

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

## **CAPÍTULO 1**

### **ANÁLISIS DE LA POTENCIALIDAD DE LA APLICACIÓN DE LA NORMA ISO 31000 EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LA CIUDAD DE TARIJA**

#### **1.- Introducción**

##### **1.1.- Antecedentes**

Se entiende por Gestión del Riesgo a la aplicación de políticas y estrategias de reducción del riesgo de desastres con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres. ISO 31000 permite gestionar el riesgo a través de la identificación de ciertos aspectos de gran relevancia que en muchas ocasiones se ignoran en el sector de la construcción, ya que se desea sacar mayor beneficio económico.

Este trabajo de aplicación desea encontrar un plan de acción a la hora de abordar el mantenimiento de una red vial priorizando los accesos a las instalaciones esenciales. Las instalaciones que generen necesidades urgentes que se puedan encontrar en una red de vías son clasificadas para establecer un procedimiento y así mantener el correcto estado y funcionamiento de la malla vial cumpliendo con sus normativas, brindando comodidad y seguridad a la población. En nuestra sociedad existen edificaciones esenciales que albergan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento en condiciones de emergencia son necesarias para preservar la salud, seguridad y atención de la población. Por tal razón, las estructuras viales que dan acceso a tales instalaciones deben siempre permanecer al alcance de las comunidades en buenas condiciones y en un estado donde se minimice el riesgo de accidentes. Una vez finalizada la etapa de construcción es indispensable el monitoreo y mantenimiento de las carreteras debido a que sufren daños diariamente. Inicialmente, el deterioro es lento con fallas poco perceptibles. Sin embargo, sin el mantenimiento adecuado con el paso del tiempo el deterioro se acelera presentando un colapso de la estructura para que finalmente se produzca su falla total. Por esta razón, el desarrollo de un plan de mantenimiento rutinario en las carreteras es vital ya que previene desastres a medida del tiempo. El mal estado de una carretera causada por un asfalto con alto deterioro afecta directamente la seguridad vial al aumentar el riesgo de

accidentes. Esto genera gasto mayor en un futuro cuando los problemas de la infraestructura ya no tengan manera de resolverse y ocasione un grave accidente por culpa del deterioro de las mismas. Cabe resaltar que el dinero que se emplea en conservación y mantenimiento de las carreteras no es un gasto, es una inversión.

Lo anterior es llevado a cabo con base en los procedimientos que la Organización Internacional de Normalización (ISO) estandarizó de forma global en la norma que aborda la Gestión de Riesgos (ISO 31000). En la actualidad, la guía ISO 31000 enfocada en la gestión de riesgos, es utilizada como una herramienta destinada a proporcionar a las empresas criterios y estándares que permiten un más eficiente tratamiento de los eventos de riesgo y procesos, efectuado en las diversas fases organizacionales, tales como estratégicas y operativas; en nuestro caso analizamos los lineamientos más importantes mostrados en la Norma ISO y los aplicamos a nuestro estudio de la malla vial estableciendo las estrategias de priorización y minimización de riesgos necesarias en nuestra investigación.

En la actualidad, la guía ISO 31000 enfocada en la gestión de riesgos, es utilizada como una herramienta destinada a proporcionar a las empresas criterios y estándares que permiten un más eficiente tratamiento de los eventos de riesgo y procesos, efectuado en las diversas fases organizacionales, tales como estratégicas y operativas; en nuestro caso analizamos los lineamientos más importantes mostrados en la Norma ISO y los aplicamos a nuestro estudio de la malla vial estableciendo las estrategias de priorización y minimización de riesgos necesarias en nuestra investigación. (ISO 31000, 2018).

Se encontrará la forma en que diferentes autores afrontan y observan la reducción de riesgos desde su definición, identificación, análisis y evaluación en diferentes ámbitos de estudio, además de una aplicación enfocada en nuestro interés en cuestión, observando los riesgos asociados, las edificaciones esenciales, su forma de identificar y evaluar los riesgos, todo esto aplicado en estudios de la malla vial.

Las calles y carreteras sufren daños a través de una fase de lento deterioro con fallas poco perceptibles para pasar a una fase en la que el deterioro se acelera presentando un colapso de las estructuras”. Por esta razón, el mantenimiento de las calles y carreteras es esencial como parte de la mitigación y tratamiento de estos riesgos.

## **1.2- Planteamiento del problema**

### **1.3.- Situación Problemática**

En Tarija no se tiene un plan de mantenimiento vial que considere normas internacionales como la ISO 31000, siendo primordial el cómo llegar a las infraestructuras principales rápido y seguramente, por la importancia de las mismas. Aunque la gestión de los riesgos es un solo aspecto de todos aquellos que permiten asegurar la correcta gestión de los proyectos de construcción, éste es uno de los menos estudiados, investigados y difundidos en la gestión de proyectos dado que conlleva el conocimiento y dominio de muchas capacidades y experiencia en la construcción de proyectos. La norma ISO 31000 es una herramienta fundamental para los directores de proyectos y cuenta con el respaldo de una organización de mucho prestigio a nivel internacional como es el Project Management Institute (PMI). La conexión del riesgo - análisis de mantenimiento no ha sido completamente estudiada, existe una escasez de metodologías de mantenimiento sistémicas, multiobjetivo y basadas en riesgos que puedan resolver los problemas que enfrenta el programa de mantenimiento de una red vial.

Es por ese motivo que es necesario implementar nuevas metodologías basadas en normas internacionales que nos permitan mejorar el mantenimiento vial con la gestión de riesgos. Aunque se cuenta con mucha información del riesgo, desarrollada por diversos especialistas, autores e instituciones, no todas están difundidas de igual forma en Bolivia, dado que se ha adoptado poco a poco determinadas prácticas foráneas que le hayan resultado útiles a las organizaciones vinculadas a la construcción.

Es necesario la implementación de normas reconocidas mundialmente por la Organización Internacional de Normalización. Una de ellas es la norma “ISO 31000” es una norma estándar internacional que establece las directrices de la gestión de riesgos. Dicha norma no está vigente en nuestro país siendo lamentable porque la norma ISO 31000 nos brinda mucha información al respecto del mantenimiento vial bajo aspecto como ser el impacto y la probabilidad con el estudio del pavimento en mal estado, desgaste y falla por mal estado de drenajes. Por ello, la presente investigación describe las herramientas técnicas de análisis de riesgos que se disponen actualmente que cuentan con un marco técnico y legal y lo aplicará a través de un proyecto de infraestructura vial ubicado en la ciudad de Tarija.

En Bolivia, no existe obligación de usar la norma ISO 31000, ni el PMBOK. Por ello, aunque las herramientas existen, no existe obligación de usarlas. Como resultado, cada entidad del estado, consultor o contratista puede usar las herramientas de gestión que le resulten necesarias.

#### **1.4.- Problema**

¿Cómo afecta la falta de mantenimiento de las vías principales y secundarias a la zona urbana de la Ciudad de Tarija?

#### **1.5.- Justificación**

Las razones que justifican la relevancia del presente trabajo de investigación radican en aspectos técnicos, legales. En el aspecto técnico, la presente investigación permitirá a los profesionales avocados a la gestión de proyectos viales implementar la gestión de riesgos en proyectos de infraestructura vial a través de un método desarrollado a partir de las investigaciones nacionales e internacionales existentes, lo cual representa una base para continuar mejorando la aplicación de la gestión de riesgos. Siendo que la investigación tiene sus limitaciones, dentro de la investigación se adoptarán las técnicas utilizados por investigadores en otros países que aplican con mayor eficacia la gestión de riesgos.

En el aspecto legal, la presente investigación tendrá que describir toda la normativa legal existente respecto a la gestión de riesgos y ésta permitirá identificar si existen los dispositivos suficientes para aplicarla eficientemente en nuestro país.

#### **1.6.- Alcance del Estudio de Aplicación**

El alcance de aplicación de este proyecto es en la zona urbana de la Ciudad de Tarija abarca principalmente la red vial principal de la Ciudad.

Tomando en cuenta 15 edificaciones esenciales para su análisis de los riesgos existentes análisis, determinación y estudio para la elaboración de plan de mantenimiento vial.

#### **1.7.- Objetivos**

##### **1.7.1.- Objetivo general**

Analizar la potencialidad de la aplicación de la norma ISO 31000 en la infraestructura vial urbana de la ciudad de Tarija aplicando la gestión de riesgos, plasmándola en un manual de mantenimiento de procedimientos para disminuir la probabilidad de ocurrencia y el impacto de riesgos de dichos eventos negativos viales.

