56	580	169	29,14	217	37,41	194	33,45
744	206	27,69	290	38,98	248	33,33	723	225	31,12	253	34,99	245	33,89							
Media		29,94		36,38		33,68	Media		23,49		40,78		35,72	Media		28,69		38,07		33,24

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
27,37	38,41	34,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.65: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 3

Punto de estudio 3: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 3								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
690	18	2,61	731	35	4,79	575	22	3,83
650	14	2,15	732	36	4,92	588	21	3,57
699	18	2,58	728	33	4,53	569	24	4,22
726	24	3,31	735	33	4,49	588	27	4,59
755	22	2,91	734	30	4,09	580	23	3,97
744	24	3,23	723	14	1,94			
Media		2,80	Media		4,13	Media		4,03
% VP	3,65							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.81. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 3



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 4

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4

Tabla III.66: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 4

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 4: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1096	976	977
Martes	1053	951	978
Miércoles	1034	926	970
Jueves	1035	976	965
Viernes	975	938	964
Sábado	1012	868	990
Domingo	870	882	940
Media	1011	931	969
Desviación estándar	72	43	16
Rango superior	1083	974	985
Rango inferior	939	888	953
volumen	1034	938	971
Volumen vehicular en el punto de estudio	981		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 4.

Tabla III.67: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 4

Punto de estudio 4: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1096	335	30,57	368	33,58	393	35,86	951	326	34,28	316	33,23	309	32,49	977	331	33,88	307	31,42	339	34,70	
1053	335	31,81	335	31,81	383	36,37	926	324	34,99	320	34,56	282	30,45	978	322	32,92	316	32,31	340	34,76	
1034	303	29,30	338	32,69	393	38,01	938	319	34,01	320	34,12	299	31,88	970	315	32,47	320	32,99	335	34,54	
1035	338	32,66	344	33,24	353	34,11								965	331	34,30	301	31,19	333	34,51	
975	310	31,79	318	32,62	347	35,59								964	321	33,30	311	32,26	332	34,44	
1012	366	36,17	314	31,03	332	32,81															
Media		32,05		32,49		35,46	Media		34,43		33,97		31,61	Media		33,38		32,04		34,59	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,28	32,83	33,88

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.68: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 4

Punto de estudio 4: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 4								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1096	56	5,11	951	50	5,26	977	42	4,30
1053	65	6,17	926	45	4,86	978	38	3,89
1034	72	6,96	938	58	6,18	970	36	3,71
1035	73	7,05				965	36	3,73
975	68	6,97				964	43	4,46
1012	65	6,42						
Media		6,45	Media		5,43	Media		4,02
% VP	5,30							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.82. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 4



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 5

Av. Integración y calle La Madrid

Tabla III.69: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 5

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 5: Av. Integración y calle La Madrid			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1007	830	695
Martes	957	820	699
Miércoles	1031	816	695
Jueves	1011	822	675
Viernes	979	833	678
Sábado	986	831	669
Domingo	894	785	667
Media	981	820	683
Desviación estándar	45	17	13
Rango superior	1026	836	696
Rango inferior	936	803	669
Volumen	988	825	686
Volumen vehicular en el punto de estudio	833		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 5.

Tabla III.70: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 5

Punto de estudio 5: Av. Integración y calle La Madrid																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1007	364	36,15	319	31,68	324	32,17	830	312	37,59	225	27,11	293	35,30	695	218	31,37	237	34,10	240	34,53	
957	313	32,71	329	34,38	315	32,92	820	300	36,59	238	29,02	282	34,39	695	221	31,80	237	34,10	237	34,10	
1011	324	32,05	312	30,86	375	37,09	816	303	37,13	233	28,55	280	34,31	675	216	32,00	230	34,07	229	33,93	
979	320	32,69	298	30,44	361	36,87	822	303	36,86	232	28,22	287	34,91	678	222	32,74	235	34,66	221	32,60	
986	337	34,18	307	31,14	342	34,69	833	312	37,45	240	28,81	281	33,73								
							831	311	37,42	239	28,76	281	33,81								
Media		33,55		31,70		34,75	Media		37,17		28,41		34,41	Media		31,98		34,23		33,79	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
34,24	31,45	34,32

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.71: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 5

Punto de estudio 5: Av. Integración y calle La Madrid								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1007	56	5,56	830	31	3,73	695	27	3,88
957	55	5,75	820	26	3,17	695	23	3,31
1011	52	5,14	816	30	3,68	675	23	3,41
979	51	5,21	822	29	3,53	678	24	3,54
986	44	4,46	833	26	3,12			
			831	25	3,01			
Media		5,22	Media		3,37	Media		3,54
% VP	4,04							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.83. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 5



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 6

Av. Panamericana y calle 15 de Abril

Tabla III.72: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 6

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 6: Av. Panamericana y calle 15 de Abril			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	989	778	698
Martes	944	771	700
Miércoles	1033	765	683
Jueves	970	780	677
Viernes	936	766	666
Sábado	983	759	673
Domingo	911	736	661
Media	967	765	680
Desviación estándar	40	15	15
Rango superior	1007	780	695
Rango inferior	926	750	665
Volumen	964	770	675
Volumen vehicular en el punto de estudio	803		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 6.

Tabla III.73: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 6

Punto de estudio 6: Av. Panamericana y calle 15 de Abril																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
989	349	35,29	329	33,27	311	31,45	778	295	37,92	235	30,21	248	31,88	683	231	33,82	232	33,97	220	32,21
944	307	32,52	335	35,49	302	31,99	771	290	37,61	238	30,87	243	31,52	677	230	33,97	228	33,68	219	32,35
970	306	31,55	312	32,16	352	36,29	765	287	37,52	233	30,46	245	32,03	666	232	34,83	221	33,18	213	31,98
936	296	31,62	298	31,84	342	36,54	780	290	37,18	243	31,15	247	31,67	673	239	35,51	218	32,39	216	32,10
983	344	34,99	314	31,94	325	33,06	766	282	36,81	239	31,20	245	31,98							
							759	286	37,68	237	31,23	236	31,09							
Media		33,19		32,94		33,87	Media		37,45		30,85		31,69	Media		34,54		33,31		32,16

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
35,06	32,37	32,57

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.74: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 6

Punto de estudio 6: Av. Panamericana y calle 15 de Abril								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
989	50	5,06	778	30	3,86	683	20	2,93
944	46	4,87	771	25	3,24	677	18	2,66
970	51	5,26	765	23	3,01	666	17	2,55
936	45	4,81	780	23	2,95	673	20	2,97
983	43	4,37	766	19	2,48			
			759	16	2,11			
Media		4,87	Media		2,94	Media		2,78
% VP	3,53							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.84. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 6



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 7

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 1

Tabla III.75: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 7

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 7: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 1			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	729	689	621
Martes	829	677	620
Miércoles	815	657	629
Jueves	828	659	605
Viernes	809	665	584
Sábado	796	640	568
Domingo	790	604	569
Media	799	656	599
Desviación estándar	34	28	26
Rango superior	834	683	625
Rango inferior	765	628	574
Volumen	811	660	608
Volumen vehicular en el punto de estudio	693		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 7.

Tabla III.76: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 7

Punto de estudio 7: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 1																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
829	260	31,36	219	26,42	350	42,22	677	238	35,16	213	31,46	226	33,38	621	206	33,17	167	26,89	248	39,94	
815	247	30,31	213	26,13	355	43,56	657	223	33,94	209	31,81	225	34,25	620	196	31,61	168	27,10	256	41,29	
828	258	31,16	202	24,40	368	44,44	659	234	35,51	205	31,11	220	33,38	605	200	33,06	157	25,95	248	40,99	
809	254	31,40	199	24,60	356	44,00	665	235	35,34	196	29,47	234	35,19	584	195	33,39	151	25,86	238	40,75	
796	231	29,02	208	26,13	357	44,85	640	220	34,38	194	30,31	226	35,31								
790	243	30,76	195	24,68	352	44,56															
Media		30,67		25,39		43,94	Media		34,86		30,83		34,30	Media		32,81		26,45		40,74	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
32,78	27,56	39,66

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.77: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 7

Punto de estudio 7: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 1								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
829	59	7,12	677	21	3,10	621	18	2,90
815	63	7,73	657	21	3,20	620	16	2,58
828	52	6,28	659	24	3,64	605	15	2,48
809	46	5,69	665	18	2,71	584	14	2,40
796	53	6,66	640	18	2,81			
790	56	7,09						
Media		6,76	Media		3,09	Media		2,59
% VP	4,15							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.85. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 7



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 8

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 2

Tabla III.78: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 8

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 8: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 2			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	253	216	196
Martes	238	206	181
Miércoles	238	201	164
Jueves	202	203	157
Viernes	206	189	149
Sábado	218	192	137
Domingo	204	186	120
Media	223	199	158
Desviación estándar	20	11	26
Rango superior	243	210	183
Rango inferior	202	188	132
Volumen	221	198	158
Volumen vehicular en el punto de estudio	192		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 8.

Tabla III.79: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 8

Punto de estudio 8: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 2																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
238	0	0,00	89	37,39	149	62,61	206	0	0,00	96	46,60	110	53,40	181	0	0,00	102	56,35	79	43,65
238	0	0,00	85	35,71	153	64,29	201	0	0,00	87	43,28	114	56,72	164	0	0,00	100	60,98	64	39,02
206	0	0,00	69	33,50	137	66,50	203	0	0,00	88	43,35	115	56,65	157	0	0,00	98	62,42	59	37,58
218	0	0,00	71	32,57	147	67,43	189	0	0,00	86	45,50	103	54,50	149	0	0,00	92	61,74	57	38,26
204	0	0,00	61	29,90	143	70,10	192	0	0,00	91	47,40	101	52,60	137						
Media		0,00		33,82		66,18	Media		0,00		45,23		54,77	Media		0,00		60,37		39,63

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
0,00	46,47	53,53

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.80: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 8

Punto de estudio 8: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Padilla-Acceso 2								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
238	6	2,52	206	11	5,34	181	19	10,50
238	8	3,36	201	11	5,47	164	22	13,41
206	8	3,88	203	11	5,42	157	26	16,56
218	4	1,83	189	8	4,23	149	22	14,77
204	3	1,47	192	7	3,65	137	23	16,79
Media		2,61	Media		4,82	Media		14,41
% VP	7,28							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.86. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 8



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 9

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1

Tabla III.81: Aforo de Volúmenes Vehiculares en horas pico-Punto de estudio 9

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 9: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 1			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	253	209	140
Martes	238	226	165
Miércoles	238	222	163
Jueves	202	214	149
Viernes	206	196	136
Sábado	218	195	132
Domingo	204	174	113
Media	223	205	143
Desviación estándar	20	18	18
Rango superior	243	223	161
Rango inferior	202	187	124
Volumen	221	207	139
Volumen vehicular en el punto de estudio	189		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 9.

Tabla III.82: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 9

Punto de estudio 9: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 1																				
7:00-8:00						12:00-13:00						18:00-19:00								
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
238	0	0,00	89	37,39	149	62,61	209	0	0,00	108	51,67	101	48,33	140	0	0,00	76	54,29	64	45,71
238	0	0,00	85	35,71	153	64,29	222	0	0,00	108	48,65	114	51,35	149	0	0,00	72	48,32	77	51,68
206	0	0,00	69	33,50	137	66,50	214	0	0,00	103	48,13	111	51,87	136	0	0,00	67	49,26	69	50,74
218	0	0,00	71	32,57	147	67,43	196	0	0,00	94	47,96	102	52,04	132	0	0,00	62	46,97	70	53,03
204	0	0,00	61	29,90	143	70,10	195	0	0,00	100	51,28	95	48,72							
Media		0,00		33,82		66,18	Media		0,00		49,54		50,46	Media		0,00		49,71		50,29

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
0,00	44,35	55,65

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.83: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 9

Punto de estudio 9: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 1								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
238	6	2,52	209	7	3,35	140	18	12,86
238	8	3,36	222	7	3,15	149	11	7,38
206	8	3,88	214	5	2,34	136	9	6,62
218	4	1,83	196	3	1,53	132	7	5,30
204	3	1,47	195	3	1,54			
Media		2,61	Media		2,38	Media		8,04
% VP	4,35							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.87. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 9



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 10

Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 2

Tabla III.84: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 10

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 10: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 2			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	310	344	241
Martes	305	347	238
Miércoles	292	340	217
Jueves	276	316	219
Viernes	250	326	209
Sábado	238	306	210
Domingo	224	288	187
Media	271	324	217
Desviación estándar	34	22	18
Rango superior	305	346	236
Rango inferior	237	302	199
Volumen	273	326	219
Volumen vehicular en el punto de estudio	273		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 10.

Tabla III.85: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 10

Punto de estudio 10: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 2																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
310	124	40,00	103	33,23	83	26,77	344	122	35,47	111	32,27	111	32,27	241	83	34,44	90	37,34	68	28,22
292	106	36,30	94	32,19	92	31,51	340	123	36,18	105	30,88	112	32,94	217	75	34,56	82	37,79	60	27,65
276	105	38,04	92	33,33	79	28,62	316	112	35,44	94	29,75	110	34,81	219	75	34,25	83	37,90	61	27,85
250	98	39,20	79	31,60	73	29,20	326	112	34,36	95	29,14	119	36,50	209	73	34,93	75	35,89	61	29,19
238	90	37,82	81	34,03	67	28,15	306	103	33,66	90	29,41	113	36,93	210	76	36,19	80	38,10	54	25,71
Media		38,27		32,88		28,85	Media		35,02		30,29		34,69	Media		34,87		37,40		27,72

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
36,06	33,52	30,42

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.86: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 10

Punto de estudio 10: Av. Víctor Paz Estensoro y calle España-Acceso 2								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
310	12	3,87	344	20	5,81	241	28	11,62
292	11	3,77	340	15	4,41	217	23	10,60
276	9	3,26	316	14	4,43	219	22	10,05
250	7	2,80	326	11	3,37	209	17	8,13
238	4	1,68	306	10	3,27	210	16	
Media		3,08	Media		4,26	Media		10,10
% VP	5,81							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.88. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 10



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 11

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza

Tabla III.87: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 11

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 11: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1107	1038	975
Martes	1137	1051	973
Miércoles	1129	998	978
Jueves	1118	1043	992
Viernes	1127	1055	959
Sábado	1121	1069	977
Domingo	1078	1026	916
Media	1117	1040	967
Desviación estándar	19	23	25
Rango superior	1136	1063	992
Rango inferior	1097	1017	943
Volumen	1120	1047	972
Volumen vehicular en el punto de estudio	1047		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado.


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 11

Tabla III.88: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 11

Punto de estudio 11: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1107	397	35,86	386	34,87	324	29,27	1038	365	35,16	367	35,36	306	29,48	975	336	34,46	323	33,13	316	32,41	
1129	404	35,78	380	33,66	345	30,56	998	376	37,68	361	36,17	314	31,46	973	358	36,79	326	33,50	289	29,70	
1118	409	36,58	369	33,01	340	30,41	1043	360	34,52	374	35,86	309	29,63	978	336	34,36	315	32,21	327	33,44	
1127	413	36,65	374	33,19	340	30,17	1055	357	33,84	391	37,06	307	29,10	959	336	35,04	313	32,64	310	32,33	
1121	428	38,18	370	33,01	323	28,81	1069	356	33,30	372	34,80	298	27,88	977	353	36,13	323	33,06	301	30,81	
Media		36,61		33,54		29,84	Media		34,90		35,85		29,51	Media		35,36		32,91		31,74	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
35,62	34,10	30,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.89: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 11

Punto de estudio 11: Av. Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1107	67	6,05	1038	63	6,07	975	50	5,13
1129	55	4,87	998	60	6,01	973	54	5,55
1118	66	5,90	1043	57	5,47	978	60	6,13
1127	56	4,97	1055	58	5,50	959	43	4,48
1121	52	4,64	1069	67	6,27	977	57	
Media		5,29	Media		5,86	Media		5,32
% VP	5,49							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.89. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 11



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 12

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea

Tabla III.90: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 12

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 12: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1171	1105	950
Martes	1153	1137	944
Miércoles	1119	1135	947
Jueves	1142	1120	927
Viernes	1084	1135	960
Sábado	1082	1094	934
Domingo	1083	1070	890
Media	1119	1114	936
Desviación estándar	37	25	23
Rango superior	1156	1139	959
Rango inferior	1082	1088	913
Volumen	1138	1118	940
Volumen vehicular en el punto de estudio	1065		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 12

Tabla III.91: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 12

Punto de estudio 12: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1153	399	34,61	401	34,78	353	30,62	1105	382	34,57	388	35,11	335	30,32	950	343	36,11	308	32,42	299	31,47	
1119	415	37,09	347	31,01	357	31,90	1137	401	35,27	397	34,92	339	29,82	944	350	37,08	293	31,04	301	31,89	
1142	436	38,18	349	30,56	357	31,26	1135	401	35,33	400	35,24	334	29,43	947	337	35,59	303	32,00	307	32,42	
1083	376	34,72	373	34,44	334	30,84	1120	386	34,46	396	35,36	338	30,18	927	316	34,09	303	32,69	308	33,23	
							1135	396	34,89	398	35,07	341	30,04	934	330	35,33	294	31,48	310	33,19	
							1094	385	35,19	382	34,92	327	29,89								
Media		36,15		32,70		31,16	Media		34,95		35,10		29,95	Media		35,64		31,92		32,44	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
35,58	33,24	31,18