### **1.7.2.- Objetivos específicos**

- Identificar los elementos prioritarios en una malla vial desde el punto de vista de la gestión de riesgos.
- Recopilación de series de datos sobre las variables e indicadores seleccionados como base para la elaboración del estudio basándonos en la gestión de los riesgos.
- Analizar el estado de cada uno de los indicadores seleccionados y su repercusión.
- Examinar el comportamiento de los elementos para cada indicador y valorar la urgencia, la necesidad de mantenimiento y prioridad de actuación sobre cada uno de ellos.

### **1.8.- Hipótesis**

Con la aplicación de la gestión de riesgos bajo la norma ISO 31000, identificando todos los factores que pueden intervenir, tanto como los distintos tipos de riesgos que pueden presentar en una situación determinada, se podrá ajustar la metodología para temas analizados, y de esta forma mediante un plan de mantenimiento para cada actividad involucrada se podrá optimizar y reducir la probabilidad de eventos negativos en el proyecto elegido para el estudio.

# **CÁPITULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO 2**

### **2.- Marco Teórico**

#### **2.1.- Gestión de riesgos**

En las revisiones bibliográficas relacionadas con el mantenimiento de las infraestructuras se logra identificar que mayoritariamente se centra en los detalles como la investigación de materiales y la investigación de degradación estructural. El aspecto de la gestión estratégica se ignora en gran medida. El reconocimiento de la deuda investigativa en materia de la gestión del mantenimiento ha tenido como efecto la creación de algunas iniciativas de investigación en esta área. La Administración Federal de Carreteras (FHWA) determina la gestión de activos como "un proceso sistemático de mantenimiento, mejora y operación de activos físicos de manera rentable". Combinando principios de ingeniería con teoría económica, y proporciona herramientas para facilitar un enfoque más organizado para la toma de decisiones.

Varios investigadores han intentado construir modelos para optimizar el mantenimiento acciones que abarcan todo un sistema estatal. PatÈ-Cornell utiliza el análisis de riesgo probabilístico para evaluar el riesgo, su incertidumbre, y priorizar las opciones de mitigación. La probabilidad bayesiana se utiliza para realizar análisis con la evidencia obtenida de experiencias pasadas de fallas, datos sustitutos, datos de prueba, modelos de ingeniería y opinión de expertos, Matthews et reconocen que el análisis de riesgos contribuye significativamente a la evaluación del ciclo de vida y mejora los resultados y las implicaciones del ciclo de vida.

Se encuentra el PMBOK® Guide (2016) La Gestión de los riesgos del proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, la identificación, el análisis, la planificación de la respuesta, y el control sobre un proyecto. Proyecto de gestión de riesgo es esencial para el éxito de la gestión del proyecto y debe ser aplicada en todo el ciclo de vida de un proyecto.

La mayoría del material sobre gestión de riesgos de los proyectos en el PMBOK® Guide y en la práctica estándar para la gestión de los riesgos del proyecto es aplicable a la gestión de riesgos en proyectos de construcción. Esta sección de la extensión de la



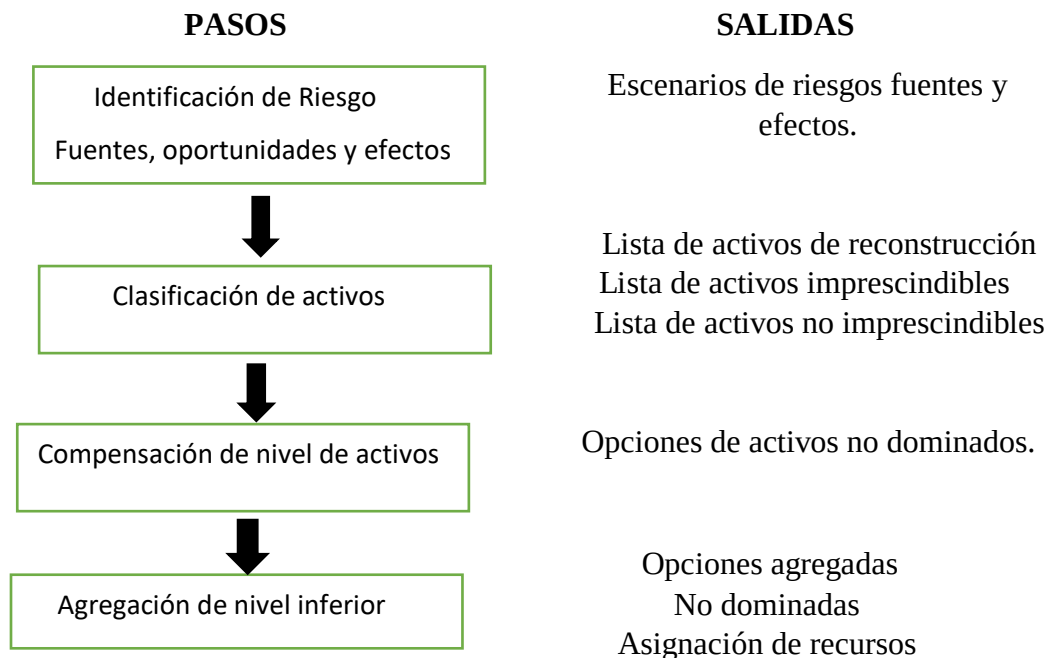
construcción presenta consideraciones adicionales y directrices para la gestión de riesgos del proyecto de construcción. Según la norma ISO 31000 (2018) Este documento está dirigido a las personas que crean y protegen el valor en las organizaciones gestionando riesgos, tomando decisiones, estableciendo y logrando objetivos y mejorando el desempeño. Las organizaciones de todos los tipos y tamaños se enfrentan a factores e influencias externas e internas que hacen incierto si lograrán sus objetivos. La gestión del riesgo es iterativa y asiste a las organizaciones a establecer su estrategia, lograr sus objetivos y tomar decisiones informadas. La gestión del riesgo es parte de la gobernanza y el liderazgo y es fundamental en la manera en que se gestiona la organización en todos sus niveles. Esto contribuye a la mejora de los sistemas de gestión. La gestión del riesgo es parte de todas las actividades asociadas con la organización e incluye la interacción con las partes interesadas. La gestión del riesgo considera los contextos externo e interno de la organización, incluido el comportamiento humano y los factores culturales.

El buen desarrollo y crecimiento económico de los países se ve ampliamente afectado por la infraestructura vial. Por lo general, las grandes potencias cuentan con innovadoras carreteras. Esto se debe que dichas carreteras son la columna vertebral del transporte, el cual facilita las vías acceso a los municipios al promover la participación de estos en el producto interno del país ya que reduce los tiempos de viaje y disminuye los costos productivos dando acceso a los mercados. De ahí que la construcción y mantenimiento de las vías se convierten en puntos estratégicos para el crecimiento y correcto avance progresivo de un país. Una vez finalizada la etapa de construcción es indispensable el monitoreo y mantenimiento de las carreteras debido a que sufren daños diariamente. Inicialmente, el deterioro es lento con fallas poco perceptibles. Sin embargo, sin el mantenimiento adecuado con el paso del tiempo el deterioro se acelera presentando un colapso de la estructura para que finalmente se produzca su falla total. Por esta razón, el desarrollo de un plan de mantenimiento rutinario en las carreteras es vital ya que previene desastres a medida del tiempo. El mal estado de una carretera causado por un asfalto con alto deterioro afecta directamente la seguridad vial al aumentar el riesgo de accidentes. Esto genera gasto mayor en un futuro cuando los problemas de la infraestructura ya no tengan manera de resolverse y ocasione un grave accidente por culpa del deterioro de las mismas. Cabe resaltar que el dinero que se emplea en conservación y mantenimiento de

las carreteras no es un gasto, es una inversión. Cada inversión en conservación y mantenimiento supone un ahorro en el futuro, ya que lo que costaría reparar deficiencias graves en una carretera que se haya descuidado por completo superaría la inversión de mantenimiento realizada en el presente. Reasfaltar una carretera es mucho más barato que hacerla nueva. En nuestra sociedad existen edificaciones esenciales que albergan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento en condiciones de emergencia son necesarias para preservar la salud, seguridad y atención de la población. Por tal razón, las estructuras viales que dan acceso a tales instalaciones deben siempre permanecer al alcance de las comunidades en buenas condiciones y en un estado donde se minimice el riesgo de accidentes. (Construction-Extension-to-the-PMBOK, 2016).