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.92: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 12

Punto de estudio 12: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1153	52	4,51	1105	42	3,80	950	31	3,26
1119	55	4,92	1137	41	3,61	944	24	2,54
1142	62	5,43	1135	40	3,52	947	25	2,64
1083	63	5,82	1120	31	2,77	927	27	2,91
			1135	35	3,08	934	25	
			1094	32				
Media		5,17	Media		3,36	Media		2,84
% VP	3,79							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.90. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 12



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 13

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa

Tabla III.93: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 13

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 13: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	890	902	799
Martes	901	876	823
Miércoles	886	874	804
Jueves	863	908	798
Viernes	880	884	823
Sábado	882	839	811
Domingo	817	810	791
Media	874	870	807
Desviación estándar	28	35	13
Rango superior	902	905	820
Rango inferior	846	836	794
Volumen	884	875	807
Volumen vehicular en el punto de estudio	855		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 13

Tabla III.94: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 13

Punto de estudio 13: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
890	277	31,12	298	33,48	315	35,39	902	298	33,04	287	31,82	317	35,14	799	237	29,66	258	32,29	304	38,05	
901	278	30,85	296	32,85	327	36,29	876	270	30,82	298	34,02	308	35,16	804	243	30,22	265	32,96	296	36,82	
886	265	29,91	295	33,30	326	36,79	874	269	30,78	296	33,87	309	35,35	798	229	28,70	263	32,96	306	38,35	
863	262	30,36	286	33,14	315	36,50	884	277	31,33	317	35,86	290	32,81	823	237	28,80	288	34,99	298	36,21	
880	277	31,48	290	32,95	313	35,57	839	252	30,04	280	33,37	307	36,59	811	241	29,72	277	34,16	293	36,13	
882	275	31,18	296	33,56	311	35,26															
Media		30,82		33,21		35,97	Media		31,20		33,79		35,01	Media		29,42		33,47		37,11	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
30,48	33,49	36,03

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.95: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 13

Punto de estudio 13: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
890	80	8,99	902	46	5,10	799	42	5,26
901	77	8,55	876	39	4,45	804	43	5,35
886	72	8,13	874	41	4,69	798	31	3,88
863	60	6,95	884	37	4,19	823	32	3,89
880	62		839	38	4,53	811	37	
882	52							
Media		8,15	Media		4,59	Media		4,59
% VP	5,78							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.91. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 13



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 14

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto

Tabla III.96: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 14

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 14: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	996	920	904
Martes	993	927	885
Miércoles	1052	918	883
Jueves	1101	928	876
Viernes	1056	937	849
Sábado	1015	919	846
Domingo	998	883	818
Media	1030	919	866
Desviación estándar	41	17	29
Rango superior	1071	936	895
Rango inferior	989	902	836
Volumen	1018	922	868
Volumen vehicular en el punto de estudio	936		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 14

Tabla III.97: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 14

Punto de estudio 14: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
996	324	32,53	300	30,12	372	37,35	920	313	34,02	276	30,00	331	35,98	885	301	34,01	275	31,07	309	34,92	
993	329	33,13	305	30,72	359	36,15	927	306	33,01	295	31,82	326	35,17	883	309	34,99	272	30,80	302	34,20	
1052	341	32,41	327	31,08	384	36,50	918	301	32,79	296	32,24	321	34,97	876	294	33,56	274	31,28	308	35,16	
1056	336	31,82	334	31,63	386	36,55	928	302	32,54	295	31,79	331	35,67	849	295	34,75	256	30,15	298	35,10	
1015	318	31,33	319	31,43	378	37,24	919	300	32,64	299	32,54	320	34,82	846	286	33,81	253	29,91	307	36,29	
998	283	28,36	355	35,57	360	36,07															
Media		31,60		31,76		36,65	Media		33,00		31,68		35,32	Media		34,22		30,64		35,13	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
32,94	31,36	35,70

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.98: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 14

Punto de estudio 14: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano Soto								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
996	55	5,52	920	45	4,89	885	55	6,21
993	55	5,54	927	44	4,75	883	58	6,57
1052	53	5,04	918	44	4,79	876	52	5,94
1056	56	5,30	928	36	3,88	849	51	6,01
1015	48		919	25	2,72	846	38	
998	42							
Media		5,35	Media		4,21	Media		6,18
% VP	5,25							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.92. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 14



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 15

15: Av. La Banda y Av. José Julián Pérez

Tabla III.99: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 15

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 15: Av. La Banda y Av. José Julián Pérez			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	847	621	575
Martes	851	601	546
Miércoles	802	574	553
Jueves	771	556	526
Viernes	802	486	499
Sábado	744	432	483
Domingo	719	418	443
Media	791	527	518
Desviación estándar	50	82	46
Rango superior	840	608	564
Rango inferior	741	445	472
Volumen	780	554	521
Volumen vehicular en el punto de estudio	618		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 15

Tabla III.100: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 15

Punto de estudio 15: Av. La Banda y Av. José Julián Pérez																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
802	343	42,77	270	33,67	189	23,57	601	244	40,60	191	31,78	166	27,62	546	250	45,79	206	37,73	90	16,48
771	335	43,45	267	34,63	169	21,92	574	227	39,55	188	32,75	159	27,70	553	262	47,38	199	35,99	92	16,64
802	328	40,90	321	40,02	153	19,08	556	228	41,01	175	31,47	153	27,52	526	248	47,15	180	34,22	98	18,63
744	321	43,15	303	40,73	120	16,13	486	208	42,80	161	33,13	117	24,07	499	245	49,10	169	33,87	85	17,03
														483	245	50,72	166	34,37	72	14,91
Media		42,57		37,26		20,17	Media		40,99		32,28		26,73	Media		48,03		35,23		16,74

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
43,86	34,93	21,21

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.101: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 15

Punto de estudio 15: Av. La Banda y Av. José Julián Pérez								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
802	26	3,24	601	35	5,82	546	35	6,41
771	21	2,72	574	29	5,05	553	33	5,97
802	20	2,49	556	28	5,04	526	29	5,51
744	20	2,69	486	26	5,35	499	24	4,81
						483	24	4,97
Media		2,79	Media		5,32	Media		5,53
% VP	4,55							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.93. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 15

Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 16

Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina

Tabla III.102: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 16

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 16:Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	516	533	372
Martes	504	541	392
Miércoles	480	537	383
Jueves	512	520	352
Viernes	502	499	307
Sábado	466	497	323
Domingo	452	475	305
Media	490	515	348
Desviación estándar	25	25	36
Rango superior	515	539	384
Rango inferior	466	490	311
Volumen	500	517	358
Volumen vehicular en el punto de estudio	458		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 16

Tabla III.103: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 16

Punto de estudio 16: Av. Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
504	418	82,94	401	79,56	347	68,85	533	280	52,53	253	47,47	0	0,00	372	194	52,15	178	47,85	0	0,00
480	410	85,42	400	83,33	347	72,29	537	275	51,21	262	48,79	0	0,00	383	215	56,14	168	43,86	0	0,00
512	420	82,03	414	80,86	338	66,02	520	273	52,50	247	47,50	0	0,00	352	191	54,26	161	45,74	0	0,00
502	405	80,68	405	80,68	331	65,94	499	256	51,30	243	48,70	0	0,00	323	163	50,46	160	49,54	0	0,00
							497	254	51,11	243	48,89	0	0,00							
Media		82,77		81,11		68,27	Media		51,73		48,27		0,00	Media		53,25		46,75		0,00

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
62,58	58,71	22,76

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.104: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 16

Punto de estudio 16: Av. Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
504	61	12,10	533	13	2,44	372	21	5,65
480	48	10,00	537	13	2,42	383	19	4,96
512	59	11,52	520	11	2,12	352	19	5,40
502	48	9,56	499	10	2,00	323	12	3,72
			497	8	1,61			
Media		10,80	Media		2,12	Media		4,93
% VP	5,95							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.94. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 16



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 17

Av. La Banda y puente Bicentenario

Tabla III.105: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 17

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 17:Av. La Banda y puente Bicentenario			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1154	1120	957
Martes	1169	1139	970
Miércoles	1157	1139	917
Jueves	1181	1133	949
Viernes	1148	1115	959
Sábado	1141	1098	1046
Domingo	1072	1074	901
Media	1146	1117	957
Desviación estándar	35	24	46
Rango superior	1181	1141	1003
Rango inferior	1111	1093	911
Volumen	1154	1124	950
Volumen vehicular en el punto de estudio	1076		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 17

Tabla III.106: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 17

Punto de estudio 17: Av. La Banda y puente Bicentenario																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1154	405	35,10	406	35,18	343	29,72	1120	389	34,73	389	34,73	342	30,54	957	347	36,26	307	32,08	303	31,66
1169	418	35,76	401	34,30	350	29,94	1139	398	34,94	396	34,77	345	30,29	970	354	36,49	321	33,09	295	30,41
1157	410	35,44	400	34,57	347	29,99	1139	409	35,91	390	34,24	340	29,85	917	340	37,08	271	29,55	306	33,37
1148	405	35,28	405	35,28	338	29,44	1133	396	34,95	391	34,51	346	30,54	949	324	34,14	306	32,24	319	33,61
1141	429	37,60	381	33,39	331	29,01	1115	408	36,59	359	32,20	348	31,21	959	350	36,50	319	33,26	290	30,24
							1098	396	36,07	362	32,97	340	30,97							
Media		35,83		34,55		29,62	Media		35,53		33,90		30,57	Media		36,09		32,05		31,86

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
35,82	33,50	30,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.107: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 17

Punto de estudio 17:Av. La Banda y puente Bicentenario								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1154	60	5,20	1120	57	5,09	957	48	5,02
1169	61	5,22	1139	56	4,92	970	46	4,74
1157	48	4,15	1139	55	4,83	917	45	4,91
1148	48	4,18	1133	53	4,68	949	48	5,06
1141	54		1115	51	4,57	959	46	4,80
			1098	55				
Media		4,69	Media		4,82	Media		4,90
% VP	4,80							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.95. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 17



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 18

Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces

Tabla III.108: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 18

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 18:Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1235	1028	1063
Martes	1173	1105	1080
Miércoles	1169	1020	1006
Jueves	1227	1015	1009
Viernes	1199	1014	1046
Sábado	1167	1021	1011
Domingo	1128	935	996
Media	1185	1020	1030
Desviación estándar	37	49	33
Rango superior	1223	1069	1063
Rango inferior	1148	970	998
Volumen	1189	1020	1018
Volumen vehicular en el punto de estudio	1075		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 18

Tabla III.109: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 18

Punto de estudio 18: Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1173	422	35,98	381	32,48	370	31,54	1028	366	35,60	327	31,81	335	32,59	1006	344	34,19	293	29,13	369	36,68	
1169	386	33,02	421	36,01	362	30,97	1020	350	34,31	337	33,04	333	32,65	1009	334	33,10	304	30,13	371	36,77	
1199	426	35,53	407	33,94	366	30,53	1015	338	33,30	339	33,40	338	33,30	1046	381	36,42	307	29,35	358	34,23	
1167	405	34,70	393	33,68	369	31,62	1014	360	35,50	327	32,25	327	32,25	1011	343	33,93	330	32,64	338	33,43	
							1021	354	34,67	347	33,99	320	31,34								
Media		34,81		34,03		31,16	Media		34,68		32,90		32,43	Media		34,41		30,31		35,28	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
34,63	32,41	32,96

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.110: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 18

Punto de estudio 18: Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1173	57	4,86	1028	46	4,47	1006	33	3,28
1169	54	4,62	1020	48	4,71	1009	37	3,67
1199	44	3,67	1015	43	4,24	1046	34	3,25
1167	44	3,77	1014	37	3,65	1011	28	2,77
			1021	38	3,72			
Media		4,23	Media		4,16	Media		3,24
% VP	3,88							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.96. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 18



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 19

Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto

Tabla III.111: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 19

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 19:Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1233	1051	1124
Martes	1188	1019	1077
Miércoles	1171	1011	1033
Jueves	1190	997	1048
Viernes	1150	1017	1035
Sábado	1202	1026	1012
Domingo	1170	974	962
Media	1186	1014	1042
Desviación estándar	27	24	51
Rango superior	1213	1038	1092
Rango inferior	1160	990	991
Volumen	1183	1014	1032
Volumen vehicular en el punto de estudio	1076		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 19

Tabla III.112: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 19

Punto de estudio 19: Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1188	399	33,59	380	31,99	409	34,43	1019	355	34,84	340	33,37	324	31,80	1077	332	30,83	313	29,06	432	40,11	
1190	400	33,61	404	33,95	386	32,44	1011	350	34,62	328	32,44	333	32,94	1033	325	31,46	302	29,24	406	39,30	
1150	388	33,74	394	34,26	368	32,00	997	342	34,30	315	31,59	340	34,10	1048	360	34,35	305	29,10	383	36,55	
1202	411	34,19	388	32,28	403	33,53	1017	360	35,40	320	31,47	337	33,14	1035	354	34,20	306	29,57	375	36,23	
							1026	377	36,74	329	32,07	320	31,19	1012	335	33,10	305	30,14	372	36,76	
														962	327	33,99	270	28,07	365	37,94	
Media		33,78		33,12		33,10	Media		35,18		32,19		32,63	Media		32,99		29,20		37,82	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,98	31,50	34,52

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.113: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 19

Punto de estudio 19: Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1188	65	5,47	1019	48	4,71	1077	46	4,27
1190	55	4,62	1011	48	4,75	1033	40	3,87
1150	47	4,09	997	43	4,31	1048	39	3,72
1202	41	3,41	1017	37	3,64	1035	33	3,19
			1026	38	3,70	1012	28	2,77
						962	30	3,12
Media		4,40	Media		4,22	Media		3,49
% VP	4,04							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.97. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 19



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 20

Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles

Tabla III.114: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 20

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 20:Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1204	1044	1101
Martes	1199	1029	1034
Miércoles	1172	1042	1021
Jueves	1161	1017	1028
Viernes	1132	1008	1023
Sábado	1127	969	997
Domingo	1120	964	983
Media	1159	1010	1027
Desviación estándar	34	33	37
Rango superior	1194	1043	1064
Rango inferior	1125	978	989
Volumen	1148	1005	1018
Volumen vehicular en el punto de estudio	1057		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 20

Tabla III.115: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 20

Punto de estudio 20: Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
1172	373	31,83	398	33,96	401	34,22	1029	351	34,11	336	32,65	342	33,24	1034	342	33,08	307	29,69	385	37,23	
1161	386	33,25	376	32,39	399	34,37	1042	335	32,15	356	34,17	351	33,69	1021	345	33,79	310	30,36	366	35,85	
1132	385	34,01	361	31,89	386	34,10	1017	326	32,06	345	33,92	346	34,02	1028	331	32,20	333	32,39	364	35,41	
1127	385	34,16	359	31,85	383	33,98	1008	335	33,23	329	32,64	344	34,13	1023	336	32,84	310	30,30	377	36,85	
							969	320	33,02	326	33,64	323	33,33	983	328	33,37	305	31,03	350	35,61	
							964	308	31,95	332	34,44	324	33,61								
Media		33,31		32,52		34,17	Media		32,75		33,58		33,67	Media		33,06		30,76		36,19	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,04	32,28	34,67

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.116: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 20

Punto de estudio 20: Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1172	53	4,52	1029	31	3,01	1034	26	2,51
1161	49	4,22	1042	33	3,17	1021	20	1,96
1132	46	4,06	1017	24	2,36	1028	24	2,33
1127	44	3,90	1008	25	2,48	1023	28	2,74
			969	18	1,86	983	18	1,83
			964	22				
Media		4,18	Media		2,58	Media		2,28
% VP	3,01							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.98. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 20



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 21

Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez

Tabla III.117: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 21

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 21: Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	783	702	693
Martes	719	680	650
Miércoles	717	671	667
Jueves	741	645	639
Viernes	759	652	633
Sábado	747	487	658
Domingo	656	650	630
Media	732	641	653
Desviación Estándar	40	71	22
Rango Superior	772	712	675
Rango Inferior	691	570	631
Volumen	737	660	649
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	682		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 21

Tabla III.118: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 21

Punto de estudio 21: Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
719	348	48,40	371	51,60	0	0,00	680	332	48,82	348	51,18	0	0,00	650	344	52,92	306	47,08	0	0,00
717	351	48,95	366	51,05	0	0,00	671	325	48,44	346	51,56	0	0,00	667	339	50,82	328	49,18	0	0,00
741	351	47,37	390	52,63	0	0,00	645	308	47,75	337	52,25	0	0,00	639	330	51,64	309	48,36	0	0,00
759	370	48,75	389	51,25	0	0,00	652	315	48,31	337	51,69	0	0,00	633	324	51,18	309	48,82	0	0,00
747	393	52,61	354	47,39	0	0,00	650	322	49,54	328	50,46	0	0,00	658	344	52,28	314	47,72	0	0,00
												0								
Media		49,22		50,78		0,00	Media		48,57		51,43		0,00	Media		51,77		48,23		0,00

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
49,85	50,15	0,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.119: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 21

Punto de estudio 21: Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
719	30	4,17	680	25	3,68	650	17	2,62
717	25	3,49	671	21	3,13	667	10	1,50
741	24	3,24	645	11	1,71	639	14	2,19
759	23	3,03	652	17	2,61	633	13	2,05
747	22	2,95	650	11	1,69	658	13	1,98
Media		3,37	Media		2,56	Media		2,07
% VP	2,67							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.99. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 21



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 22

Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce

Tabla III.120: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 22

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 22: Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	840	717	733
Martes	792	695	733
Miércoles	778	698	727
Jueves	767	686	737
Viernes	797	692	731
Sábado	803	711	705
Domingo	736	696	677
Media	788	699	720
Desviación Estándar	32	11	22
Rango Superior	820	710	742
Rango Inferior	755	688	699
Volumen	787	695	725
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	736		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 22

Tabla III.121: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 22

Punto de estudio 22: Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
792	410	51,77	382	48,23	0	0,00	695	350	50,36	345	49,64	0	0,00	733	373	50,89	361	49,25	0	0,00
778	405	52,06	373	47,94	0	0,00	698	353	50,57	345	49,43	0	0,00	733	372	50,75	359	48,98	0	0,00
767	410	53,46	357	46,54	0	0,00	692	345	49,86	347	50,14	0	0,00	727	368	50,62	367	50,48	0	0,00
797	392	49,18	405	50,82	0	0,00	696	358	51,44	338	48,56	0	0,00	737	370	50,20	368	49,93	0	0,00
803	397	49,44	406	50,56	0	0,00								731	363	49,66	357	48,84	0	0,00
														705	348	49,36	331	46,95	0	0,00
Media		51,18		48,82		0,00	Media		50,56		49,44		0,00	Media		50,25		49,07		0,00

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
50,66	49,11	0,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.122: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 22

Punto de estudio 22: Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
792	33	4,17	695	25	3,60	733	32	4,37
778	31	3,98	698	23	3,30	733	29	3,96
767	28	3,65	692	20	2,89	727	28	3,85
797	25	3,14	696	24	3,45	737	25	3,39
803	23	2,86				731	22	3,01
						705	21	2,98
Media		3,56	Media		3,31	Media		3,59
% VP	3,49							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.100. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 22

Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 23

Av. La Paz y Calle Ciro Trigo

Tabla III.123: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 23

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 23: Av. La Paz y Calle Ciro Trigo			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	646	641	721
Martes	658	632	712
Miércoles	673	605	702
Jueves	688	624	770
Viernes	709	595	707
Sábado	696	573	720
Domingo	628	560	704
Media	671	604	719
Desviación Estándar	29	30	23
Rango Superior	700	635	743
Rango Inferior	642	574	696
Volumen	672	614	711
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	666		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 23

Tabla III.124: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 23

Punto de estudio 23: Av. La Paz y Calle Ciro Trigo																					
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00							
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	
646	265	41,02	0	0,00	381	58,98	632	276	43,67	0	0,00	356	56,33	721	258	35,78	0	0,00	463	64,22	
658	264	40,12	0	0,00	394	59,88	605	251	41,49	0	0,00	354	58,51	712	243	34,13	0	0,00	469	65,87	
673	284	42,20	0	0,00	389	57,80	624	283	45,35	0	0,00	341	54,65	702	242	34,47	0	0,00	460	65,53	
688	280	40,70	0	0,00	408	59,30	595	269	45,21	0	0,00	326	54,79	707	242	34,23	0	0,00	465	65,77	
696	292	41,95	0	0,00	404	58,05								720	248	34,44	0	0,00	472	65,56	
														704	235	33,38	0	0,00	469	66,62	
Media		41,20		0,00		58,80	Media		43,93		0,00		56,07	Media		34,41		0,00		65,59	

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
39,85	0,00	60,15

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.125: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 23

Punto de estudio 23: Av. La Paz y Calle Ciro Trigo								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
646	112	17,34	632	94	14,87	721	88	12,21
658	118	17,93	605	84	13,88	712	89	12,50
673	108	16,05	624	80	12,82	702	88	12,54
688	130	18,90	595	78	13,11	707	83	11,74
696	137	19,68				720	90	12,50
						704	80	11,36
Media		17,98	Media		13,67	Media		12,14
% VP	14,60							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.101. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 23



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 24

Av. La Paz y Av. Belgrano

Tabla III.126: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 24

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 24:Av. La Paz y Av. Belgrano			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1348	1077	980
Martes	1312	1187	971
Miércoles	1350	1193	958
Jueves	1337	1095	952
Viernes	1297	1104	968
Sábado	1327	1095	994
Domingo	1139	936	978
Media	1301	1098	972
Desviación Estándar	74	85	14
Rango Superior	1376	1183	986
Rango Inferior	1227	1013	957
Volumen	1329	1093	969
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	1130		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 24

Tabla III.127: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 24

Punto de estudio 24: Av. La Paz y Av. Belgrano																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1348	465	34,50	440	32,64	443	32,86	1077	342	31,75	391	36,30	344	31,94	980	318	32,45	347	35,41	315	32,14
1312	464	35,37	427	32,55	421	32,09	1095	362	33,06	393	35,89	340	31,05	971	312	32,13	341	35,12	318	32,75
1350	482	35,70	412	30,52	456	33,78	1104	357	32,34	401	36,32	346	31,34	958	302	31,52	341	35,59	315	32,88
1337	445	33,28	417	31,19	475	35,53	1095	371	33,88	399	36,44	325	29,68	968	315	32,54	346	35,74	307	31,71
1297	438	33,77	398	30,69	461	35,54								978	320	32,72	352	35,99	306	31,29
1327	459	34,59	416	31,35	452	34,06														
Media		34,53		31,49		33,98	Media		32,76		36,24		31,00	Media		32,27		35,57		32,16

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,19	34,43	32,38

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.128: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 24

Punto de estudio 24: Av. La Paz y Av. Belgrano								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1348	89	6,60	1077	41	3,81	980	52	5,31
1312	75	5,72	1095	43	3,93	971	59	6,08
1350	60	4,44	1104	44	3,99	958	56	5,85
1337	66	4,94	1095	49	4,47	968	55	5,68
1297	65	5,01				978	60	6,13
1327	57	4,30						
Media		5,17	Media		4,05	Media		5,81
% VP	5,01							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.102. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 24



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 25

Av. La Paz y Calle Bolívar

Tabla III.129: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 25

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 25: Av. La Paz y Calle Bolívar			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1342	1075	989
Martes	1299	1141	980
Miércoles	1324	1151	955
Jueves	1304	1095	952
Viernes	1289	1086	964
Sábado	1311	1082	991
Domingo	1030	942	977
Media	1271	1082	973
Desviación Estándar	108	68	16
Rango Superior	1379	1150	988
Rango Inferior	1163	1013	957
Volumen	1312	1096	974
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	1127		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 25

Tabla III.130: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 25

Punto de estudio 25: Av. La Paz y Calle Bolívar																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1342	465	34,65	436	32,49	441	32,86	1075	340	31,63	392	36,47	343	31,91	980	313	31,94	341	34,80	326	33,27
1299	463	35,64	419	32,26	417	32,10	1141	404	35,41	392	34,36	345	30,24	964	317	32,88	345	35,79	302	31,33
1324	475	35,88	397	29,98	452	34,14	1095	367	33,52	385	35,16	343	31,32	977	320	32,75	350	35,82	307	31,42
1304	432	33,13	410	31,44	462	35,43	1086	356	32,78	384	35,36	346	31,86							
1289	439	34,06	399	30,95	451	34,99	1082	371	34,29	387	35,77	324								
1311	453	34,55	413	31,50	445	33,94														
Media		34,65		31,44		33,91	Media		33,52		35,42		31,33	Media		32,53		35,47		32,01

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,57	34,11	32,42

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.131: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 25

Punto de estudio 25: Av. La Paz y Calle Bolívar								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1342	83	6,18	1075	40	3,72	980	55	5,61
1299	71	5,47	1141	38	3,33	964	52	5,39
1324	56	4,23	1095	42	3,84	977	55	5,63
1304	59	4,52	1086	33	3,04			
1289	63	4,89	1082	46				
1311	52	3,97						
Media		4,88	Media		3,48	Media		5,55
% VP	4,63							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.103. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 25

Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 26

Av. La Paz y Av. Potosí

Tabla III.132: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 26

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 26: Av. La Paz y Av. Potosí			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1349	1061	980
Martes	1308	1101	977
Miércoles	1340	1129	970
Jueves	1331	1090	978
Viernes	1338	1085	970
Sábado	1349	1096	999
Domingo	1104	937	940
Media	1303	1071	973
Desviación Estándar	89	63	18
Rango Superior	1391	1134	991
Rango Inferior	1214	1009	956
Volumen	1336	1094	975
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	1135		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 26

Tabla III.133: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 26

Punto de estudio 26: Av. La Paz y Av. Potosí																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1349	472	34,99	442	32,77	435	32,25	1061	345	32,52	376	35,44	340	32,05	980	319	32,55	346	35,31	315	32,14
1308	466	35,63	431	32,95	411	31,42	1101	380	34,51	390	35,42	331	30,06	977	314	32,14	344	35,21	319	32,65
1340	480	35,82	415	30,97	445	33,21	1129	400	35,43	382	33,84	347	30,74	970	300	30,93	345	35,57	325	33,51
1331	457	34,34	424	31,86	450	33,81	1090	355	32,57	389	35,69	346	31,74	978	317	32,41	337	34,46	324	33,13
1338	464	34,68	423	31,61	451	33,71	1085	351	32,35	389	35,85	345	31,80	970	304	31,34	337	34,74	329	33,92
1349	480	35,58	422	31,28	447	33,14	1096	359	32,76	391	35,68	346	31,57							
Media		35,17		31,91		32,92	Media		33,36		35,32		31,33	Media		31,87		35,06		33,07

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,47	34,09	32,44

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.134: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 26

Punto de estudio 26: Av. La Paz y Av. Potosí								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1349	71	5,26	1061	34	3,20	980	44	4,49
1308	65	4,97	1101	36	3,27	977	47	4,81
1340	53	3,96	1129	34	3,01	970	44	4,54
1331	59	4,43	1090	38	3,49	978	47	4,81
1338	61	4,56	1085	36		970	44	4,54
1349	64	4,74	1096	40				
Media		4,65	Media		3,24	Media		4,64
% VP	4,18							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.104. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 26



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 27

Av. La Paz y Calle Santa Cruz

Tabla III.135: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 27

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 27: Av. Potosí y Calle Santa Cruz			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	609	593	547
Martes	613	613	551
Miércoles	614	596	549
Jueves	602	605	530
Viernes	594	608	553
Sábado	596	602	567
Domingo	557	571	527
Media	598	598	546
Desviación Estándar	20	14	14
Rango Superior	618	612	560
Rango Inferior	578	584	532
Volumen	605	601	550
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	585		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 27

Tabla III.136: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 27

Punto de estudio 27: Av. Potosí y Calle Santa Cruz																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
609	0	0,00	302	49,59	307	50,41	593	0	0,00	275	46,37	318	53,63	547	0	0,00	259	47,35	288	52,65
613	0	0,00	296	48,29	317	51,71	596	0	0,00	296	49,66	300	50,34	551	0	0,00	268	48,64	283	51,36
614	0	0,00	302	49,19	312	50,81	605	0	0,00	293	48,43	312	51,57	549	0	0,00	265	48,27	284	51,73
602	0	0,00	291	48,34	311	51,66	608	0	0,00	310	50,99	298	49,01	553	0	0,00	261	47,20	292	52,80
594	0	0,00	291	48,99	303	51,01	602	0	0,00	299	49,67	303	50,33							
596	0	0,00	297	49,83	299	50,17														
Media		0,00		49,04		50,96	Media		0,00		49,02		50,98	Media		0,00		47,86		52,14

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
0,00	48,64	51,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.137: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 27

Punto de estudio 27: Av. Potosí y Calle Santa Cruz								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
609	43	7,06	593	34	5,73	547	27	4,94
613	41	6,69	596	33	5,54	551	25	4,54
614	37	6,03	605	34	5,62	549	31	5,65
602	33	5,48	608	32	5,26	553	25	4,52
594	28		602	36	5,98			
596	26							
Media		6,31	Media		5,63	Media		4,91
% VP	5,62							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.105. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 27



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 28

Av. Domingo Paz y calle Ballivián

Tabla III.138: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 28

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 28: Av. Domingo Paz y calle Ballivián			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1023	932	913
Martes	1003	914	909
Miércoles	998	946	909
Jueves	995	926	902
Viernes	995	913	894
Sábado	986	918	897
Domingo	962	901	880
Media	995	921	901
Desviación Estándar	18	15	11
Rango Superior	1013	936	912
Rango Inferior	976	907	889
Volumen	995	921	902
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	939		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 28

Tabla III.139: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 28

Punto de estudio 28: Av. Domingo Paz y calle Ballivián																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1003	337	33,60	338	33,70	328	32,70	932	319	34,23	307	32,94	306	32,83	909	310	34,10	296	32,56	303	33,33
998	325	32,57	340	34,07	333	33,37	914	307	33,59	309	33,81	298	32,60	909	306	33,66	294	32,34	309	33,99
995	330	33,17	341	34,27	324	32,56	926	311	33,59	306	33,05	309	33,37	902	302	33,48	300	33,26	300	33,26
995	319	32,06	339	34,07	337	33,87	913	305	33,41	305	33,41	303	33,19	894	300	33,56	295	33,00	299	33,45
986	324	32,86	336	34,08	326	33,06	918	309	33,66	302	32,90	307	33,44	897	293	32,66	299	33,33	305	34,00
Media		32,85		34,04		33,11	Media		33,69		33,22		33,09	Media		33,49		32,90		33,61

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,35	33,39	33,27

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.140: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 28

Punto de estudio 28: Av. Domingo Paz y calle Ballivián								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1003	11	1,10	932	13	1,39	909	8	0,88
998	16	1,60	914	9	0,98	909	12	1,32
995	13	1,31	926	6	0,65	902	6	0,67
995	14	1,41	913	6	0,66	894	7	0,78
986	14	1,42	918	8	0,87	897	7	0,78
Media		1,37	Media		0,91	Media		0,89
% VP	1,05							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.106. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 28



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 29

Calle Cochabamba y General Trigo

Tabla III.141: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 29

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 29: Calle Cochabamba y General Trigo			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1007	986	950
Martes	996	1003	953
Miércoles	1002	985	954
Jueves	996	977	945
Viernes	984	985	956
Sábado	990	978	965
Domingo	963	969	934
Media	991	983	951
Desviación Estándar	14	11	10
Rango Superior	1006	994	961
Rango Inferior	977	973	941
Volumen	994	982	952
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	976		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 29

Tabla III.142: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 29

Punto de estudio 29: Calle Cochabamba y General Trigo																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
996	337	33,84	328	32,93	331	33,23	986	330	33,47	333	33,77	323	32,76	950	317	33,37	321	33,79	312	32,84
1002	338	33,73	325	32,44	339	33,83	985	329	33,40	335	34,01	321	32,59	953	317	33,26	320	33,58	316	33,16
996	335	33,63	320	32,13	341	34,24	977	326	33,37	338	34,60	313	32,04	954	316	33,12	323	33,86	315	33,02
984	328	33,33	324	32,93	332	33,74	985	325	32,99	335	34,01	325	32,99	945	312	33,02	315	33,33	318	33,65
990	323	32,63	332	33,54	335	33,84	978	327	33,44	328	33,54	323	33,03	956	315	32,95	319	33,37	322	33,68
Media		33,43		32,79		33,78	Media		33,33		33,99		32,68	Media		33,14		33,59		33,27

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,30	33,45	33,24

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.143: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 29

Punto de estudio 29: Calle Cochabamba y General Trigo								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
996	8	0,80	986	7	0,71	950	10	1,05
1002	5	0,50	985	4	0,41	953	11	1,15
996	4	0,40	977	8	0,82	954	7	0,73
984	6	0,61	985	6	0,61	945	7	0,74
990	8	0,81	978	6	0,61	956	10	1,05
Media		0,62	Media		0,63	Media		0,95
% VP	0,73							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.107. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 29



Fuente: Elaboración propia


Punto de estudio 30

Calle Cochabamba y Calle Ballivián

Tabla III.144: Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico-Punto de estudio 30

Aforo de volúmenes vehiculares en horas pico			
Punto de estudio 30: Calle Cochabamba y Calle Ballivián			
Día	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
Lunes	1030	1009	1001
Martes	1021	1017	1008
Miércoles	1023	1012	1008
Jueves	1010	1005	1008
Viernes	1013	1006	1000
Sábado	1015	1003	1005
Domingo	987	987	982
Media	1014	1006	1002
Desviación Estándar	14	9	9
Rango Superior	1028	1015	1011
Rango Inferior	1000	996	992
Volumen	1016	1007	1005
Volumen Vehicular en el Punto de estudio	1009		

Fuente: Elaboración propia

 Datos que se encuentran fuera del rango estimado


 Volumen vehicular estimado en el punto de estudio 30

Tabla III.145: Porcentajes de las maniobras en el punto de estudio 30

Punto de estudio 30: Calle Cochabamba y Calle Ballivián																				
7:00-8:00							12:00-13:00							18:00-19:00						
Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F	Total	N	%GI	N	%GD	N	%F
1021	341	33,40	343	33,59	337	33,01	1009	336	33,30	340	33,70	333	33,00	1001	335	33,47	329	32,87	337	33,67
1023	342	33,43	343	33,53	338	33,04	1012	336	33,20	338	33,40	338	33,40	1008	338	33,53	333	33,04	337	33,43
1010	338	33,47	335	33,17	337	33,37	1005	329	32,74	340	33,83	336	33,43	1008	335	33,23	333	33,04	340	33,73
1013	336	33,17	339	33,46	338	33,37	1006	331	32,90	338	33,60	337	33,50	1008	336	33,33	330	32,74	342	33,93
1015	337	33,20	337	33,20	341	33,60	1003	335	33,40	334	33,30	334	33,30	1000	333	33,30	329	32,90	338	33,80
														1005	336	33,43	333	33,13	336	33,43
Media		33,33		33,39		33,28	Media		33,11		33,57		33,33	Media		33,38		32,95		33,67

% de Maniobras		
%GI	%GD	%F
33,27	33,30	33,42

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.146: Porcentaje de vehículos pesados en el punto de estudio 30

Punto de estudio 30: Calle Cochabamba y Calle Ballivián								
7:00-8:00			12:00-13:00			18:00-19:00		
Total	N	%	Total	N	%	Total	N	%
1021	12	1,18	1009	13	1,29	1001	9	0,90
1023	11	1,08	1012	10	0,99	1008	8	0,79
1010	10	0,99	1005	13	1,29	1008	8	0,79
1013	13	1,28	1006	11	1,09	1008	10	0,99
1015	11	1,08	1003	11	1,10	1000	5	0,50
						1005	4	0,40
Media		1,12	Media		1,15	Media		0,73
% VP	1,00							

Fuente: Elaboración propia

Figura III.108. Vista de los accesos de la intersección del punto de estudio 30

Fuente: Elaboración propia

3.2. CÁLCULO Y EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO EN LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE TARIJA

Tomando en cuenta todas las características y factores propios de cada una de las intersecciones seleccionadas para su estudio, se procedió al cálculo del nivel de riesgo haciendo una comparación con el nivel de servicio y los accidentes de tránsito estimados para cada una de las mismas.