Un ejemplo claro de la metodología que se puede aplicar nos lo muestra el “Centro de Gestión de Riesgos de Sistemas de Ingeniería de la universidad de Virginia” con los activos que se encuentran en una misma ubicación, donde se coordinan para que requieran mantenimiento en los mismos períodos a fin de minimizar el retraso en el trabajo y los gastos. otro ejemplo son las tuberías que se encuentran debajo de las carreteras están programadas para ser reemplazadas al mismo tiempo que la superposición del pavimento. La metodología basada en el riesgo desarrollada se analiza en la figura 1.

*Figura 1. Pasos en la aplicación de la metodología de la gestión de activos basadas en riesgo para sistemas de infraestructura vial.*



Fuente: (Norma ISO 31000, 2018)

## **2.2.- Definición de riesgo y sus clasificaciones según la ISO 31000**

### **2.2.1.- Riesgos según el tipo de actividad**

Los riesgos están presentes en cualquier actividad. Sin embargo, algunos implican un mayor o menor nivel de incidencia sobre las actividades de las empresas.

#### **2.2.2.- Riesgo sistemático**

Se refiere a aquellos riesgos que estén presentes en un sistema económico o en un mercado en su conjunto. Sus consecuencias pueden aquejar a la totalidad del entramado comercial, como sucede con las crisis económicas de gran envergadura y de las cuales ninguna compañía puede sustraerse. También pueden ser originados por accidentes, guerras o desastres naturales.

#### **2.2.3.- Riesgo no sistemático**

Son los riesgos que se derivan de la gestión financiera y administrativa de cada empresa. Es decir, en este caso la que falla es una compañía en concreto y no el conjunto del mercado o escenario comercial. Varían en función de cada tipo de actividad y cada caso, al igual que la manera en que son gestionados. Las situaciones de crisis internas o un plan de crecimiento mal implementado son algunos ejemplos.

#### **2.2.4.- Riesgos según su naturaleza**

Los riesgos también pueden definirse en función de su naturaleza. De hecho, es la manera más extendida a la hora de clasificarlos. Está claro que un riesgo de tipo legal o jurídico no debe tener la misma gestión que otro de tipo económico. En ese sentido, la clasificación de los riesgos quedaría de la siguiente manera:

#### **2.2.5.- Riesgos financieros**

Son todos aquellos relacionados con la gestión financiera, Es decir, aquellos movimientos, transacciones y demás elementos que tienen influencia en las finanzas: inversión, diversificación, expansión, financiación, entre otros.

#### **2.2.6.- Riesgos ambientales**

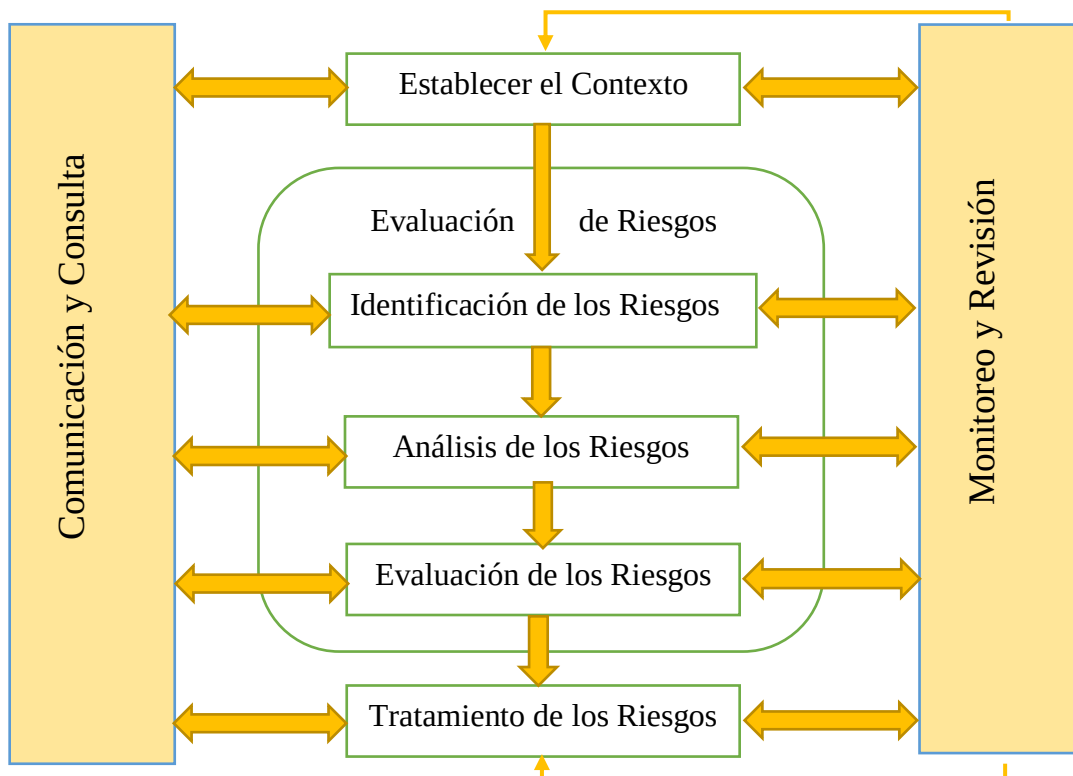
Son aquellos a los que se enfrentan cuando el entorno en el que operan es especialmente hostil o puede llegar a serlo. Tienen dos causas básicas: naturales o sociales. Otra definición de riesgo encontrada en la literatura define el riesgo según el tipo de amenazas o peligros sobre, en este caso, la malla vial, su nivel de exposición debido a su ubicación

geográfica, y de sus condiciones de vulnerabilidad para ser afectados negativamente frente a las amenazas o peligros. (Soto, 2015).

- $\text{Riesgo} = f(\text{amenaza} + \text{exposición} + \text{vulnerabilidad})$
- $\text{Vulnerabilidad} = f(\text{sensibilidad} + \text{capacidad adaptativa})$
- $\text{Amenaza} = f(\text{indicadores})$ .

La norma ISO 31000 nos demuestra que los riesgos no tienen el mismo origen ni la misma naturaleza por esto existen varias estrategias para su gestión. Esto ha propiciado que se desarrollen metodologías de análisis propias de un sector o especialidad. Su objetivo es la identificación, evaluación, tratamiento y monitorización de los riesgos asociados a una actividad, función o proceso. Es decir, es lo que da forma a la implementación del sistema de gestión en sí mismo. El esquema o proceso de la ISO 31000 para la gestión del riesgo es el ilustrado en figura 2.

Figura 2. Esquema de la ISO 31000:2011 para la gestión de riesgos.



Fuente: (Norma ISO 31000, 2011)

### **2.3.- Identificación de riesgos según la ISO 31000**

Según la ISO 31000 el propósito de la identificación de riesgos es encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden ayudar o impedir a una organización lograr sus objetivos. Para la identificación de los riesgos es importante contar con información pertinente, apropiada y actualizada. Las organizaciones pueden utilizar un rango de técnicas para identificar incertidumbres que pueden afectar a uno o varios objetivos. En general se consideran los siguientes factores y la relación entre estos:

- Fuentes de riesgos tangibles e intangibles.
- Causas y los eventos
- Amenazas y las oportunidades.
- Vulnerabilidades y las capacidades.
- Cambios en los contextos interno y externo.
- Indicadores de riesgos emergentes.
- Naturaleza y el valor de los activos y los recursos.
- Consecuencias y sus impactos en los objetivos.
- Limitaciones de conocimiento y la confiabilidad de la información.
- Factores relacionados con el tiempo.
- Sesgos, los supuestos y las creencias de las personas involucradas.

Las organizaciones deben identificar los riesgos, tanto si sus fuentes están o no bajo su control. Adicionalmente, se debe considerar que puede haber más de un tipo de resultado, que puede dar lugar a una variedad de consecuencias tangibles o intangibles. (ISO 31000, 2018).

La norma además nos dice que debemos prioritariamente definir cuáles son los factores que influyen en los procesos, Y de todos esos, es preciso priorizarlos en función del impacto que tengan. En un proceso no todas las acciones tienen el mismo grado de importancia. Una buena manera de medir el impacto de un riesgo es a través de la siguiente tabla de valores:

- a. ¿A qué área afecta?
- b. ¿Cómo la afecta?
- c. ¿Qué efectos tiene sobre dicha área?
- d. ¿Qué efectos tiene sobre la organización en su conjunto?