3.2.1. Cálculo de la capacidad y nivel de servicio

El cálculo de la capacidad y el nivel de servicio se realizan para cada punto de estudio seleccionado en cada intersección.

Considerando la información proporcionada por Movilidad Urbana de la Ciudad de Tarija se emplea las maniobras realizadas aforadas en cada punto de intersección como método para el cálculo respectivo.

De acuerdo al manual de diseño geométrico de la ABC (Administradora Boliviana de Carreteras) se consideró también el método de capacidad y nivel de servicio pero como el mismo es aplicado en carreteras o secciones de ellas que presentan tránsito interrumpido, libres de interferencias como semáforos, cruces a nivel de mayor prioridad entre otros, siendo nuestro estudio el de vías interrumpidas se optó por emplear el método que se describe a continuación:

Volumen de circulación: Determinado a partir de los volúmenes aforados en las horas pico para cada acceso, el que será el volumen medio del acceso en estudio, sin tomar en cuenta los datos fuera de rango.

El riesgo es calculado en base a la media y a la desviación estándar, en donde el rango estará definido de la siguiente manera:

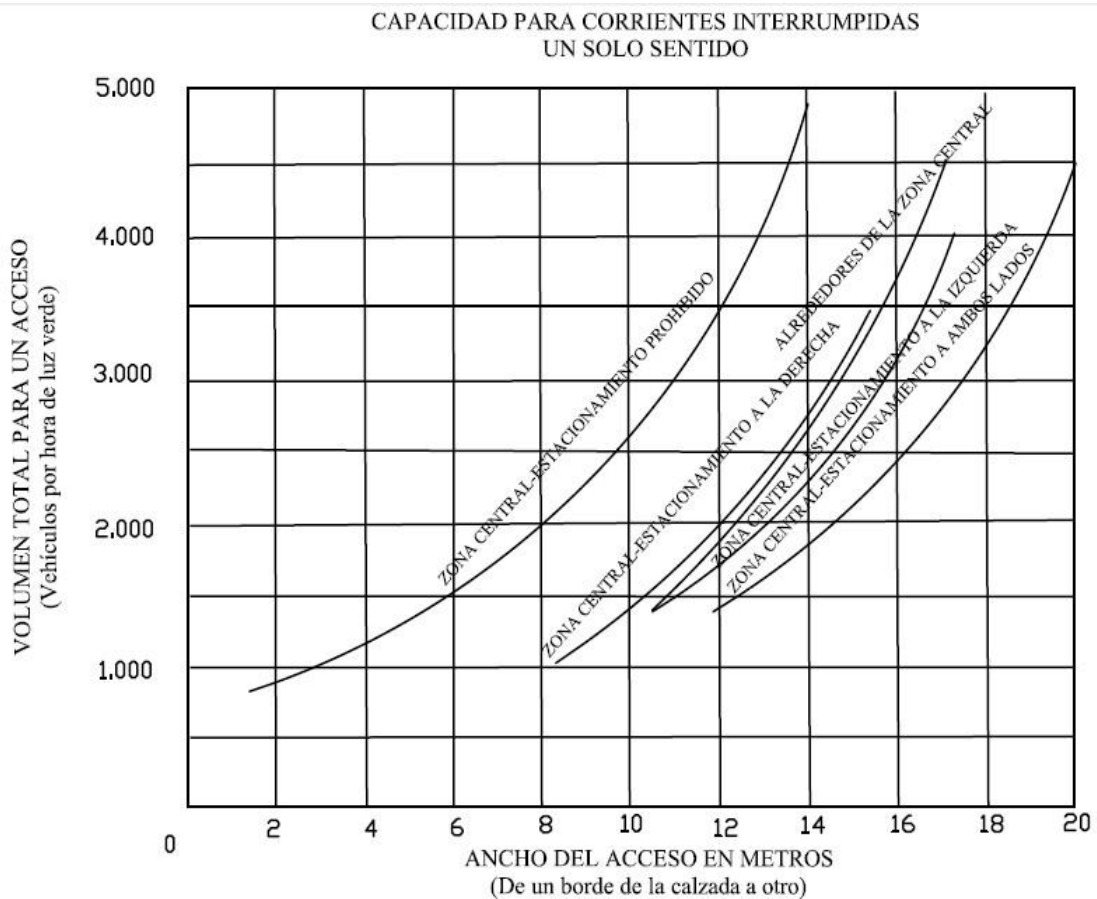
- El valor superior será la medida de todos los valores aforados más la desviación estándar.
- El valor inferior será la media de todos los valores aforados menos la desviación estándar.

Si los datos aforados se encuentran dentro del rango, se calcula nuevamente una media aritmética, con la cual se trabaja.

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

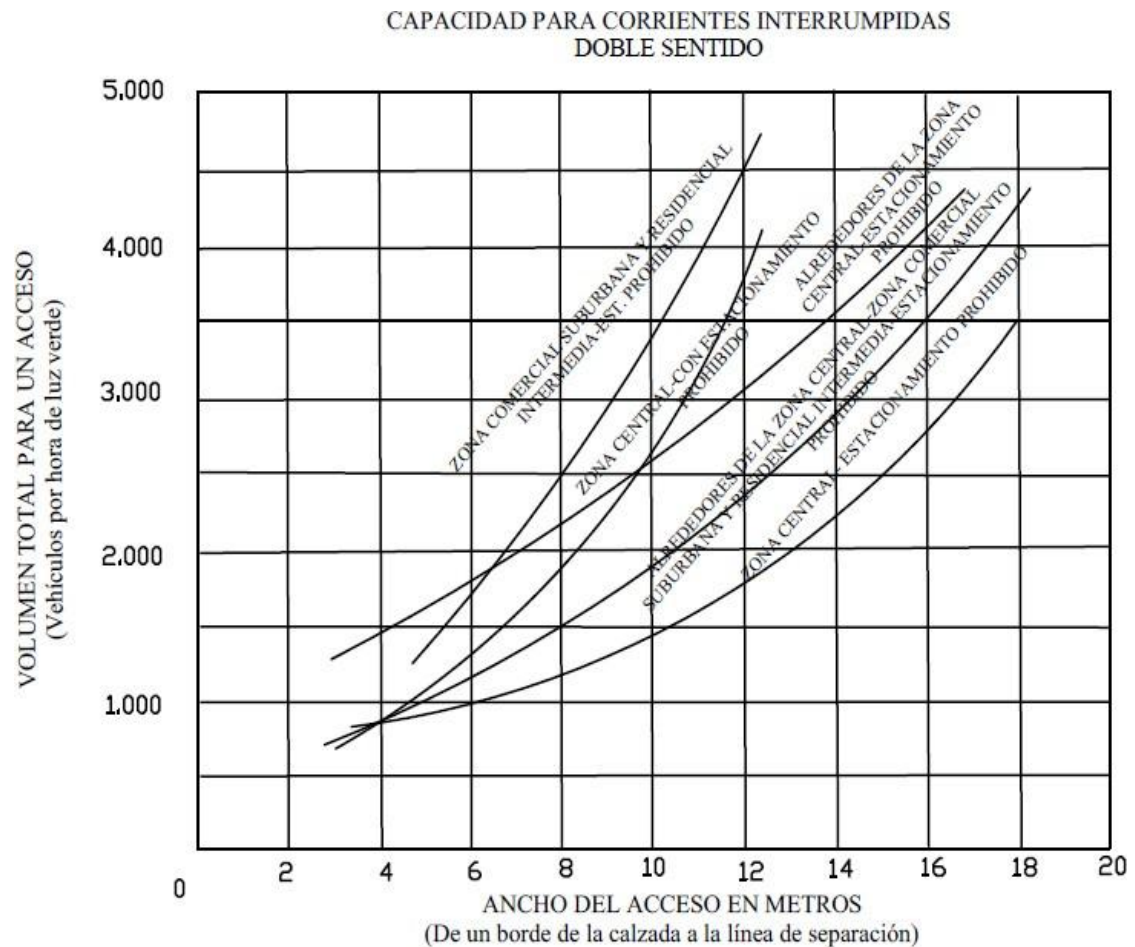
Capacidad teórica: Este dato es hallado mediante el ábaco presentado en las figuras III.108 Y II.109, en donde se considera si la vía es de uno o dos sentidos, dependiendo de la zona en la cual se encuentre la vía en estudio. Se ingresa con el ancho de acceso en el eje X y cortando la curva que define la zona y el tipo de reglamentación que existe en ella (estacionamiento permitido o no), se halla el eje Y la capacidad teórica de la vía.

Figura III.109. Ábaco para determinar la capacidad teórica en vías interrumpidas de un sentido



Fuente: Manual de Ingeniería de tránsito

Figura III.110. Ábaco para determinar la capacidad teórica en vías interrumpidas de doble sentido



Fuente: Manual de Ingeniería de tránsito

% Vehículos pesados: Será la media de los porcentajes de los vehículos pesados aforados en las 3 horas pico en cada acceso de estudio.

% Vehículos giro izquierda: Es la media de los porcentajes de los vehículos que realizan el giro izquierda aforados en las 3 horas pico en cada acceso de estudio.

% Vehículos giros derecha: Es la media de los porcentajes de los vehículos que realizan el giro derecha aforados en las 3 horas pico en cada acceso de estudio.

% Paradas antes de la intersección: Es el % aproximado de los vehículos, en su mayoría del sector público que realizan paradas antes de la intersección.

% Paradas después de la intersección: Es el % aproximado de los vehículos, en su mayoría del sector público que realizan paradas después de la intersección.

Estacionamiento: Depende de la reglamentación de tránsito, es decir si el estacionamiento cercano a la intersección es permitido o prohibido. En el caso de la vía en estudio el estacionamiento es prohibido, por lo tanto, el factor de reducción por estacionamiento será 1.

3.2.2. Procedimiento para determinar la capacidad y nivel de servicio.

Como ejemplo de cálculo se muestra el procedimiento realizado para la determinación de la capacidad real y nivel de servicio en las intersecciones a nivel a partir de los factores de giros, tanto izquierdos como derechos, vehículos que realizan trayectoria de frente, paradas, estacionamiento y porcentajes de vehículos pesados.

Tomando en cuenta el punto de estudio 1, Intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1 descrito con anterioridad tenemos los siguientes datos:

Datos de entrada

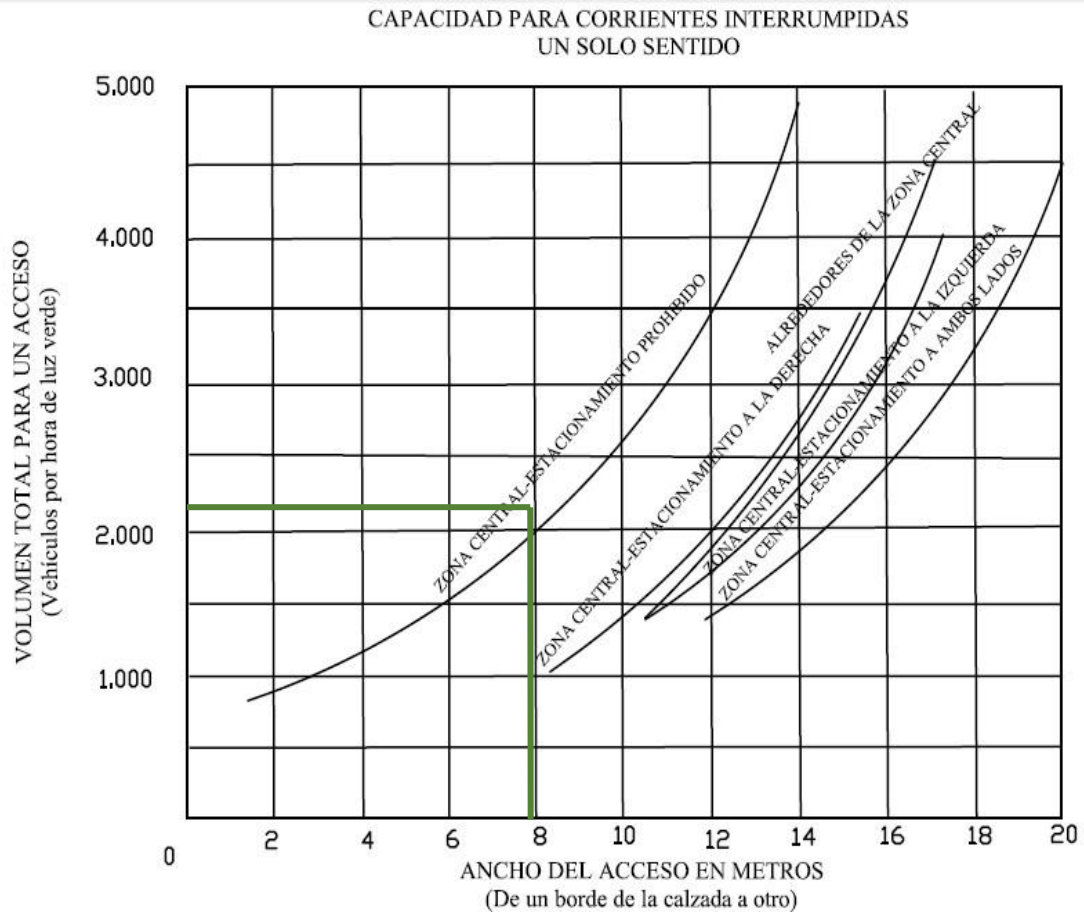
Volumen de circulación $V = 1107$ veh/h

Capacidad teórica

Número de sentidos = 1

Ancho de acceso = 8,20 m

Figura III.111. Estimación de la capacidad teórica empleando el ábaco del manual de tránsito para la vía de un sentido aplicado en el punto de estudio 1



Fuente: Elaboración propia

Capacidad teórica obtenida según el ábaco = 2150 veh/h.

Capacidad práctica

$$\text{Capacidad práctica} = \text{Capacidad Teórica} \times 0,90$$

$$\text{Capacidad práctica} = 2150 \frac{\text{veh}}{\text{h}} \times 0,90$$

$$\text{Capacidad práctica} = 1935 \frac{\text{veh}}{\text{h}}$$

Factor de reducción por vehículos pesados

% de vehículos pesado que pasaron por el acceso 1 del punto de estudio 1: **VP= 4,40 %**

Como el porcentaje es menor al 10% se utiliza la siguiente fórmula:

$$FVP = \frac{100 - \%VP}{100}$$

$$FVP = \frac{100 - 4,40}{100}$$

$$FVP = 0,956$$

Factor de reducción por giro izquierda

% de vehículos que realizan el giro izquierda en el punto de estudio 1: **GI=33%**

$$FGI = 1 - \frac{(\%GI - 10)}{100}$$

$$FGI = 1 - \frac{33 - 10}{100}$$

$$FGI = 0,77$$

Factor de reducción por giro derecha

% de vehículos que realizan el giro derecha en el punto de estudio 1: **GD= 34,56%**

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

$$FGD = 1 - \frac{34,56 - 10}{100}$$

$$FGD = 0,754$$

Factor de reducción por paradas

% de paradas antes del acceso 1 = 0%

% de paradas después de acceso 1 = 0%

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

$$FP = 1$$

Factor de reducción por estacionamiento

El estacionamiento en la intersección está prohibida por ello: **FE= 1**

Capacidad real

$$\text{Capacidad real} = \text{Cap. Práctica} \times FVP \times FGI \times FGD \times FP \times FE$$

$$\text{Capacidad real} = 1935 \times 0,956 \times 0,77 \times 0,754 \times 1 \times 1$$

$$\text{Capacidad real} = 1073,991 \text{ veh/h} = C$$

Nivel de servicio

$$\text{Relación} = \frac{V}{C}$$

$$\text{Relación} = \frac{1107 \text{ veh/h}}{1074 \text{ veh/h}}$$

$$\text{Relación} = 1,03$$

Tabla III.147. Clasificación del nivel de servicio para el punto de estudio 1

Nivel de servicio	Descripción del flujo de tránsito	Factor de carga
A	Flujo libre	0
B	Flujo estable	$\leq 0,10$
C	Flujo estable	$\leq 0,30$
D	Próximo al flujo inestable	$\leq 0,70$
E	Flujo inestable	≤ 1
F	Flujo forzado	> 1

Fuente: Elaboración propia

Tabla III.148. Tabla de Resultados para el punto de estudio 1

Acceso	Capacidad real veh/h	Relación V/C	Nivel de servicio	Tipo de flujo
1	1074	1	E	Flujo inestable

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Tabla de resultado de la capacidad y nivel de servicio para todos los puntos de estudio

A continuación se da a conocer la tabla resumen de los resultados obtenidos de la estimación de capacidades y niveles de servicio para cada uno de los puntos de estudio, cabe señalar que la capacidad real es aquella que la vía puede llevar bajo circunstancias geométricas propias de cada intersección y las condiciones porcentuales regulares de las maniobras de se realizan en la misma mientras que el nivel de servicio es hallado a través de la relación volumen-capacidad.

Tabla III.149. Estimación de capacidades y niveles de servicio para cada uno de los puntos de estudio

Punto de Estudio	Intersección de estudio	Capacidad real veh/h	Nivel de servicio
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	1535	E
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	1522	D
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	1434	D
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	1519	D
5	Av. Integración y Calle La Madrid	1510	D
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	1557	D
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	1682	D
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	1283	C
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	1274	C
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	1462	C
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	1456	E
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	1499	E
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	1463	D
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	1512	D
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	1454	D
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	979	D
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	1478	E
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	1514	E
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	1529	E
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	1530	E
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	1211	D
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	1193	D
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	1953	D
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	1528	E
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	1541	E
26	Av. La Paz y Av. Potosí	1548	E
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	1204	D
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	1576	D
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	1580	D
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	1616	D

Fuente: Elaboración propia

3.3. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO EN LAS INTERSECCIONES DE ESTUDIO

Para la estimación del nivel de riesgo se toma en cuenta los siguientes parámetros:

A_{EX}: Amenaza por exposición a centros generadores de tránsito; en base a la tabla II.9. Cada actividad económica que se encuentra próxima a la intersección tiene un valor asignado en base a la influencia que representa, por lo tanto, el **V_{EX}** será el promedio de los valores de la exposición del número de actividades económicas que se representan en cercanías de la intersección estudiada.

A_c: Amenaza por consecuencia; Tabla II.10.

El método presenta 5 tipos de factores de riesgo, cada uno de los cuales presenta diferentes tipos de situación de amenazas, que pueden ser identificadas en base a las inspecciones de seguridad vial mencionadas en el capítulo II y que se puede apreciar en la tabla, cada amenaza tiene un valor asignado y **A_c** representativo de la intersección será el promedio de las amenazas identificadas.

FM_j: Factor de modificación por jerarquía vial; Tabla II.11.

Este factor solo depende del tipo de vía que esté siendo estudiada, en el presente caso el factor siempre será igual a 1, debido a que cada una de las avenidas estudiadas son vías arteriales de la ciudad de Tarija.

FM_j: Factor de modificación por jerarquía vial; Tabla II.12.

Depende del tipo de tolerancia que se puede tener en la intersección, debido al congestionamiento que la misma genere, sobre todo en las horas pico.

V_{CGT}: Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito; Tabla II.13.

Mediante las inspecciones de seguridad vial se identifican 3 centros generadores de tránsito más influyentes en la intersección, y su respectiva distancia de aproximación a la misma.

V_{EX}: Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios; Tabla II.14.

En base a las condiciones de la tabla y los aforos realizados en cada intersección, se verifica que se encuentre o no dentro de los valores de los parámetros.

V_v: Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas; Tabla II.15.

Con las mediciones de velocidad realizadas a lo largo de la vía en estudio, se utiliza el valor de la vulnerabilidad de acuerdo al caso.

3.3.1. Procedimiento de determinación del nivel de riesgo

Determinación del nivel de riesgo en el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.

Cálculo de la amenaza

Amenaza por exposición-Centros generadores de tránsito (A_{EX})

Se marca con una X los hallazgos de centros generadores de tránsito que se encontraron en proximidades de la intersección Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.

Tabla III.150. Amenaza por exposición - centros generadores de tránsito (A_{EX}) para el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.

Actividad Económica	Exposición	Punto de estudio 1
Comercio al por mayor de materias primas, maquinaria, materiales de construcción.	3	
Rapitiendas, minimercados, panaderías, misceláneas	4	
Venta de granos y abarrotes, artículos primera necesidad alimentos diversos, perecederos, frutas (al detal), salsamentarías, lecherías, huevos, pescados, pollos, carnes: Plazas de Mercado o Galerías.	3	X
Comercio al detal de artículos de ferretería y materiales de construcción.	2	
Comercio de gasolina, lubricantes y similares (estaciones de servicio).	2	X
Centros comerciales, supermercados y almacenes de cadena.	3	X
Restaurantes, pizzerías, cevicherías, hamburgueserías, comidas rápidas, cenaderos, fritangueras y similares.	3	X
Fuente de soda, taberna, bar, sifonerías, discoteca, billares, rans y tejo con consumo de licor.	5	
Hoteles, apartahoteles, Residencias, amoblados, Moteles.	2	

Actividad Económica	Exposición	Punto de estudio 1
Servicio de transporte de pasajeros, ferroviarios, por carretera, aéreos, centros de despacho o de transferencias, terminales de buses, busetas y similares.	4	X
Edificaciones de estacionamientos o parqueadero público.	1	
Establecimientos monetarios y financieros.	2	X
Oficinas de servicio y de profesionales, notarias.	2	
Administración pública y defensa.	3	
Enseñanza preescolar, jardín, guarderías y similares.	5	
Educación primaria, secundaria, profesional, técnica, artística, idiomas, investigación científica, similares.	4	
Instituciones de asistencia social, servicios médicos, odontológicos, de sanidad, servicios sociales y comunales.	4	
Iglesias, comunidades religiosas y organizaciones de culto.	4	
Establecimientos dedicados a la práctica deportiva, estadios, gimnasios y similares.	4	X
Clubes sociales y de recreación, otros servicios de diversión.	3	X
Servicios alistamiento y/o mantenimiento de vehículos, centros de servicios (lavaderos, servitecas, vulcanizadoras, lubritecas).	1	

Fuente: Elaboración propia

Se determinó 9 hallazgos de actividades económicas que afecta o generan tránsito en el punto 1 de estudio.

Se calcula la media con los valores correspondientes de cada uno de los hallazgos determinados para poder encontrar el factor de riesgo por centros generadores de tránsito:

$$A_{EX} = \frac{3+2+3+3+4+2+4+3}{8}$$

$$A_{EX} = 3$$

Tabla III.151. Amenaza por consecuencia – Situación de amenaza (Ac) para el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.

Tipo de Factor de Riesgo	Situación de Amenaza	Consecuencia	Punto de estudio 1
Diseño Operacional	Impactos al tránsito	2	X
Diseño Operacional	Impactos al sistema de transporte	4	X
Diseño Operacional	Impactos a la accesibilidad	3	X
Diseño Operacional	Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional	5	X
Diseño Planimétrico	Manejo problemático de velocidades específicas en planta	5	
Diseño Planimétrico	Conflictos de prioridad derivados del diseño planimétrico	5	
Diseño Planimétrico	Conflictos de espacio asociado a las trayectorias vehiculares	5	
Diseño Planimétrico	Conflictos por deficiencias generales del diseño planimétrico	4	
Diseño Vertical	Limitaciones de visibilidad	5	
Diseño Vertical	Manejo problemático de velocidades específicas en rasantes	4	
Diseño Vertical	Manejo problemático del drenaje longitudinal	2	
Diseño Vertical	Conflictos por definiciones generales del diseño vertical	4	X
Peraltes	Manejo problemático del drenaje transversal	3	
Peraltes	Inestabilidad del vehículo	4	
Peraltes	Conflictos por deficiencias generales del diseño de peraltes	4	X
Infraestructura Peatonal	Inexistencia de infraestructura peatonal	5	X
Infraestructura Peatonal	Conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal	5	X
Señalización	Inexistencia de señalización	3	
Señalización	Exceso de señalización	1	
Señalización	Incoherencia entre señalización y el diseño en planta	3	X

Fuente: Elaboración propia

Se pudo determinar alrededor de 9 amenazas:

$$A_c = \frac{2+4+3+5+4+4+5+5+3}{9}$$

$$A_c = 4$$

Factor de modificación por jerarquía vial (FM_J)

Tabla III.152. Clasificación de la vía para el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1. - Factor de modificación por jerarquía vial (FM_J)

Tipo	FMJ	Punto de estudio 1
Troncal o Pretroncal	1,00	
Arterial	1,00	X
Colectora	0,75	
Local	0,50	

Fuente: Elaboración propia

$$FM_J = 1$$

Factor de modificación por jerarquía vial (FM_T)

Tabla III.153. Clasificación del nivel de tolerancia para el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1. - Factor de modificación por nivel de tolerancia (FM_T)

Tipo	FMT	Punto de estudio 1
Intolerable	1,00	
Medio	0,75	X
Tolerable	0,50	

Fuente: Elaboración propia

$$FM_T = 0,75$$

Cálculo de la Vulnerabilidad

Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito (V_{CGT})

Tabla III.154. Clasificación de la vulnerabilidad en base a los centros generadores de tránsito para el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.

Distancia promedio a la zona de análisis (m)	Vulnerabilidad	Punto de estudio 1
1200-1600	1	
600-1200	3	
0-600	5	X

Fuente: Elaboración propia

$$V_{CGT} = 5$$

Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (V_{EX})

% Peatones = 10,12

% Ciclistas = 5

% Motos = 20

Tabla III.155. Evaluación de la Vulnerabilidad por exposición de los usuarios (V_{EX})**Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1.**

Condición	Vulnerabilidad	Punto de estudio 1
Si el porcentaje de peatones está entre 20% y 60%	5	
Si el porcentaje de ciclistas es mayor o igual al 5% y no hay ciclorruta	5	X
Si el porcentaje de motos es mayor o igual al 5%	4	X
Si el porcentaje de vehículos pesados es mayor o igual al 10%	4	
Si no cumple ninguno de los condicionantes	1	

Fuente: Elaboración propia

$$V_{EX} = \frac{5+4}{2}$$

$$V_{EX} = 4,5$$

Vulnerabilidad dada por las velocidades de operación esperadas (V_V)

Velocidad de circulación = 23 km/h

Tabla III.156: Clasificación de la Vulnerabilidad por velocidades de operación esperadas (V_v) Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Condición	Vulnerabilidad	Punto de estudio 1
Si la velocidad de operación esperada es de máximo 60 Km/h	2	X
Si la velocidad de operación esperada oscila entre 70 Km/h y 90 Km/h	4	
Si la velocidad de operación esperada puede superar los 100 Km/h	5	

Fuente: Elaboración propia

$$V_v = 2$$

Cálculo del nivel de riesgo

$$\text{Riesgo (\%)} = \frac{100 \times FM_J \times FM_T}{150} \times (A_{EX}V_{CGT} + A_{EX}V_{EX} + A_{EX}V_V + A_CV_{CGT} + A_CV_{EX} + A_CV_V)$$

Tabla III.157: Tabla resumen de datos Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Resumen de datos	
A_{EX}	3
A_C	4
FM_J	1
FM_T	0,75
V_{CGT}	5
V_{EX}	4,5
V_V	2

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Riesgo (\%)} = \frac{100 \times 1 \times 0,75}{150} \times (3 \times 5 + 3 \times 4,5 + 3 \times 2 + 4 \times 5 + 4 \times 3 + 4 \times 2)$$

$$\text{Riesgo (\%)} = 37,25\%$$

Tabla III.158: Clasificación del nivel de riesgo en el punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Riesgo	Valor	Atención	Acción	Gestión
Alto	$\geq 70\%$	Intolerable	Corto Plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requiera intervenciones de costo alto
Medio	$\geq 30\%$ a $< 70\%$	Medio	Corto Plazo	Aplicación de tratamiento inmediato así requiera intervenciones de costo alto
Bajo	$< 30\%$	Tolerable	Mediano Plazo	Debe de aplicarse un tratamiento sin que los costos sean necesariamente altos

Fuente: Elaboración propia

El nivel de riesgo estimado para el punto de estudio 1, Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1, aplicando la metodología planteada (Hyden), tiene un valor de 37,25%, que de acuerdo a la tabla de clasificación representa un nivel de riesgo medio, la que requiere una aplicación de un tratamiento inmediato con intervenciones de costo alto y a corto plazo.

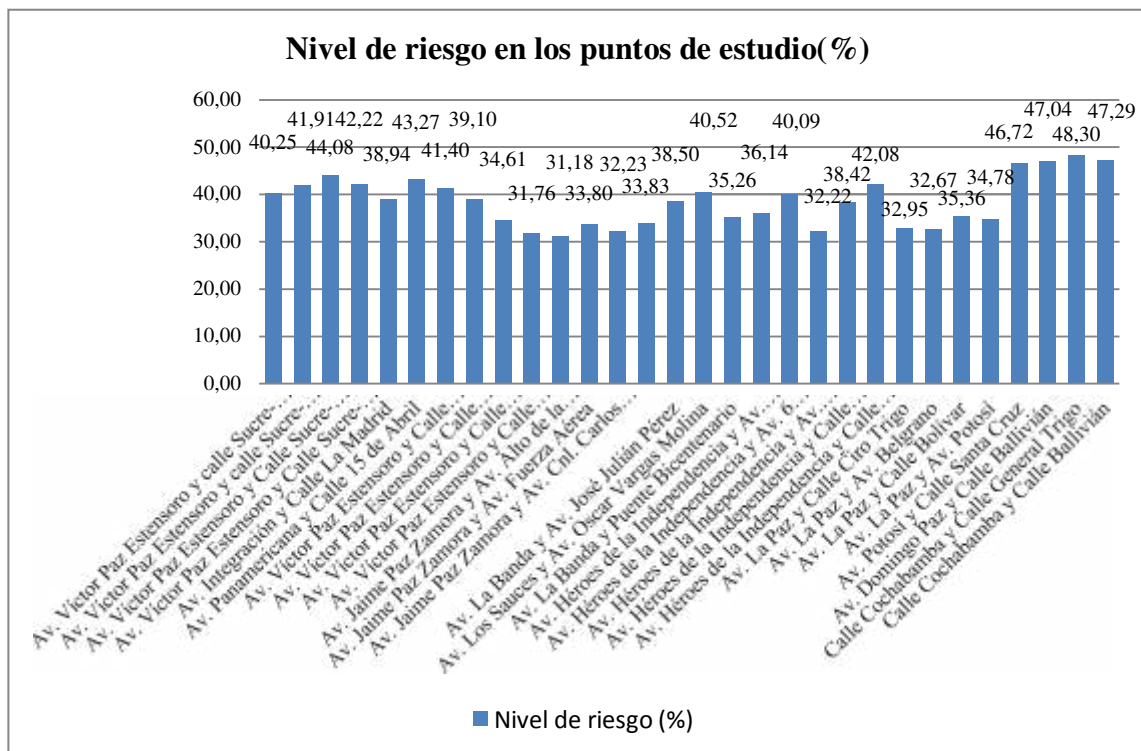
3.4. TABLA RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL NIVEL DE RIESGO EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE ESTUDIO

Tabla III.159: Clasificación del nivel de riesgo en el los puntos de estudio

Punto de Estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Riesgo
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	Medio
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	Medio
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	Medio
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	Medio
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	Medio
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	Medio
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	Medio
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	Medio
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	Medio
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	Medio
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	Medio
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	Medio
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	Medio
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	Medio
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	Medio
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	Medio
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	Medio
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	Medio
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	Medio
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	Medio
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	Medio
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	Medio
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	Medio
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	Medio
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	Medio
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	Medio
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	Medio
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	Medio
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	Medio
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	Medio

Fuente: Elaboración propia

Figura III.112: Clasificación del nivel de riesgo en los puntos de estudio



Fuente: Elaboración propia

Aplicando la metodología planteada (Hyden), podemos observar claramente que la evaluación del nivel de riesgo en los 30 puntos críticos seleccionados de la ciudad de Tarija en las intersecciones a nivel representa un nivel de riesgo medio, las cuales requieren una aplicación de un tratamiento inmediato con intervenciones de costo alto y a corto plazo.

A continuación, evaluamos los principales factores de incumplimiento y de mayor influencia dentro de las intersecciones estudiadas:

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo (debido a la existencia del centro deportivo de la García Agreda).

Inexistencia de información respecto a zonas de paradas.

Ausencia de carril de aceleración y desaceleración requerido.

Inexistencia de pasos peatonales seguros.

Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2

Inexistencia de pasos peatonales o conflictos por deficiencias geométricas de la infraestructura peatonal.

Superficie de rodadura en mal estado.