- e. ¿Qué margen de maniobra otorga?
- f. ¿Qué tiempo de reacción permite a la dirección?
- g. ¿Qué grado de complejidad requieren sus soluciones?
- h. ¿Qué consecuencias implicará el no afrontarlo?

### **2.3.1.- Por medio de indicadores**

Un indicador es una medida de resumen, de preferencia estadística, referida a la cantidad o magnitud de un conjunto de parámetros o atributos. Permite ubicar o clasificar las unidades de análisis, respecto al concepto, conjunto de variables o atributos que se están analizando

Los indicadores son “valores numéricos o adjetivos que se le asignan a unas condiciones o características actuales específicas de un sistema o asentamiento. Estos permiten identificar o determinar a través de una integración de valores (fórmula, ecuación o esquema relacional), el grado o nivel en que el riesgo se encuentra o se verá afectado”. Los indicadores tienen dos funciones básicas. Por un lado, la función descriptiva que consiste en la aportación de información sobre el estado real de una actuación, proyecto, programa o política. Por otro lado, la función valorativa que consiste en añadir a la información descriptiva un juicio de valor, lo más objetivo posible, sobre si el desempeño está siendo o no adecuado.

Debería medirse el riesgo mediante un sistema de indicadores transparentes, representativos y robustos, de fácil comprensión, que pueda aplicarse en forma periódica y que permita la agrupación y comparación desde el punto de vista conceptual, técnico y numérico. (Soto, 2015).

### **2.3.2.- Indicadores asociados a los riesgos presentes en infraestructuras viales**

Un ejemplo de los indicadores utilizados en un estudio de seguridad vial:

- Indicador de riesgo

Se basa en establecer las distintas características que influyen en la peligrosidad de un tramo, definir para cada una de ellas una función de peligrosidad de valor comprendido entre 0 y 100, que expresa el riesgo de accidente en función del valor de la característica, asignar pesos distintos a cada una de las características consideradas para tener en cuenta su grado de influencia en la seguridad, y calcular un índice de peligrosidad ponderado.

Los tramos cuyo índice de peligrosidad sobrepasa un valor predeterminado son considerados peligrosos.

- Indicador de peligrosidad

(Ejemplo: accidentes/ 108 vehículos-kilómetro): Permite considerar conjuntamente el número de accidentes y el volumen de circulación. Los tramos de la red se ordenan en función de su índice, estableciéndose un valor crítico del mismo a partir del cual los tramos se consideran peligrosos.

- Indicador combinado frecuencia-indicador de peligrosidad

Consiste en seleccionar primero una serie de tramos en función de la frecuencia de los accidentes, y priorizar las actuaciones en función del índice de peligrosidad. (Soto, 2015).

#### **2.4.- Riesgos asociados a la infraestructura vial**

Con base en la información expuesta anteriormente se puede establecer una valoración y priorización de los riesgos con el fin de clasificarlos. El análisis dependerá de la información disponible sobre el riesgo y de su origen. Para adelantarlos es necesario diseñar escalas que pueden ser cualitativas o cuantitativas. Para ello se han definido dos categorías:

- Probabilidad

La palabra “probabilidad” se utiliza para indicar la posibilidad de que algo suceda, esté definida, medida o determinada objetiva o subjetivamente, cualitativa o cuantitativamente, y descrita utilizando términos generales o matemáticos (como una probabilidad matemática o una frecuencia en un periodo de tiempo determinado).

- Impacto

El impacto puede explicarse como el conjunto de consecuencias que origina la materialización de un riesgo, es decir, la afectación que este causaría en la empresa, y pueden ser económicas, legales, reputacionales, entre otras. La Norma ISO31000, se califica el riesgo a partir de los datos variables de la probabilidad y del impacto asociado al riesgo. se definirán bajo dos tablas, una para cada variable, los rangos de calificación de la probabilidad y el impacto para cada riesgo. En cada tabla se asigna una letra correspondiente para darle una prioridad utilizando las palabras alto medio y bajo, estas palabras ayudan a la calificación y evaluación dando mayor valor al impacto, puesto que

este último es el que afecta en mayor medida. A continuación, se presenta a modo de ejemplo la tabla de la calificación de la probabilidad en tabla 1 y 2.

*Tabla 1. Calificación de la Probabilidad.*

| <b>MEDIDAS CUALITATIVAS DE PROBABILIDAD</b> |                   |                                         |
|---------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|
| <b>NIVEL</b>                                | <b>DESCRIPTOR</b> | <b>EJEMPLO DE DESCRIPCION DETALLADA</b> |
| A                                           | ALTA              | Afecta el alto grado al proceso         |
| M                                           | MEDIA             | Afecta en grado medio al proceso        |
| B                                           | BAJA              | Afecta en grado bajo al proceso         |

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, se presenta a continuación la tabla de calificación de impacto en la tabla.

*Tabla 2. Calificación de Impacto.*

| <b>MEDIDAS CUALITATIVAS DE IMPACTO</b> |                   |                                                |
|----------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
| <b>NIVEL</b>                           | <b>DESCRIPTOR</b> | <b>EJEMPLO DE DESCRIPCION DETALLADA</b>        |
| A                                      | ALTA              | Es muy factible que el riesgo se presente      |
| M                                      | MEDIA             | Es factible que el riesgo se presente          |
| B                                      | BAJA              | Es muy poco factible que el riesgo se presente |

Fuente: Elaboración Propia

Con esta información definida, en cada uno de los riesgos de los procesos definidos y se verifica sus letras asignadas en términos de probabilidad y en términos de impacto. Por ejemplo, si se toma el proceso de direccionamiento estratégico y contamos con el riesgo como: “Definir planes de acción que no cumplan con las estrategias definidas para un centro comercial” obtuvo una calificación con una probabilidad media por ser un evento posible, y con un impacto alto por tener un fuerte efecto si llegara a suceder. Los datos obtenidos en la fase de identificación de riesgos se consolidan en una matriz que se presenta como ejemplo en la tabla 3.



*Tabla 3. Calificación y valoración de un riesgo del proceso direccionamiento estratégico.*

| RIESGO                                                                                          | CAUSAS                                                        | EFECTO                                                                                                                      | CALIFICACIÓN Y VALORACIÓN |       |      |         |       |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|------|---------|-------|------|
|                                                                                                 |                                                               |                                                                                                                             | PROBABILIDAD              |       |      | IMPACTO |       |      |
|                                                                                                 |                                                               |                                                                                                                             | BAJO                      | MEDIO | ALTO | BAJO    | MEDIO | ALTO |
| Definir planes de acción que no cumplan con las estrategias definidas para el centro comercial. | Falta de conocimientos y mal manejo de los entornos.          | No se cumplen los objetivos definidos y por tanto no se logra la gestión necesaria para el desarrollo del Centro Comercial. |                           | X     |      |         |       | X    |
| Incumplir con los objetivos y metas estratégicas.                                               | No se hace el seguimiento a los proyectos de forma periódica. | No se cumplen los objetivos definidos y por tanto no se logra la gestión necesaria para el desarrollo del Centro Comercial. | X                         |       |      |         |       | X    |

Fuente: Elaboración Propia

## 2.5.- Definición de los puntos críticos de la malla vial

Se definen como puntos críticos de una estructura aquéllos que durante la fase de conservación y en las inspecciones requieren de mayor atención. En dichos puntos la probabilidad de deterioro o comportamientos estructurales anómalos es mayor. Otro punto crítico puede ser donde debido a su accesibilidad resulte más difícil llevar a cabo los trabajos de mantenimiento y conservación. La consideración de un punto como crítico obedece a una mayor probabilidad de que aparezca un daño o un deterioro en dicho punto, lo cual no quiere decir que tenga que aparecer necesariamente el daño. Simplemente se trata de advertir de que ese punto es mucho más susceptible de sufrir daños, frente a otros elementos de la estructura. Para esto se establece un criterio de selección de los elementos más prioritarios a intervención y mantenimiento dado que su daño u colapso puede generar un gran problema en la región.

### 2.5.1.- División de los caminos

- Grupo de Redundancia: hace referencia a los lugares que se debe asegurar la supervivencia de la red ante un fallo, proporcionándole rutas alternativas cuando se produce.
- Grupo de robustez: hace referencia a grupos en los cuales es necesario una revisión en cuanto a ciclo de vida y capacidad del elemento estableciendo un orden de prioridad.
- Grupo de Rapidez: hace referencia en cuanto a la necesidad de intervenir urgentemente este elemento de la malla vial.

### **2.5.2.- Inventario de elementos peligrosos de la red**

Según Mayora, J. M. el inventario de elementos peligrosos tiene como objetivo la identificación de aquellos tramos que presentan unas características que originan un alto riesgo y necesidad urgente de actuación. La finalidad principal de los programas de medidas preventivas es mejorar las condiciones de la red y encontrar los puntos principales de mejora en la malla vial.

La planificación de las medidas preventivas o de mejora de la consistencia de la red varía de un caso a otro debido a que la situación de cada red es distinta. Sin embargo, en la mayoría de los casos el proceso en términos generales incluye los siguientes pasos:

1. Adopción de estándares de homogeneización para cada categoría funcional de las carreteras de la red.
2. Preparación de un inventario de elementos con fallos y urgencia.
3. Estimación de los costes futuros de los accidentes asociados a los elementos.
4. Diseño de alternativas de mantenimiento.
5. Estudio comparativo coste-eficacia de las actuaciones preventivas propuestas.
6. Evaluación de los resultados de las actuaciones ejecutadas.

### **2.5.3.- Identificación de edificaciones esenciales para la sociedad**

Un primer paso para establecer la importancia de la malla vial es encontrar la importancia de las infraestructuras que la rodean, para las que sirven como conexión y método de comunicación, por esto se ha realizado una búsqueda bibliográfica de las edificaciones esenciales tomando como ejemplo una habitual crisis sísmica.

Según el comité de Visión 2000 (SEAO, 1995) Las edificaciones esenciales son aquellas edificaciones que albergan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento en condiciones de emergencia debidas a una crisis, Aquellas que son necesarias para atender la emergencia y preservar la salud, seguridad y atención de la población después de una catástrofe de cualquier índole.

Utilizando como base la definición propuesta, es posible clasificar las edificaciones esenciales de acuerdo a la función específica que cumplen dichas instalaciones en una comunidad. Si bien la lista puede hacerse interminable, su identificación y jerarquización depende de la importancia y la función que desempeñe en el momento de una crisis sísmica.

#### **2.5.4.- Hospitales, clínicas, ambulatorios y centros de salud.**

Las instalaciones de la salud requieren consideraciones especiales en relación con la mitigación del riesgo debido a sus características de ocupación y al papel que desempeñan durante situaciones de catástrofes en general, en relación con la preservación de la vida y la salud, especialmente en el diagnóstico y tratamiento de heridas y enfermedades. Pueden tener en cualquier momento una alta densidad de ocupantes entre pacientes residentes, pacientes transitorios, médicos, enfermeros, personal administrativo, empleados, funcionarios, visitantes, estudiantes, niños e incluso recién nacidos. En caso de desastre, un hospital debe continuar con el tratamiento de los pacientes alojados en sus instalaciones y debe atender a las personas lesionadas por el evento. El edificio, las instalaciones y su dotación, deben permanecer en condiciones de servicio, más aún, si existen pocas alternativas para sustituir su función, ya que los daños de un hospital estratégicamente importante pueden causar una enorme crisis debido a la falta de alternativas en la zona y a la necesidad de atención urgente. Por otra parte, los costos sociales de su disfunción, así como los costes económicos de su reposición o restauración coinciden en justificar medidas de seguridad extrema. En definitiva, constituyen el principal representante de las edificaciones esenciales.

#### **2.5.5.- Escuelas, colegios, universidades y otros institutos educacionales**

Los centros educacionales son considerados edificaciones esenciales principalmente por el importante papel que pueden jugar en la atención de las crisis, ya que constituyen instalaciones que pueden servir de alojamiento a los damnificados. Sin embargo, también representan elementos expuestos a un nivel muy importante de riesgo debido a las características de su ocupación. De hecho, son edificaciones que alcanzan altas densidades de ocupación por largos períodos de tiempo, factor determinante para diferenciarlas de otras edificaciones no menos importantes, donde pueden ocurrir altas concentraciones de personas, pero por períodos cortos de tiempos, como son, los cines, los teatros, graderías, templos, etc. También influye como una variable determinante, el costo social asociado a su inmovilización, así como el costo de reposición de daños, normalmente por encima de lo que costaría reponer edificaciones convencionales.

#### **2.5.6.- Edificaciones Gubernamentales o Municipales de importancia**

Representan los centros neurálgicos de planificación, coordinación y administración para la gestión de la emergencia sísmica. En ellos se gerencia la acción de los planes de emergencia y constituyen finalmente los puntos de convergencia para afrontar las consecuencias debidas a la crisis. De manera que su clasificación como edificaciones esenciales, obedece a los aspectos logístico y estratégico.

#### **2.5.7.- Estaciones de bomberos, de policía y cuarteles**

El servicio prestado por el personal de bomberos, policía y militares, constituye sin duda alguna, la base de cualquier programa de atención de emergencia debido a una crisis sísmica. Constituyen el brazo ejecutor de los planes de emergencia para la atención y protección de la población afectada y la propiedad privada. En tal sentido, es determinante que dichas instalaciones permanezcan en condiciones de prestar el servicio que les sea encomendado, razón por la cual se consideran edificaciones esenciales, cuyo funcionamiento en condiciones de emergencia es vital para paliar las consecuencias inherentes de un desastre.

#### **2.5.8.- Centros de asistencia primaria en caso de emergencia como defensa civil, protección civil y primeros auxilios, entre otro**

Hoy por hoy, estas instituciones, al igual que las citadas en el punto anterior, juegan un papel preponderante en los planes de emergencias por lo que su clasificación como edificaciones esenciales se justifica por la función social que desempeñan.

#### **2.5.9.- Otras edificaciones esenciales**

Existe otra gran cantidad de edificaciones que albergan instalaciones y/o dependencias cuyo funcionamiento en condiciones de emergencia es vital para afrontar las consecuencias inherentes a una catástrofe. Entre ellas destacan, las edificaciones donde operan centrales eléctricas, de telégrafo, teléfono, radio, televisión, plantas de agua potable y de bombeo, centros de control de tráfico aéreo y marítimo, estaciones ferroviarias, garajes para vehículos de emergencia, en fin, todas aquellas donde funcionen instalaciones destinadas a prestar servicios de telecomunicación, transporte, generación y distribución de energía, suministro y tratamiento de agua y alimentos. Estas constituyen, de alguna manera, servicios complementarios a las líneas vitales y su funcionamiento es fundamental en la atención de una crisis. (SEAOC, 1995).

## **2.6.- Análisis de riesgos**

El análisis de los riesgos implica una consideración detallada de incertidumbres, fuentes de riesgo, consecuencias, probabilidades, eventos, escenarios, controles y su efectividad. Un evento puede tener múltiples causas y consecuencias y puede afectar a múltiples objetivos.

El análisis de riesgos debiera considerar factores tales como:

- La probabilidad de los eventos y de las consecuencias
- La naturaleza y la magnitud de las consecuencias
- La complejidad y la interconexión
- Los factores relacionados con el tiempo y la volatilidad
- La efectividad de los controles existentes
- Los niveles de sensibilidad y de confianza.

El análisis de riesgos proporciona una entrada para la evaluación de los riesgos, para las decisiones sobre la manera de tratar los riesgos y si es necesario hacerlo y sobre las estrategias y métodos más apropiados de tratamiento para riesgos. Los resultados proporcionan un entendimiento profundo para tomar decisiones, cuando se está eligiendo entre distintas alternativas, y las opciones implican diferentes tipos y niveles de riesgo.

El propósito de la evaluación de los riesgos es apoyar a la toma de decisiones. La evaluación de los riesgos implica comparar los resultados del análisis del riesgo con los criterios para riesgos establecidos para determinar cuándo se requiere una acción adicional. (ISO 31000, 2018).

Esto puede conducir a una decisión de: no hacer nada más:

- Considerar opciones para el tratamiento para riesgos.
- Realizar un análisis adicional para comprender mejor el riesgo.
- Reconsiderar los objetivos.
- Mantener los controles existentes.

### **2.6.1.- Evaluación y tratamiento de los riesgos**

El propósito del tratamiento de los riesgos es seleccionar e implementar opciones para abordar los riesgos. El tratamiento de los riesgos implica un proceso iterativo de:

- Formular y seleccionar opciones para el tratamiento de los riesgos.
- Planear e implementar el tratamiento de los riesgos.