Inexistencia de paso peatonales seguros.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3

Inexistencia de señalización vertical de regulación de velocidad.

Falta de mantenimiento de la infraestructura peatonal.

Posee tachones que encauzan la circulación de los vehículos.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4

La semaforización y los tiempos de ciclo permiten una circulación casi fluida.

Posee el un control regular de circulación necesario.

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo.

Av. Integración y Calle La Madrid

Centros generadores de tránsito. (Se encuentra el comando departamental de tránsito, el colegio Aniceto Arce y el Hotel Los Ceibos, además de las discotecas).

Excesiva señalización tanto vertical como horizontal.

Posee tachones que encauzan la circulación de los vehículos.

Av. Panamericana y Calle 15 de Abril

Mal estado de la superficie de rodadura.

Vehículos estacionados, reduciendo la capacidad real de la vía.

Falta de cruces peatonales.

Parada de micros y taxitrufis sin la normativa correspondiente.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo.

Conflictos derivados del sistema operacional.

Superficie de rodadura en mal estado.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2

Presencia de rotonda que facilita los giros.

Deficiencia en los cruces y espacio para realizar las maniobras.

Influencia de tráfico debido a los comercios, centros generadores de tránsito que desembocan en amenaza por exposición.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1

Tachones separadores de carriles.

Cruces peatonales en mal estado.

Superficie de rodadura en mal estado.

Presencia de rotonda que facilita los giros.

Falta de señalización vertical.

Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2

Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional, no existe la señalización adecuada para el ingreso al campus universitario es una zona caótica en horas pico.

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza

Falta reforzar la señalización vertical y horizontal, la implementación de tachones no es suficiente.

El tiempo de ciclo de los semáforos existentes necesitan ser regulados.

Falta de cruces peatonales.

Mala gestión de tránsito, al ser una zona comercial existe un gran flujo peatonal que no respeta la semaforización existente.

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea

Mal estado de la superficie de rodadura

Velocidades máximas que exceden el límite permitido de circulación, debido a la inexistencia de la señalización.

Parada de micros y taxitrufis sin la normativa correspondiente.

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa

Intersección de 3 accesos.

Conflictos derivados del sistema operacional.

Falta de cruces peatonales.

Desnivel en la Intersección (Sobre la Av. Jaime Paz Zamora).

Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano

Velocidades máximas que exceden el límite permitido de circulación, debido a la inexistencia de la señalización.

Falta de mantenimiento en las señalizaciones

Mal funcionamiento de los semáforos.

Av. La Banda y Av. José Julián Pérez

No presenta señalización vertical, ni horizontal.

Falta de cruces peatonales.

Limitantes de velocidad.

Deficiencia en los cruces y el espacio para realizar las maniobras.

Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina

Superficie de rodadura en mal estado.

Deficiencia en los cruces y el espacio para realizar las maniobras.

Falta de cruces peatonales y sistemas de regulación de flujo vehicular.

Av. La Banda y Puente Bicentenario

Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional, no existe la señalización adecuada para el ingreso de la estación de servicio existente en la intersección.

Conflicto de espacio en el acceso debido a las trayectorias vehiculares.

Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces

Conflictos de prioridad derivados del diseño operacional, no existe la señalización adecuada para el ingreso de la estación de servicio existente en la intersección.

Falta de semáforos en la zona.

Inexistencia de infraestructura peatonal.

Posee tachones que encauza la circulación de los vehículos.

Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto

Zonas comerciales de gran influencia al ser generadoras de tránsito y circulación importante de vehículos.

La semaforización y los tiempos de ciclo permiten una circulación algo fluida.

Falta mantenimiento de las señalizaciones.

Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles

No existe señalizaciones ni semaforización.

Velocidades de circulación excesivas.

Superficie de rodadura en mal estado.

Zona comercial (Presencia notoria de licorerías).

Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez

Inexistencia de señalización.

Manejo problemático de velocidades debido a la pendiente en sus accesos que presenta la venida.

Existencia de dos centros de salud en las cercanías, por lo que generan un gran tráfico vehicular.

Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce

La señalización vertical y horizontal es óptima.

Existe la presencia de semáforos.

Hay mantenimiento de sus señalizaciones.

Mal estado en la capa de rodadura.

Av. La Paz y Calle Ciro Trigo

Las cercanías de la intersección son utilizadas como lugares de estacionamiento.

Posee tachones que encauzan la circulación de los vehículos.

Influencia de tráfico debido a los comercios, centros generadores de tránsito que desembocan en amenaza por exposición.

Av. La Paz y Av. Belgrano

Parada de micros sin la normativa correspondiente.

Mala gestión del tránsito, al ser una zona comercial existe un gran flujo peatonal que no respeta la semaforización correspondiente.

Limitantes de visibilidad.

Av. La Paz y Calle Bolívar

Falta mantenimiento de todas las señales de tránsito.

Perjuicio total de la vía (Los días sábados se realiza una feria en la intersección).

Limitantes de visibilidad.

Av. La Paz y Av. Potosí

Superficie de rodadura en mal estado.

Zonas comerciales de gran influencia al ser generadoras de tránsito y circulación importante de vehículos.

Velocidades de circulación excesivas.

Av. Potosí y Calle Santa Cruz

Falta mantenimiento de todas las señales de tránsito.

Existencia de centros de salud en las cercanías, por lo que generan un gran tráfico vehicular.

Inexistencia de información respecto a zonas de paradas.

Av. Domingo Paz y Calle Ballivián

Superficie de rodadura en mal estado.

Capacidad vial afectada por zonas de parqueo.

Inexistencia de pasos peatonales seguros.

Velocidades de circulación excesivas.

Calle Cochabamba y Calle General Trigo

Superficie de rodadura en mal estado.

Falta de mantenimiento de todas las señalizaciones tanto horizontal como vertical.

La semaforización y los tiempos de ciclo permiten una circulación regularmente fluida.

Calle Cochabamba y Calle Ballivián

Zonas comerciales de gran influencia al ser generadoras de tránsito y circulación importante de vehículos.

Falta de mantenimiento en las señales tanto horizontal como vertical.

Inexistencia de pasos peatonales seguros.

Inexistencia de información respecto a las zonas de parqueo.

De acuerdo a los resultados obtenidos del cálculo del nivel de riesgo y al análisis realizado con anterioridad se considera que:

Los mayores niveles de riesgo calculados se presentan en las intersecciones con vías doble sentido siendo las principales avenidas de nuestra ciudad, además de contar con varios sectores de comercio sin control alguno (en algunas ocasiones afecta las aceras, obligando al peatón a realizar su trayectoria por la calzada).

Según los parámetros de la metodología estudiada; todas presentan riesgo medio casi llegando a un riesgo alto con requerimientos de tratamientos inmediatos en el taño suscitado.

Cabe señalar que la mayoría de las intersecciones estudiadas presentan condiciones óptimas en las que se puede tener la comodidad y seguridad para realizar cualquier tipo de maniobra, sin embargo, se debe proceder a ejecutar tratamientos de mantenimiento preventivo, para que las mismas no eleven su nivel de riesgo.

3.5. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y ACCIDENTABILIDAD TOTAL

Tabla III.160: Contrastación entre el nivel de riesgo y el total de accidentes en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Total accidentes
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	10
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	8
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	7
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	6
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	14
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	9
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	6
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	5
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	13
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	7
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	10
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	7
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	2
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	2
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	9
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	11
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	6
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	9
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	7
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	6
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	14
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	11
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	11
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	11
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	10
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	12
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	7
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	13
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	10
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	11

Fuente: Elaboración propia

La tabla III.160 nos permite verificar la veracidad del método aplicado en cada uno de los puntos críticos de estudio seleccionados en la ciudad de Tarija, bajo las características propias de cada intersección, tanto geométrica como física.

Las principales causas de los tipos de accidentes presentados en los puntos de estudio, se deben a la falta de señalización vertical y horizontal, velocidades excesivas, falta de cruces peatonales, vehículos estacionados en cercanías de las intersecciones.

3.6. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR ATROPELLO

Tabla III.161: Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por atropello en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Accidentes por atropello
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	2
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	2
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	1
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	2
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	3
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	2
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	1
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	1
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	4
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	2
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	3
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	1
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	1
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	1
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	2
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	3
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	2
18	Av. Héros de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	2
19	Av. Héros de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	1
20	Av. Héros de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	1
21	Av. Héros de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	4
22	Av. Héros de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	3
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	5

24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	4
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	4
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	3
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	3
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	4
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	2
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	2

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones de análisis del método empleado para el cálculo del nivel de riesgo, nos indican que presentan deficiencias en la infraestructura peatonal; no existen o se encuentran en mal estado, al realizar las inspecciones de seguridad vial también se pudo evidenciar que los peatones no realizan el uso de los pasos de cebra, y hacen caso omiso a la semaforización, esto debido a que se carece de una normativa de gestión vial, por lo tanto el peatón, no es culpable en su totalidad, pues no tiene conocimiento y no dispone de la infraestructura peatonal necesaria (cruce peatonales, señalización vertical, señalización horizontal, semáforos peatonales, etc.) para desplazarse con comodidad y seguridad en la vía.

3.7. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR COLISIÓN

Tabla III.162: Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por colisión en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Accidentes por colisión
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	2
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	2
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	3
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	2
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	1
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	2
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	3
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	1
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	2

10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	2
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	3
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	4
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	1
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	1
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	4
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	4
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	1
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	3
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	1
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	1
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	3
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	3
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	3
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	3
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	2
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	2
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	2
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	3
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	3
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	3

Fuente: Elaboración propia

Este tipo de accidentes fueron causados en su mayoría por la velocidad excesiva presentada en ambas vías (manejo problemático de velocidades específicas en planta), las cuales al interceptarse para realizar el cruce en la intersección en estudio o maniobrar los giros dieron como resultado una colisión.

Analizando esta situación de accidente; si bien la mayoría de las intersecciones se encuentran semaforizadas, no presentan la señalización correspondiente y necesaria, siendo la causa principal de la colisión la velocidad excesiva, pues no existe alguna señal reguladora de velocidad.

Por lo tanto, los conductores de los accesos no tienen conocimiento de los límites de velocidad en la vía.

De igual manera los datos de accidentabilidad junto con el nivel de riesgo calculados se ajustan, es decir que los valores concuerdan con los datos reales de accidentes en las intersecciones.

3.8. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR CHOQUE A VEHÍCULO DETENIDO Y ESTACIONADO

Tabla III.163: Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por choque a vehículo detenido y estacionado en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Accidentes por choque a vehículo detenido y estacionado
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	0
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	0
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	0
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	0
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	2
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	0
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	0
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	2
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	0
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	0
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	0
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	0
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	0
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	0
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	0
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	0
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	0
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	0
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	0
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	0
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	0
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	0
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	0
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	0

25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	0
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	0
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	0
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	1
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	0
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	1

Fuente: Elaboración propia

Los factores que intervienen en este tipo de accidentes son: los de diseño operacional, planimétrico y vertical. Es decir, velocidades excesivas o manejo problemático de ellas y limitantes de visibilidad, estos factores son debidamente analizados a más detalle en el método.

El peligro inminente se ve en las intersecciones de avenidas, existe un alto índice de riesgo además de presentar los valores más altos de accidentes por choques a vehículos detenidos o estacionados, estas intersecciones poseen limitantes de visibilidad, pero el factor que llama más la atención es el exceso de vehículos estacionados al ingreso de cada acceso de una intersección. Esto genera que los vehículos en movimiento tengan espacio limitado o reducido para realizar sus maniobras de giro.

La falta de señalización que prohíba estacionar en los accesos son las principales causas que generan este tipo de accidentes en las avenidas, pues al tener vehículos estacionados estos reducen el ancho de la vía.

3.9. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NÚMERO DE ACCIDENTES POR CHOQUE A VEHICULO POR ALCANCE

Tabla III.164: Contrastación entre el nivel de riesgo y el número de accidentes por choque a vehículo por alcance en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Accidentes por choque a vehículo por alcance
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	2
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	1
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	1
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	1
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	2
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	3

7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	2
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	1
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	3
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	2
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	4
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	2
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	0
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	0
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	3
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	3
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	2
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	3
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	4
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	3
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	4
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	3
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	1
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	1
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	3
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	4
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	1
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	1
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	2
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	2

Fuente: Elaboración propia

Como sucede en la mayoría de los accidentes y según el análisis realizado, la causa principal es la velocidad la cual, no se encuentra controlada en ninguna de las intersecciones. Las señales reguladoras de velocidad máxima son escasas y los usuarios hacen caso omiso de ellas.

3.10. CONTRASTACIÓN ENTRE EL NIVEL DE RIESGO Y EL NIVEL DE SERVICIO

Tabla III.165: Contrastación entre el nivel de riesgo y el nivel de servicio en cada uno de los puntos de estudio

Punto de estudio	Intersección de estudio	Nivel de riesgo (%)	Nivel de servicio
1	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1	40,25	E
2	Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 2	41,91	D
3	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 3	44,08	D
4	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Sucre-Acceso 4	42,22	D
5	Av. Integración y Calle La Madrid	38,94	D
6	Av. Panamericana y Calle 15 de Abril	43,27	D
7	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 1	41,44	D
8	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle Padilla-Acceso 2	39,10	C
9	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 1	34,61	C
10	Av. Víctor Paz Estensoro y Calle España-Acceso 2	31,76	C
11	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza	31,18	E
12	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea	33,80	E
13	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Cnl. Carlos Díaz Sossa	32,23	D
14	Av. Jaime Paz Zamora y Av. Ing. Renán Justiniano	33,83	D
15	Av. La Banda y Av. José Julián Pérez	38,50	D
16	Av. Los Sauces y Av. Oscar Vargas Molina	40,52	D
17	Av. La Banda y Puente Bicentenario	35,26	E
18	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces	36,14	E
19	Av. Héroes de la Independencia y Av. 6 de agosto	40,09	E
20	Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Molles	32,22	E
21	Av. Héroes de la Independencia y Calle Noelia Martínez	38,42	D
22	Av. Héroes de la Independencia y Calle Julio Arce	42,08	D
23	Av. La Paz y Calle Ciro Trigo	32,95	D
24	Av. La Paz y Av. Belgrano	32,67	E
25	Av. La Paz y Calle Bolívar	35,36	E
26	Av. La Paz y Av. Potosí	34,78	E
27	Av. Potosí y Calle Santa Cruz	46,72	D
28	Av. Domingo Paz y Calle Ballivián	47,04	D
29	Calle Cochabamba y Calle General Trigo	48,30	D
30	Calle Cochabamba y Calle Ballivián	47,29	D

Fuente: Elaboración propia

Los niveles de servicio que se presentan en las intersecciones, son críticos, no se encuentran brindando flujo libre vehicular, la relación volumen/capacidad nos indica que; la capacidad real de la vía no es lo suficiente para el volumen de circulación actual, lo que hace que sea riesgosa como lo demuestra el nivel de riesgo de los puntos de estudio, estos niveles de servicio fueron calculados en base a aforos, es decir volúmenes vehiculares reales en horas pico, maniobras que los vehículos realizan al ingresar a la intersección y datos geométricos de los puntos de estudio.

Los niveles de servicio de las intersecciones representan una circulación de densidad elevada. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta serios inconvenientes a la hora de circular por una avenida, una calle e intersecciones de las mismas.

3.11. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

Alternativas de solución a corto y largo plazo

a) Suspensión de parqueos en el centro de la ciudad

Una de las principales soluciones al problema de congestionamiento vehicular en las principales intersecciones del centro histórico de la ciudad de Tarija constituye la suspensión de parqueos, pues a pesar que existen parqueos autorizados, muchas de las instituciones y empresas sacan ilegalmente señalizaciones para identificar parqueos no permitidos, difíciles de controlar por el limitado número de efectivos de vialidad y tránsito.

Los parqueos temporales igualmente ameritan ser suspendidos dada la imposibilidad de utilización de las 2 vías con las que cuentan las calles para mejorar la fluidez vehicular.

b) Modificación de la anchura de vías y carriles, y velocidad prevista

Cuanto más ancha sea la vía, mayor será el riesgo de que los usuarios conductores y peatones sufran un accidente. Una mayor amplitud de calzadas y carriles y una velocidad prevista más elevada suelen favorecer una circulación más rápida de los vehículos motorizados, lo que incrementa la inseguridad para los peatones. Además, una mayor anchura de la vía conlleva un aumento de la densidad y velocidad de la circulación, por lo que será más peligroso cruzar a pie dicha vía.

La reducción del número de carriles mejora la seguridad vial, en particular, en lo que se refiere a peatones y ciclistas. En las vías de un solo carril, o cuando las calles son estrechas, la circulación es más lenta pues los conductores se sienten menos seguros y se comportan con menos agresividad y más cautela. Cuando hay dos carriles, los imprudentes marcan la pauta, y los demás les siguen. Por regla general, en lo que se refiere a colisiones entre vehículos y peatones, las tasas de siniestralidad son inferiores en las calles principales con límites bajos de velocidad y, por el contrario, aumentan en los centros urbanos con carriles amplios y de circulación rápida. Por ello, varias ciudades europeas se han decantado por reducir el límite de velocidad de la circulación al diseñar su red vial.