- Evaluar la efectividad de dicho tratamiento.
- Decidir si los riesgos residuales son aceptables.
- Si no son aceptables, efectuar algún tratamiento adicional.

Las opciones de tratamiento de los riesgos no necesariamente son mutuamente excluyentes o apropiadas en todas las circunstancias. Las opciones para tratar los riesgos pueden implicar una o más de las siguientes:

- Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad que genera el riesgo mismo
- Aceptar o aumentar el riesgo en busca de una oportunidad
- Eliminar la fuente de riesgo
- Modificar la probabilidad
- Modificar las consecuencias
- Compartir el riesgo (por ejemplo: a través de contratos, compra de seguros)
- Retener el riesgo con base en una decisión informada.

La justificación para el tratamiento de riesgos es más amplia que las simples consideraciones económicas y debiera tener en cuenta todas las obligaciones de la organización, los compromisos voluntarios y los puntos de vista de las partes interesadas. La selección de las opciones para el tratamiento de riesgos debiera realizarse de acuerdo con los objetivos de la organización, los criterios para riesgos y los recursos disponibles. Para evaluar los riesgos se determina la gravedad de los riesgos, clasificándolos en tres tipos: aceptables, graves e inaceptables, tal como se describen a continuación en la tabla 4.

*Tabla 4 Clasificación de riesgos según su gravedad..*

|          |                             |                                                                                                                            |
|----------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b> | Inaceptable: Riesgo extremo | Se requiere acción inmediata, planes de tratamiento requeridos, implementados y reportados a los gerentes de área.         |
| <b>B</b> | Grave: Riesgo alto          | Se requiere atención de los líderes de procesos, planes de tratamiento, implementados y reportados a los gerentes de área. |
| <b>C</b> | Aceptable: Riesgo bajo      | Se administra con procedimientos de controles rutinarios.                                                                  |

Fuente: Elaboración Propia

Es importante anotar que, para el caso del riesgo aceptable, la recomendación no es no tomar ningún tipo de acción. Sino por el contrario administrarlo con actividades de control que mantengan al riesgo en esta calificación y evite que se conviertan en riesgos graves inaceptables. (Soto, 2015)

El riesgo fue clasificado según los datos de la tabla 4 los cuales se obtuvieron a partir de los resultados de cruzar las variables de probabilidad e impacto, en una matriz que define la zona de gravedad del riesgo. La matriz que determina los niveles de riesgo y su prioridad que se presentan a continuación en la tabla 5.

Tabla 5. Matriz de evaluación del riesgo cruce de variables.

|                     |              |                |              |             |
|---------------------|--------------|----------------|--------------|-------------|
| <b>PROBABILIDAD</b> | <b>ALTA</b>  | <b>B</b>       | <b>A</b>     | <b>A</b>    |
|                     | <b>MEDIA</b> | <b>B</b>       | <b>B</b>     | <b>A</b>    |
|                     | <b>BAJA</b>  | <b>C</b>       | <b>B</b>     | <b>B</b>    |
|                     |              | <b>BAJO</b>    | <b>MEDIO</b> | <b>ALTO</b> |
|                     |              | <b>IMPACTO</b> |              |             |

Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, cada uno de los riesgos tendrá asignado un nivel de gravedad, el cual permitirá priorizar e indicar como debe tratarse cada uno de ellos. Así entonces se complementa la tabla con el resultado de la evaluación del riesgo.

Tabla 6. Ejemplo de resultado de evaluación de riesgos.

| <b>CALIFICACIÓN Y VALORACIÓN</b>                                                                |                                                               |                                                                                                                             |                     |              |             |                |              |             |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|-------------|----------------|--------------|-------------|----------------------------------|
| <b>RIESGO</b>                                                                                   | <b>CAUSAS</b>                                                 | <b>EFEECTO</b>                                                                                                              | <b>PROBABILIDAD</b> |              |             | <b>IMPACTO</b> |              |             | <b>PROBABILIDAD<br/>A, B o C</b> |
|                                                                                                 |                                                               |                                                                                                                             | <b>BAJO</b>         | <b>MEDIO</b> | <b>ALTO</b> | <b>BAJO</b>    | <b>MEDIO</b> | <b>ALTO</b> |                                  |
| Definir planes de acción que no cumplan con las estrategias definidas para el centro comercial. | Falta de conocimientos y mal manejo de los entornos.          | No se cumplen los objetivos definidos y por tanto no se logra la gestión necesaria para el desarrollo del Centro Comercial. |                     | X            |             |                |              | X           | <b>A</b>                         |
| Incumplir con los objetivos y metas estratégicas.                                               | No se hace el seguimiento a los proyectos de forma periódica. | No se cumplen los objetivos definidos y por tanto no se logra la gestión necesaria para el desarrollo del Centro Comercial. | X                   |              |             |                |              | X           | <b>B</b>                         |

Fuente: Elaboración Propia

### **2.6.2.- Selección de las opciones para el tratamiento de riesgos**

La selección de las opciones más apropiadas para el tratamiento de riesgos implica hacer un balance entre los beneficios potenciales, derivados del logro de los objetivos contra costos, esfuerzo o desventajas de la implementación. Las opciones de tratamiento de los riesgos no necesariamente son mutuamente excluyentes o apropiadas en todas las circunstancias. Las opciones para tratar los riesgos pueden implicar una o más de las siguientes:

- Evitar el riesgo decidiendo no iniciar o continuar con la actividad
- que genera el riesgo mismo
- Aceptar o aumentar el riesgo en busca de una oportunidad;
- Eliminar la fuente de riesgo;
- Modificar la probabilidad;
- Modificar las consecuencias;
- Compartir el riesgo (por ejemplo: a través de contratos, compra de seguros);
- Retener el riesgo con base en una decisión informada.

### **2.6.3.- Esquema de actuación con los riesgos en la construcción**

El esquema de actuación se puede aplicar a cualquier ámbito de la construcción, tomando en consideración que según el tipo de infraestructura al cual se aplique hay elementos que pueden variar.

### **2.6.4.- Descripción funcional de la vía**

Se debe incluir una breve descripción del uso de la carretera, número de carriles, existencia de aceras, posibilidad de tráfico peatonal, semáforos, descripción de los accesos a la estructura, limitaciones para algún tipo de vehículos.

### **2.6.5.- Criterios de inspección**

Para conocer la condición real y evaluar el estado de cada uno de los elementos, será necesario contar con un programa de inspección sistemático además de prever situaciones extraordinarias que puedan requerir inspecciones especiales. Debido a la variabilidad de tipologías existentes y a la singularidad de muchas de ellas desde el punto de vista del mantenimiento, se hace recomendable definir desde el proyecto cuáles serán los pasos



para realizar el mejor reconocimiento de la estructura optimizando además los recursos, en la medida de lo posible. (ISO 31000, 2018).

#### **2.6.6.- Factores económicos**

La parte más importante de cualquier plan de mantenimiento es el presupuesto, ya que resulta necesario saber cuánto costará de forma inicial el implementar este plan a cualquier parte de la red vial, por otro lado, también se debe tener en cuenta el coste que le precede que es el de gestionar el plan en sí. Debe hacerse con criterio la elaboración de un plan que se ajuste a las necesidades de la red vial para la cual se está elaborando, Los países en vías de desarrollo suelen dar importancia a la construcción de carreteras ya que dinamiza la economía en sectores como el agrícola, el turístico entre otros, pero lo que se hace difícil generalmente en los países es mantener en buen estado aquellas vías.

#### **2.6.7.- Rueda de Merlín**

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el Rugosímetro MERLÍN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables. La gran ventaja en el uso del MERLÍN es la exactitud en los resultados que solo puede ser superada por el método de Nivel de ingeniero y mira. El Merlín es un equipo de diseño simple, consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación, el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados. El Ing. Pablo del Águila en sus diferentes publicaciones sobre la utilización del equipo MERLÍN hace hincapié en las bondades del equipo como son: la gran exactitud en los resultados obtenidos, en comparación con cualquier método dinámico y como también en el aspecto económico, siendo solamente necesario dos personas para su operación, lo cual resulta barato en comparación a los equipos dinámicos que necesitan para su operación de vehículos adicionales y el costo mantenimiento y calibración de estos su vez es relativamente alto. (Servando Álvarez, Rafael Rivero, 2012).

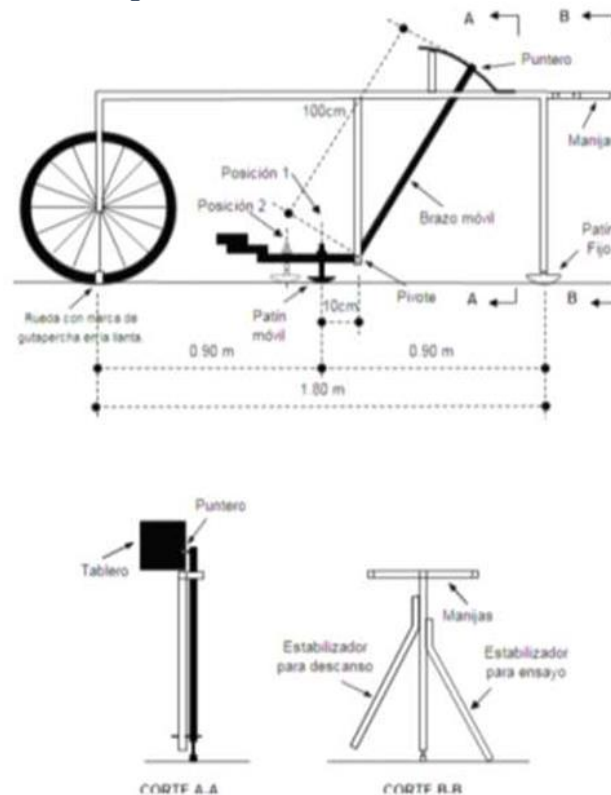
### 2.6.7.1.- Diseño del Rugosímetro de merlín

El Rugosímetro de Merlín consta de las siguientes partes:

- Rueda de bicicleta, con su horquilla delantera
- Patín móvil
- Brazo móvil
- Puntero
- Manijas
- Patín Fijo
- Tablero
- Estabilizador de descanso
- Estabilizador de ensayo

A continuación, se detallará de acuerdo a la figura 4.

*Figura 3. Partes de la Rueda de Merlín*



Fuente: (Servando Álvarez, Rafael Rivero, 2012)

- Una barra horizontal de metal de 2 metros aproximadamente de largo.

- Una rueda de bicicleta al frente adjuntando a la barra a través de una horquilla delantera de bicicleta. La parte inferior de la cubierta actúa como pie delantero.
- Una pata vertical de metal adjunto a partes de atrás de la barra. Una pieza en forma de metal en la parte inferior de la pata que actúa como pie trasero.
- Una pata central a mitad de camino a lo largo de la barra que llega hasta cerca de la superficie del camino.
- Un brazo movable adjunto al centro de la pata por un ejemplo el brazo es escalonado para evitar el riesgo que toque la superficie de los caminos muy accidentados.
- La sonda, una pieza de metal con forma pata de la parte trasera que se une a la parte inferior del brazo móvil hace contacto con la carretera a mitad del camino entre los pies delanteros y traseros.
- Un peso adjunto al final del brazo movable que fuerza la sonda hacia abajo hasta que toque la superficie del camino o el extremo superior del brazo que alcanza su tope final.
- Un apuntador adjunto al extremo superior del brazo movable que se mueve sobre un soporte para mapas. Las dimensiones son tal que un movimiento de la sonda de 1 mm. Dara lugar a un movimiento del puntero de 1 cm.
- Una tabla de datos preparado con cinta al soporte para mapas, compuestos por columnas de 5 mm. De ancho y divididas en cajas.
- Un estabilizador en un lado de la parte trasera que impide que el merlín se caiga a la hora de tomar las mediciones.
- Dos asas al final de la barra que permite al operador levantar el merlín y rueda a lo largo del camino.
- Un marcador sobre la rueda o neumático. Cuando el marcador está en la parte inferior, como el de la figura, se dice que la rueda está en posición inicial o normal. Para su fácil elaboración, la barra horizontal, la pata trasera y central, brazo movable, el estabilizador y las dos azas todas son echo de tubos de acero en sección cuadrada.
- Las uniones son soldadas donde sea posible, sin embargo, el estabilizador y las azas son fijados por pernos de modo que se puedan ser removidas para una

transportación más fácil. Para fortalecer las uniones entre la barra principal y las patas.

## 2.7.- Transito Diario

**Volumen De Tránsito Diario.** - Dentro de los volúmenes de tráfico considerando que el concepto general es de la relación de número de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera o calle en un periodo de tiempo, si ese periodo de tiempo es de un día o 24 horas el volumen determinado recibe el nombre de Tránsito Diario. En la práctica solo instituciones públicas pueden tener registros permanentes, para proyectos específicos los estudios que se realizan son en periodos cortos siendo significativo por lo menos de 3 meses de registro con mayor intensidad de horas registradas. (Ministerio de transporte y comunicaciones, 1997).

### 2.7.1.- Factor de Nocturnidad (fn)

Cuando los aforos solo se realizaron en un horario diario, se emplea un factor de expansión, el factor de nocturnidad, para compensar el volumen nocturno. Ministerio de transporte y comunicaciones, 1997

$$fn = \frac{V_{24 \text{ horas}}}{V_{thoras}}$$

Dónde:

$V_{24 \text{ horas}}$  = Volumen vehicular de 24 horas (veh)

$V_{thoras}$  = Volumen vehicular “t” horas (veh)

## 2.8.- Congestionamiento Vehicular

Definido por la Real Academia Española como la acción y efecto de congestionar, por tanto, el de obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo, para este estudio se hablará específicamente de los motorizados. Entonces el congestionamiento vehicular es un fenómeno de espera o demora de los motorizados, comúnmente asociado a muchos problemas de tránsito. Estas demoras pueden ser causadas por los dispositivos para el control de tránsito al interrumpir el flujo, debido a que estos dispositivos de señales de ALTO y CEDA EL PASO producen detenciones en un viaje normal. También son ocasionadas por la misma corriente vehicular en ocasiones de flujo continuo, que tienen

demoras periódicas que ocurren durante las mismas horas del día como el embotellamiento y demoras no periódicas producto de incidentes o accidentes, o simples cierres de calzadas. La congestión produce un importante aumento de los costos operativos que son causados principalmente por los incrementos en los tiempos de viaje, aumento de consumo de combustible, imposibilidad de prever tiempos de viaje, contaminación ambiental, producción de stress generalizado, por el aumento en la probabilidad de accidentes y episodios de violencia vial.

Entre otras de las muchas causas de congestionamiento vehicular podemos nombrar:

- El rápido crecimiento poblacional o de trabajo en algún área, que incrementa el flujo diario de automóviles por dicha área.
- El uso intensivo de vehículos automotores, debido al fácil acceso que tiene la población para la adquisición de un automotor y a la comodidad que les da para trasladarse el uso del mismo.
- La deficiente infraestructura vial que existe en algunas zonas de la ciudad, que debido a la antigüedad de las mismas y que no fueron diseñadas para los volúmenes de tráfico existentes en la actualidad.
- Concentración de los traslados de los diferentes trabajos, puesto que la mayoría de las organizaciones ya sean estas privadas gubernamentales o independientes, inician y terminan sus actividades a una misma hora promedio.
- La utilización excesiva de vehículos privados, ya que la mayoría de los ciudadanos prefiere la comodidad de viajar solo en su motorizado privado, y disfrutar del confort, privacidad y el de poder incrementar la velocidad según la necesidad del mismo.

El exceso de cada uno de los aspectos mencionados indiscutiblemente nos crea molestias de congestionamiento en el traslado de un punto a otro. Las demoras y las filas de espera, resultado del congestionamiento, son fenómenos de espera comúnmente asociados a los muchos problemas de tránsito. La teoría de las filas de espera, es una herramienta importante para el análisis de este fenómeno, en general, la situación de demoras las ocasiona la variabilidad del flujo de tránsito, pues hay periodos en que la demanda puede llegar a ser muy grande, o se presentan porque la capacidad del sistema varíe con el tiempo al darse el servicio por periodos. (Rafael Cal, Mayor Reyes Spindola, 2000).