Por ejemplo, Según el Manual de Seguridad Vial para Instancias Decisorias y Profesionales de la (OMS) en Friburgo, una ciudad al sur de Alemania, se ha bajado el límite a 30 km/h en el 90% de las calles, y establecido zonas residenciales peatonales para 15 000 habitantes. Como fruto de esa estrategia, el 24% de los desplazamientos diarios se hacen a pie, el 28% en bicicleta, el 20% en transporte público y el 28% en automóvil.

c) Implementar carriles para el transporte público

La seguridad peatonal es un aspecto fundamental que se ha de tener en cuenta en los proyectos de cualquier sistema de transporte público, en particular en lo que respecta a carriles y paradas. Los trayectos del transporte público recorren generalmente las principales arterias de la ciudad, que son la categoría más peligrosa de vías urbanas. Si bien el transporte público puede ser uno de los modos más seguros de desplazamiento, los pasajeros corren un elevado riesgo de accidente cuando caminan hacia una estación o parada, o vuelven de la misma.

d) Mejora de la visibilidad de los peatones

Un alto porcentaje de las colisiones con peatones y fallecimientos de los mismos ocurre cuando las condiciones de iluminación son malas. Existe una serie de medidas de ingeniería y de comportamiento que permiten que los conductores de vehículos

motorizados vean mejor a los transeúntes, en particular en el momento del crepúsculo o del alba o durante la noche.

Algunas de ellas se describen a continuación:

- Instalación de mejoras en los cruces peatonales como islas elevadas y señales de tránsito.
- Colocación de alumbrado o de luces en los pasos peatonales. Cuanto más iluminadas estén las vías, más fácil será ver a las personas que caminan por la noche, en particular en los cruces peatonales. Se ha observado que mediante esta intervención los accidentes nocturnos con peatones se han reducido de forma significativa.
- Eliminar o volver a colocar objetos físicos que afectan a la visibilidad, tales como árboles y vallas publicitarias que impiden que los conductores vean a los peatones. Otra alternativa consiste en construir extensiones de la acera para que los peatones se sitúen en lugares más visibles antes de cruzar y puedan a su vez observar mejor el tránsito.
- Instalación de señales que avisen a los conductores de vehículos motorizados de la posibilidad de que haya personas cruzando. Los semáforos activados por los peatones pueden ser adecuadas en los lugares con un tránsito peatonal esporádico.

e) Plantear educación vial en pro de la seguridad

El objetivo de la formación en educación vial es contribuir a la mejora de la seguridad vial, a partir del fortalecimiento de la ciudadanía y la promoción de vínculos más solidarios y responsables al transitar por el espacio público.

La creación de instancias o centros de formación nacional de seguridad vial destinada a docentes y estudiantes de todo el país, sería fundamental para contribuir en la educación vial.

A través de las capacitaciones se puede promover a la reflexión sobre la convivencia en el tránsito; el uso y apropiación del espacio público; las conductas, hábitos y representaciones sociales que configurarán nuestra cultura vial; así como también los

ejes de concientización y prevención, uso de elementos de seguridad y factores de riesgo en el tránsito.

Deberíamos implementar la Educación Vial impartida en los países Europeos, pues de una **manera formal**, se imparte desde las instituciones educativas y las autoescuelas; pero también tiene lugar de manera **no formal e informal** desde las familias, organismos estatales, instituciones privadas y medios de comunicación. En esos países, la Educación Vial forma parte de los currículums educativos de la educación primaria y de la educación secundaria obligatoria.

Por ejemplo en España hay ciudades donde existen parques viales destinados a la formación y Educación Vial de niños y jóvenes. Cuentan con circuitos espaciales que simulan situaciones de tráfico y pueden ser recorridos a pie, en bicicleta, en kart, etc. Estos espacios también son conocidos como parques infantiles de tráfico o de educación vial.

En Alemania la Educación Vial se imparte en la escuela pública, donde desde edades tempranas se instruye a los niños en el uso de la vía. Así, lo frecuente es ver a niños que van y vienen del colegio sin la compañía de un adulto.

En China, los responsables del tráfico en la ciudad buscan conseguir concienciar a los ciudadanos sobre la necesidad de respetar semáforos y señales, señalándolos públicamente cuando no lo hacen.

Entre otras, las medidas tomadas son las siguientes:

- Identifican la cara de los peatones que pasan los semáforos en rojo, y luego las muestran públicamente en marquesinas de la ciudad.
- Se multa y cobra automáticamente a los conductores que hacen infracciones.
- Si cometen infracciones más graves, o de forma más continuada, pueden llegar a perder el trabajo.

En definitiva, está muy extendido en ese país la cultura del escarnio público para evitar que los ciudadanos tengan tentaciones de saltarse las leyes, y conseguir mejorar la seguridad en sus ciudades.

La tecnología ayuda, pero en realidad no son ni los sensores ni las cámaras de seguridad los principales responsables del éxito de la seguridad pública en Japón.

El combo perfecto que hace del país asiático uno de los lugares más seguros del mundo lo forman una mezcla de leyes rigurosas, políticas de prevención del crimen y un conjunto de actividades comunitarias y educativas.

Los programas de educación en materia de seguridad peatonal pueden incluir las cuestiones que figuran a continuación.

- Fomento de la concienciación. Ello puede consistir en informar a los conductores sobre aspectos como la atención, la prudencia, la cortesía, la consideración, la velocidad, el derecho de paso de los peatones y las normas de tránsito.
- Enseñanzas impartidas en la escuela. Programas de esta índole ayudan a los niños a adquirir competencias y actitudes en materia de seguridad peatonal. Si bien es cierto que estos conocimientos de la vida son importantes y que todos los niños deberían estudiar las normas viales, las enseñanzas impartidas en la escuela solo contribuirán a reducir las colisiones con peatones si se combinan con otras intervenciones.
- Divulgación. El recorrido entre la escuela y el hogar representa una exposición y un riesgo considerable para los niños. Es importante determinar el momento en que estos están más expuestos (hora del día, día de la semana y mes del año). Existen diversos factores que influyen en las condiciones de inseguridad de los niños que caminan cerca del tránsito o entre los vehículos. Carecen de la capacidad de distinguir cuándo o dónde es seguro o azaroso cruzar, por lo que se arriesgan al atravesar. Asimismo se pueden despistar o verse en peligro a causa de conductores distraídos al utilizar sus teléfonos móviles. Una estrategia para mejorar la seguridad de los niños en el camino de la escuela es la formación de «caravanas peatonales de camino al colegio» que consiste en un grupo de varios niños que van a pie a la escuela bajo la supervisión de adultos.
- Campañas en los medios de comunicación. Estas se pueden usar para informar a la población sobre la legislación en materia de seguridad peatonal, los factores de riesgo, las consecuencias de las colisiones y las soluciones disponibles. Las campañas en los medios de comunicación y las operaciones de mercadotecnia social dirigidas a públicos concretos y cuidadosamente planeadas son necesarias

para que la población se entere de las leyes y de los factores de riesgo que afectan a la seguridad peatonal, con objeto de mejorar el comportamiento de conductores y peatones, y fomentar el conocimiento sobre cuestiones relacionadas con el tránsito, tales como señalización, derecho de paso e imprudencias. Rara vez la información por sí sola es suficiente para inducir cambios en las pautas de conducta de los usuarios de la vía pública, las comunicaciones deben ser reforzadas con una legislación estricta, respaldada por actuaciones específicas para hacer cumplir la ley.

f) Implementación de cruces a desnivel

Implementarlos en los puntos más conflictivos, especialmente en las intersecciones entre avenidas, con este sistema se logra distribuir el tránsito para que cruce a diferentes niveles sin que se interrumpan entre ellos.

Funciona creando puentes o túneles que pasan uno encima el otro para cada grupo de carriles en cada dirección. Con esto se elimina el tiempo de espera en las intersecciones de cualquier tipo ya que los vehículos simplemente entran en su vía y siguen el trayecto tipo de parada. Otra gran ventaja es que se elimina gran porcentaje de accidentes al eliminar muchos conflictos potenciales entre los flujos que se cruzan. Es una solución a largo plazo y un poco costosa que con las gestiones respectivas entre las autoridades a cargo se puede realizar.

Haciendo un análisis de cada uno de los puntos de estudio, se pudo determinar que en varias de las intersecciones existe la necesidad de implementar señales verticales, sean estas preventivas, reglamentarias e informativas, como así también utilizar señalización horizontal, citando líneas de cruce peatonal, líneas de parada y flechas direccionales de recta y viraje; las pocas señales que existen presentan mala ubicación, deterioro, no cumplen con el dimensionamiento, color y diseño de acuerdo a la norma establecida por la ABC.

Lo que se pretende es reforzar las zonas más críticas en las cuales se necesita brindar mayor seguridad vial, es por esa razón que se determinó el tipo de señalización que deben de tener las intersecciones con mayor flujo vehicular y peatonal primordialmente.

Señalización adecuada de todos los accesos a las intersecciones

La circulación vehicular y peatonal, necesariamente, requiere ser guiada y regulada para que pueda llevarse a cabo de manera segura, fluida, ordenada y cómoda.

Señalización a implementar:

Señales horizontales

Líneas longitudinales

Líneas de separación de carriles.

Líneas transversales

Líneas parada, ingreso a la intersección

Líneas cruce peatonal tipo cebra, ingreso a la intersección.

Flechas

Flechas direccionales, ingreso y dentro de la intersección.

Señales verticales

- **Señales preventivas:** Ceda el paso.
- **Señales reglamentarias:** Prohibido estacionar, pare, velocidad máxima, antes de la intersección.
- **Señales informativas:** Estación de servicio, Parada de autos.

Punto de estudio 1: Av. Víctor Paz Estensoro y calle Sucre-Acceso 1



Señalización vertical

Señales reglamentarias



Esta señal se usa para indicar prohibición de estacionar a partir del lugar donde se encuentre, esta prohibición puede ser limitada a determinados horarios, tipos de vehículos y tramos de vía, debiendo agregarse la leyenda respectiva.

Se colocará la señal “PROHIBIDO ESTACIONAR” en la vía indicada debido a que en ese lugar se encuentra un parque de recreación, por lo tanto es una señal imprescindible para los peatones.

Señalización horizontal

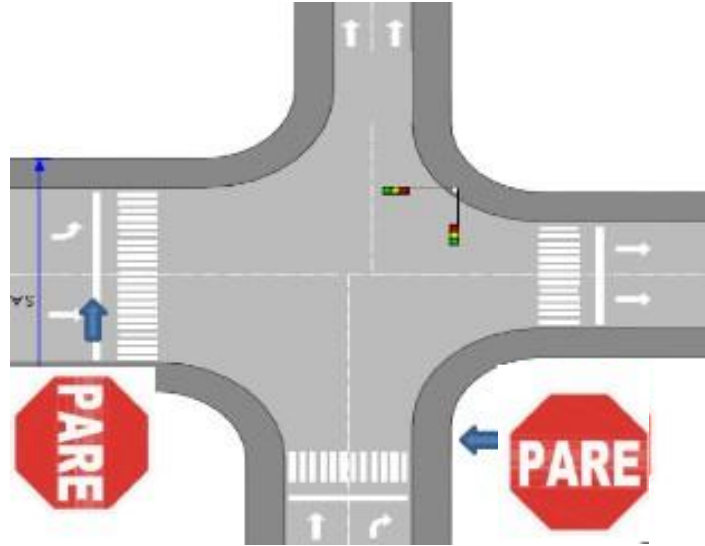
Líneas de cruce peatonal (Tipo cebra)

Esta demarcación se utiliza para determinar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, en el lugar de estudio se encuentra la misma pero necesita mantenimiento porque casi no se logra percibirla.

Flechas direccionales de recta y viraje

Esta señal indica que la pista donde se ubica, está destinada tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje.

Punto de estudio 11: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Alto de la Alianza



Señalización vertical

Señales reglamentarias



Su propósito es ordenar a los conductores que detengan el vehículo y que reanuden la marcha solo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente.

La señalización estará ubicada sobre la acera, a mano derecha, justo después de finalizar la línea de cebra, pese a que existen semáforos es de gran importancia su instalación debido a que en sus alrededores existen centros de reclutamiento de servicio militar, mercados y centros financieros que convocan a una gran cantidad de peatones quienes

muchas veces se les dificulta cruzar de una acera a otro debido al gran congestionamiento vehicular.

Señalización horizontal

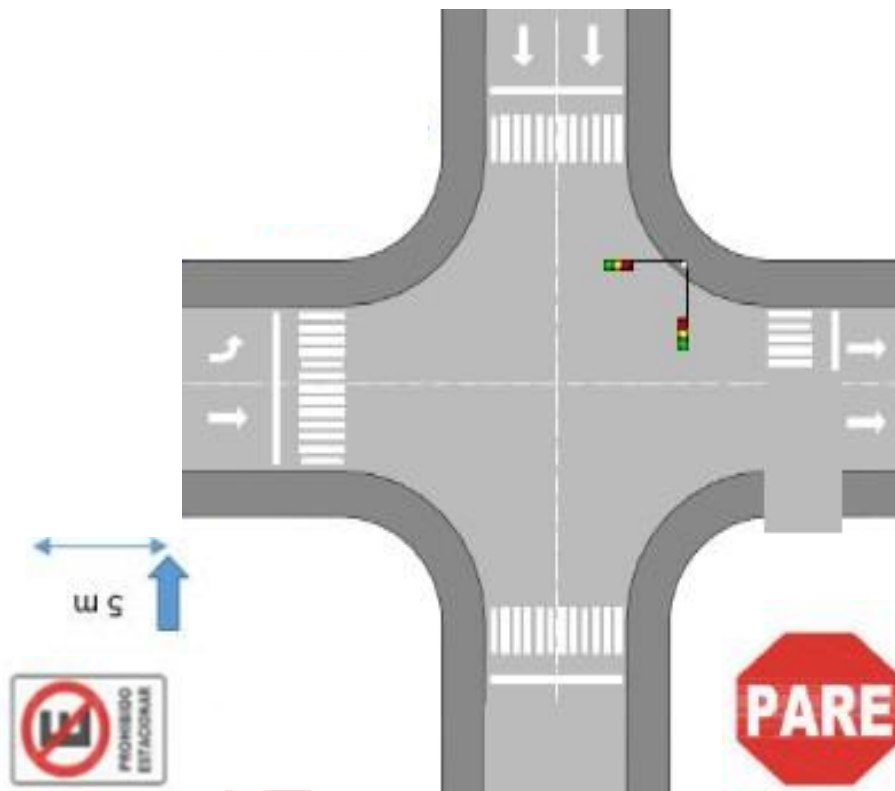
Líneas de cruce peatonal (Tipo cebra)

Esta demarcación se utiliza para determinar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, en el lugar de estudio se encuentra la misma pero necesita mantenimiento porque casi no se logra percibirla.

Flechas direccionales de recta y viraje

Esta señal indica que la pista donde se ubica, está destinada tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje.

Punto de estudio 12: Av. Jaime Paz Zamora y Av. Fuerza Aérea



Señalización vertical

Señales reglamentarias



Esta señal estará ubicada sobre la acera a mano derecha, justo después de finalizar la línea de cebra, debido a que la calle de esta intersección es muy transitada porque se encuentra la salida del aeropuerto de la ciudad.



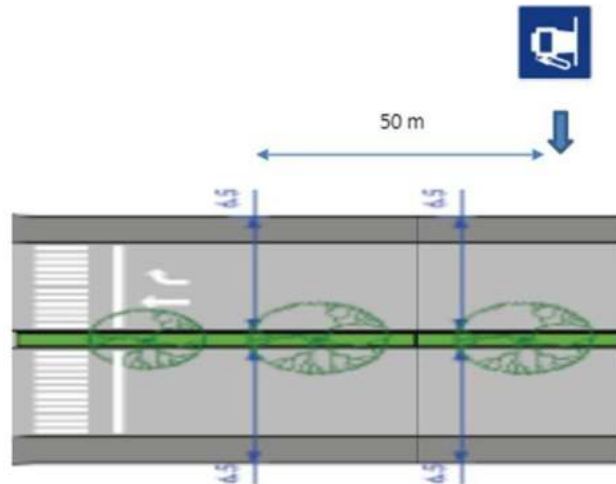
Es necesaria la implementación de la señal “PROHIBIDO ESTACIONAR”, sobre la acera, a mano izquierda tal como se señala en la gráfica, 5 metros pasada la esquina, es una zona donde generalmente los vehículos estacionan para recoger o dejar personas hacia el aeropuerto.

Señalización horizontal

Líneas de cruce peatonal (Tipo cebra)

Esta demarcación se utiliza para determinar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, en el lugar de estudio se encuentra la misma pero necesita mantenimiento porque casi no se logra percibirla.

Punto de estudio 17: Av. La Banda y Puente Bicentenario



Señalización vertical

Señales informativas-Señales de servicios al usuario

Existe una familia de señales cuya función es informar a los usuarios de los servicios, como ser de estaciones de servicio.

Debido a que en la esquina de la intersección se encuentra la “Estación de servicio La Floresta”, nos encontramos con la necesidad de colocar esta señal de servicio al usuario para poder prevenir los accidentes debido a que es un punto donde los vehículos entran y salen continuamente.

Esta señal se ubicará siempre al lado derecha de la pista de circulación entre 50 metros y 300 metros antes del establecimiento.

Señalización horizontal

Líneas de cruce peatonal (Tipo cebra)

Esta demarcación se utiliza para determinar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, en el lugar de estudio se encuentra la misma pero necesita mantenimiento porque casi no se logra percibirla.

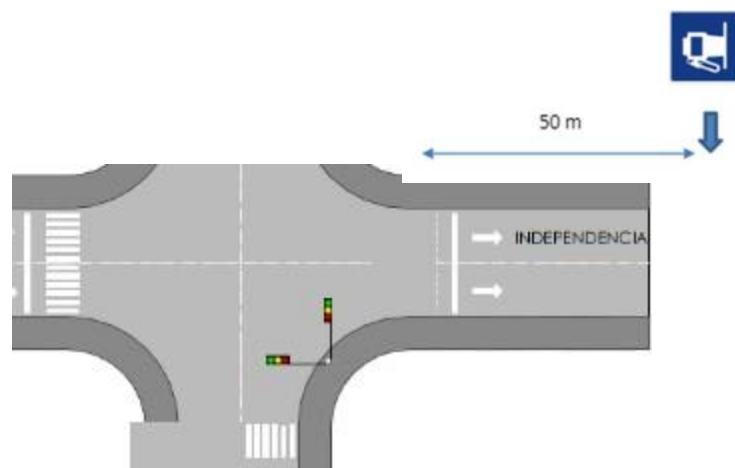
Flechas direccionales de recta y viraje

Esta señal indica que la pista donde se ubica, está destinada tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje.

Línea de parada

Corresponde a las líneas de demarcación, que delimitan el sector de la calzada empleada para la detención total de los vehículos.

Punto de estudio 18: Av. Héroes de la Independencia y Av. Los Sauces



Señalización vertical

Señales informativas-Señales de servicios al usuario

Debido a que en la esquina de la intersección se encuentra la “Estación de servicio San Martín”, nos encontramos con la necesidad de colocar esta señal de servicio al usuario para poder prevenir los accidentes debido a que es un punto donde los vehículos entran y salen continuamente.

Esta señal se ubicará siempre al lado derecha de la pista de circulación entre 50 metros y 300 metros antes del establecimiento.

También se ve la importancia de implementar semáforos, puesto que no existen tales en ninguna de las esquinas de la intersección siendo de vital importancia su instalación debido a que es un punto que comunica la zona alta con el centro de la ciudad de Tarija, donde se puede apreciar que la cantidad de tráfico vehicular como peatonal es considerable.

Señalización horizontal

Líneas de cruce peatonal (Tipo cebra)

Esta demarcación se utiliza para determinar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, en el lugar de estudio se encuentra la misma pero necesita mantenimiento porque casi no se logra percibirla.

Flechas direccionales de recta y viraje

Esta señal indica que la pista donde se ubica, está destinada tanto al tránsito que continúa en línea recta como al que vira en la dirección y sentido indicado por la flecha de viraje.

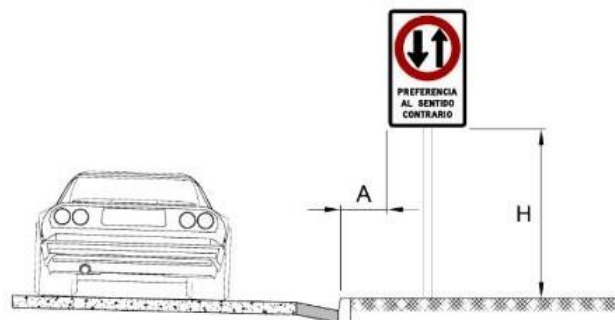
Línea de parada

Corresponde a las líneas de demarcación, que delimitan el sector de la calzada empleada para la detención total de los vehículos. La circulación del transporte público es considerable en este punto de estudio tanto de micros como taxitrufis y taxis.

3.11.1. Características físicas de las señales verticales

Según el manual de dispositivos de control de tránsito, que utiliza la administradora Boliviana de carreteras, las señales de control de tránsito deben de cumplir con las siguientes especificaciones técnicas.

Figura III.113: Características físicas de las señales verticales



Fuentes: Manual de dispositivos de tránsito

Donde deberá cumplir con una ubicación trasversal de señales verticales para zonas urbanas.

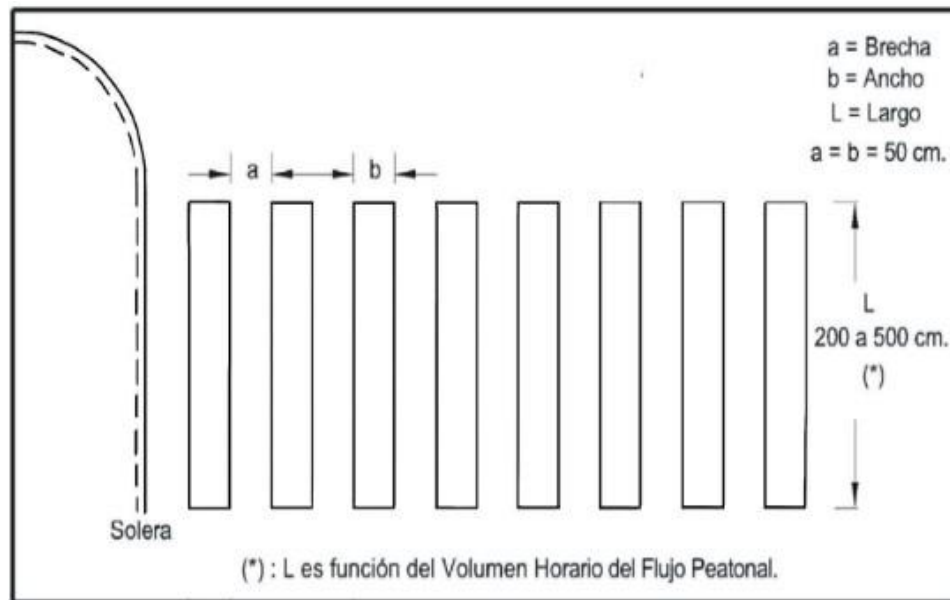
Tipo de vía	A(m)	H(m)	
	Mínimo	Mínimo	Máximo
Camino	1,5	1,5	2,2

3.11.2. Características físicas de las señales horizontales

Para las señales horizontales el manual de dispositivos de control de tránsito de la Administradora Bolivia de Caminos, indica que estas señales de control de tránsito deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas.

Líneas de cruce en paso peatonal tipo cebra

Figura III.114: Señalización horizontal a implementar-Largo paso peatones frente a un alto flujo peatonal



Fuente: Manual de dispositivos de tránsito

Flujo peatonal (peatones/hora)	Ancho mínimo (m)
Menor o igual a 500	2
501 a 750	2,5
751 a 1000	3
1001 a 1250	2,5
1251 a 1250	4

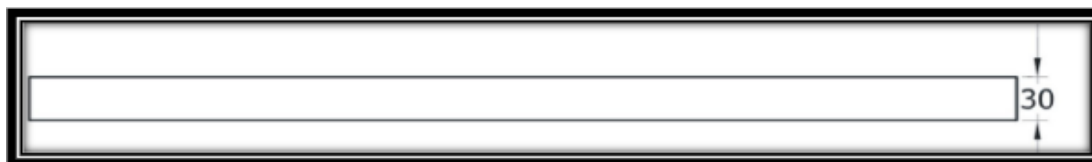
Esta demarcación, se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de 50 cm, una brecha de 50 cm, y un largo constante que puede variar entre 2,0 - 5,0 m según volumen del flujo peatonal que solicitara el cruce.

El borde de la banda más próxima a cada solera debe ubicarse aproximadamente a 50 cm. de ésta.

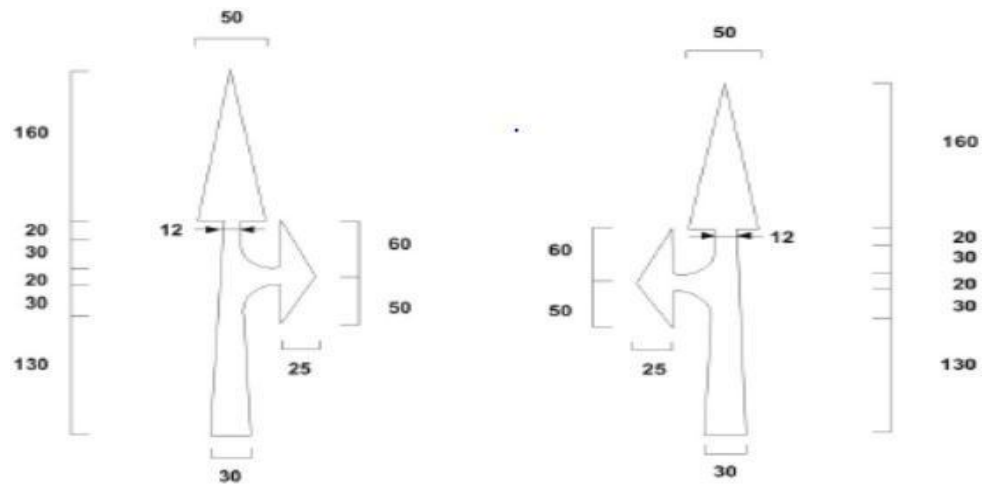
La línea de detención asociada al cruce peatonal indicará al conductor que enfrenta un paso de cebra, el lugar más próximo al cruce donde el vehículo deberá detenerse, tal como se puede apreciar en la Figura III.72 Misma exigencia deberán cumplir Pasos Peatonales Tipo Cebra emplazados en esquinas.

En casos especiales de alto tránsito peatonal, se podrá utilizar un ancho mayor, dependiendo de la evaluación que se efectúe en cada situación.

Línea de parada



Flechas direccionales de recta y viraje (cm)



Para la implementación de cada una de las señalizaciones mencionadas se hace un presupuesto tomando en cuenta las deficiencias que presentada cada punto de estudio, los precios y cantidades de cada actividad a realizar se detalla en los anexos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

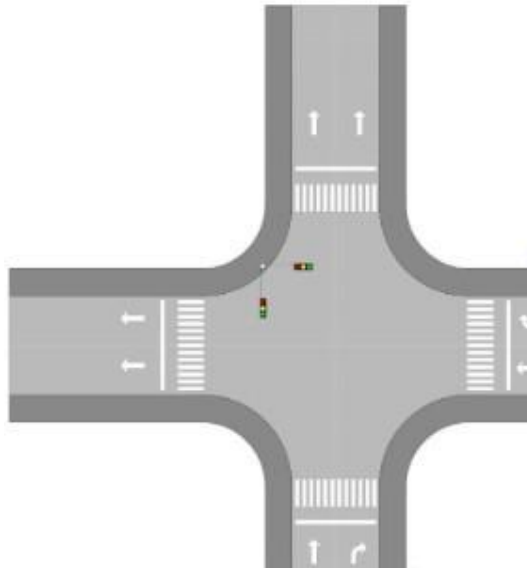
4.1. CONCLUSIONES

- La metodología empleada que efectúa un análisis del nivel de riesgo a través de la cuantificación de los diferentes elementos que constituyen la seguridad vial, nos brinda herramientas reales que admiten superar la barrera de lo subjetivo, consolidar mecanismos y procedimientos que permiten cuantificar el impacto de los hallazgos que afectan la seguridad en un determinado proyecto vial. Para ello, se combinó el proceso sistemático normal de un conteo, con la teoría del riesgo, lo que permitió obtener como parámetros variables como amenaza, exposición, peligrosidad y vulnerabilidad, mediante un enfoque hacia la disminución potencial de accidentes.
- Mediante el aforo vehicular y la cuantificación de cada uno de los parámetros visuales de tránsito que existen en los puntos críticos de estudio de las intersecciones a nivel, se pudo evidenciar en la mayoría de ellas la falta de mantenimiento y la deficiencia de señalización tanto vertical como horizontal lo que llega a generar un peligro latente de inseguridad para peatones y conductores.
- El análisis de los valores de nivel de riesgo respecto a la capacidad, nivel de servicio y datos de accidentes de tránsito registrados, representan la eficiencia y veracidad de la metodología empleada, puesto que los 30 puntos estudiados manifiestan niveles de riesgo medio lo que nos alerta a una intervención inmediata y a corto plazo para poder mitigar las deficiencias presentadas disminuyendo así la inseguridad vial y contribuyendo de tal manera en el bienestar de los usuarios.
- La incidencia de factores externos a las señalizaciones, como actividades económicas y deportivas o aquellas actividades que generen mayor concentración de personas, especialmente aquellas consideradas con mayor nivel de exposición como niños, ancianos, personas con movilidad reducida y personas

en estado de ebriedad presentes en las zonas de análisis son los principales potenciales afectables en la determinación del nivel de riesgo.

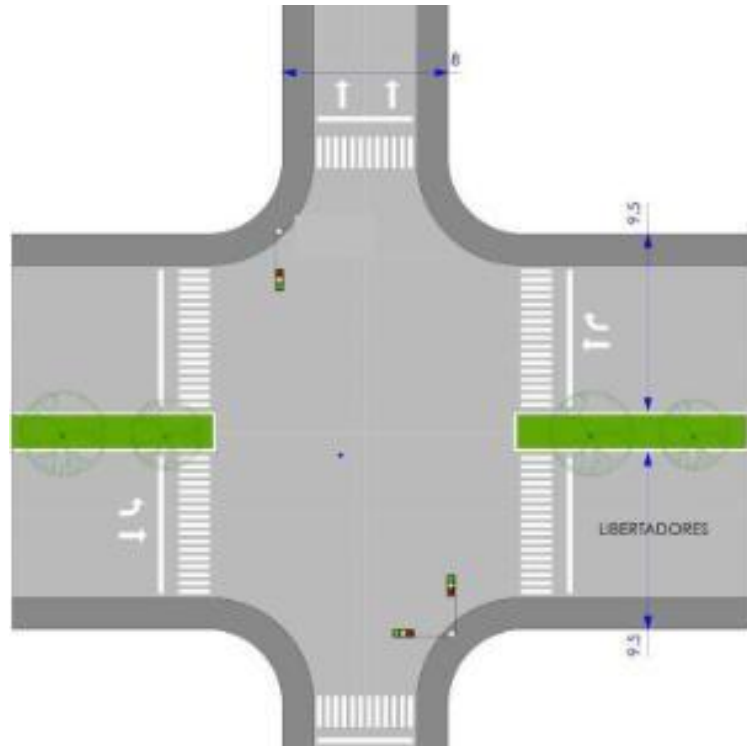
- El parque automotor en Tarija se incrementó de manera considerable en los últimos años, el promedio de crecimiento por año es de alrededor del 7% lo que representa la acción inmediata de intervención en cada intersección vial, es por esa razón que la propuesta de implementación de señalización tanto vertical como horizontal en las zonas que así lo requieran serán de gran importancia para contribuir en la disminución de accidentes.
- Se pudo apreciar que las características físicas de las vías de estudio, son muy parecidas, con excepción de las avenidas en estudio.

Figura III.115: Intersecciones normales de estudio



Fuente: Elaboración propia

Figura III.116: Intersecciones de avenidas en estudio



Fuente: Elaboración propia

- Las zonas prohibidas para realizar estacionamientos, no se encuentran delimitadas correctamente, lo que provoca que los conductores infrinjan leyes de tránsito y perjudiquen el flujo vehicular incrementando el congestionamiento en dichas calles.

4.2. RECOMENDACIONES

- El mantenimiento oportuno de cada una de las avenidas y calles que conforman una intersección, mejorarán el flujo vehicular.
- La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin que pueda llevarse a cabo de forma segura, fluida, ordenada y cómoda, siendo la señalización de tránsito un elemento fundamental para alcanzar tales objetivos, a través de la señalización se indica a los conductores y peatones la forma correcta y segura de transitar por la avenida, evitando riesgos y demoras innecesarias.

- Establecer señales verticales de presencia de paradas de micros y taxi-trufis del transporte público, en forma recomendable no cerca de la intersección sino más bien a 20 o 25 metros de las mismas para no perjudicar la visibilidad.
- Plantear rutas exclusivamente para la circulación del transporte público (taxis, micros, taxi-trufis), para poder disminuir la incidencia de accidentes de tránsito y al mismo tiempo brindar comodidad al resto de los usuarios de la vía como ser transporte privado como usuarios peatones, ciclistas y motociclistas.
- Implementar estrategias comunicacionales educativas y preventivas para el cumplimiento de las leyes vigentes sobre seguridad vial generando la concientización a la población sobre los factores de riesgo y accidentes de tránsito, es decir cultura de seguridad ciudadana.
- También es recomendable un rediseño del circuito del transporte público, lo cual puede contribuir a reducir el congestionamiento vehicular, ya que el rediseño puede llegar a la conclusión de que el transporte público debe desplazarse por otros tramos sin congestionamiento y por ende contribuir a reducir la demora en el tramo congestionado.
- Para aquellas intersecciones que tienen un considerable volumen de tráfico, pero pese a eso no cumplen con las condiciones para instalar semáforos, se recomienda la utilización de espejos viales, que son espejos convexos que ayudan a la visibilidad de automotores de ambas vías, evitando algunos accidentes que se podrían suscitar por la excesiva velocidad y a la falta de dispositivos de control de tráfico. Estos son dispositivos de bajo costo y que, si son bien colocados, trabajan de forma efectiva.
- Implementar una señalización horizontal y vertical que sea lo suficientemente visible para los usuarios de las vías, tomando en cuenta todos los elementos perjudiciales como árboles, pasacalles y postes que limitan la visión.