### 2.8.1.- Velocidad de punto

Velocidad de punto. - La velocidad de punto es aquella velocidad que se mide a la circulación vehicular considerando a la misma como flujo libre, es decir, que no se tengan restricciones en el movimiento por vehículos que van adelante, por vehículos que van por atrás, por cruce de peatones, etc. La velocidad de punto no es una velocidad de diseño ni en calles ni en carreteras, pero es una velocidad cuya referencia nos da las velocidades máximas posibles que se puedan presentar tanto en calles como en carreteras. Al ser una velocidad que se considere en flujo libre eso no sería posible en espacios o distancias largas por ello que para su estudio se definen espacios o distancias pequeñas, en el caso de ciudades los espacios serán de 25, 50 o 100 metros y en el caso de carreteras los espacios serán de 100, 200 o 500 metros siempre y cuando no haya accesos de entrada y de salida. La relación que nos permite determinar la velocidad de punto es la siguiente:

$$V_p = \frac{dx}{dt} = m/s$$

Dónde:

$V_p$  = Velocidad de punto

$dx$  = distancia de recorrido

$dt$  = tiempo de recorrido

### 2.8.2.- Densidad Vehicular

Se entiende por densidad de tráfico al número de vehículos que ocupan un tramo de una calle o carretera de longitud dada. Cuya relación es directamente proporcional al volumen de tráfico e inversamente proporcional a la velocidad que imprimen los vehículos. Se suele expresar en vehículos/kilómetros. El valor máximo de la densidad tiene lugar cuando todos los vehículos están en fila sin espaciamiento entre ellos y lógicamente depende de la longitud media de los vehículos. Es difícil medir directamente la densidad en el campo, pues es necesario contar con un punto elevado desde donde se pueda fotografiar, video filmar, o divisar tramos de vía de longitud significativa. Sin embargo, se puede calcular a través de la velocidad media de recorrido y de la intensidad de circulación, que son de más sencilla medición, a partir de la fórmula:

$$I = V * D$$

Dónde:

I= intensidad de circulación, en veh/h

V= velocidad media de recorrido, km/h

D= densidad, en veh/km

La densidad es un parámetro crítico en la descripción de las operaciones de tráfico. Describe la proximidad entre los vehículos, y refleja la libertad de maniobra dentro de la corriente de tráfico. (Rafael Cal, Mayor Reyes Spindola, 2000).

## 2.9.- Índice Medio de Drenajes

Es importante mencionar que el IMD se utiliza para evacuar la capacidad de drenaje de un terreno en función de la inclinación y la textura del suelo, lo cual es relevante en el estudio de la ingeniería civil.

El índice medio de drenaje (IMD) es una medida utilizada para evaluar la capacidad de un suelo para drenar el agua.

Nos indica que tan bien drena el pavimento y los alrededores de la vía.

¿Por qué es importante?

- **Seguridad vial:** Un buen drenaje previene el hidropiano, mejora la visibilidad y reduce el riesgo de accidentes.
- **Conservación de la carretera:** Evita el deterioro del pavimento y los taludes causado por la erosión del agua

El cálculo del Índice medio de drenaje involucra varios factores, como la pendiente de la carretera, el tipo de suelo, la vegetación y la presencia de obras de drenaje (cunetas, alcantarillas). Sin embargo, para una explicación sencilla, podemos utilizar un método aproximado basado en la medición de la pendiente en puntos equidistantes a lo largo de la carretera. (Soto, 2015).

Para la medición de las elevaciones se utilizó una aplicación llamada UTM Geo Map.

$$IMD = \left( \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N * I \right) * 100$$

IMD = es el índice medio de drenaje.

N = es el número de puntos de muestreo ( generalmente 10 puntos).

I = Índice de drenaje.

$$I = \frac{h_i}{d_i}$$

$h_i$  = es la altura del punto I sobre el punto inferior más cercano.

$d_i$  = es la distancia horizontal entre el punto I y el punto inferior más cercano.

## **2.10.- Deslizamiento**

En el estudio de la estabilidad de los taludes se abordan fenómenos de estado último o de rotura de masas de suelo. El agente externo responsable de la inestabilidad es una fuerza de masa, el peso y, eventualmente, los efectos de filtración, a los cuales hay que añadir otros factores como las sobrecargas (estáticas/dinámicas).

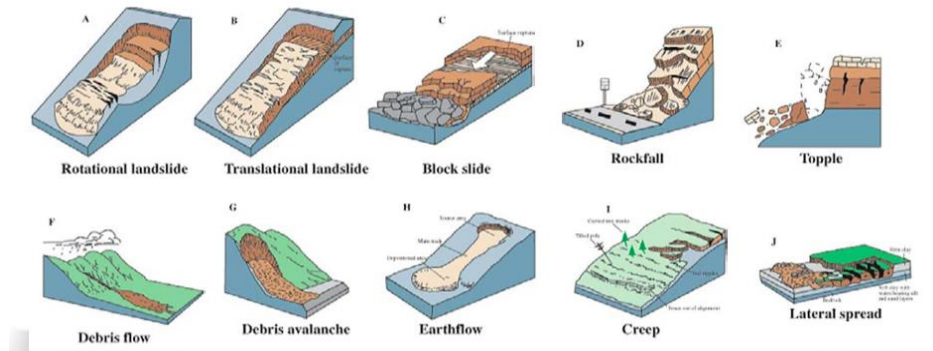
Bajo el nombre genérico de talud denominamos a la superficie inclinada, con respecto a la horizontal, que adoptan permanentemente o provisionalmente las estructuras de tierra. Estos pueden ser artificiales, cuando están contruidos por el hombre en sus obras de ingeniería (terraplén o desmonte), o naturales (laderas). Asimismo, pueden ser de suelos, rocas o mixtos, variando a su vez la metodología de estudio. Los proyectos de ingeniería civil (fundamentalmente obras lineales) requieren el diseño de taludes tanto en corte de terreno como en terraplén, bajo las condiciones de seguridad adecuadas. (Sanz et al., 2015).

### **2.10.1.- Tipología de Inestabilidades**

Al estudiar los fenómenos de inestabilidades de taludes, es necesario identificar y caracterizar los distintos tipos de comportamiento, y clasificarlos adecuadamente. Un análisis preciso del tipo de rotura permite optimizar las medidas de contención y estabilización de taludes y laderas, ya que atiende al mecanismo actuante, la velocidad y las dimensiones. Por el contrario, una incorrecta definición del mecanismo de rotura puede dar lugar a soluciones incorrectas o ineficaces, y en algunos casos contraproducentes. Se diferencian los siguientes tipos de movimientos:



*Figura 4. Clasificación de movimientos terreno Varnes*



Fuente: (Sanz et al., 2015)

# **CAPÍTULO 3**

## **DESARROLLO DE LA**

## **APLICACIÓN**

## CAPÍTULO 3

### 3.- Desarrollo de la aplicación

#### 3.1.- Ubicación del área de proyecto

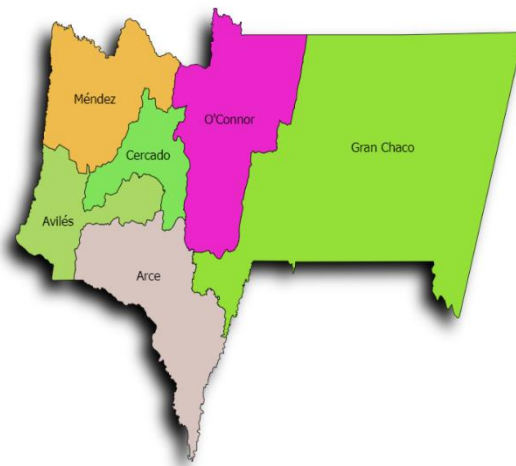
La zona de estudio se encuentra en el país de Bolivia, Ciudad de Tarija Provincia Cercado,

Figura 6. Mapa de Bolivia



Fuente: IGM - Bolivia

Figura 5. Mapa de Tarija



Fuente: IGM - Bolivia

Abarca principalmente la zona urbana. Son 15 intersecciones de análisis y recopilación de datos.

Los aforos, las mediciones de velocidades y el cálculo del índice internacional de rugosidad se realizaron en los accesos de las edificaciones esenciales aforos de 16 horas y en el punto de la Universidad Juan Misael Saracho de 24 horas para determinar el tránsito diario.

#### 3.2.- Cálculo de datos

PROCESO:

1) Identificar las edificaciones esenciales para la sociedad en el entorno de estudio, tales como hospitales, universidades, estaciones de policía, etc.

- 2) Identificar los elementos que componen la malla Vial de importante conexión para estas infraestructuras seleccionadas en el punto anterior, para esto se realiza un inventario de los elementos que componen esta red.
- 3) Establecer las fuentes de riesgo para cada uno de los elementos seleccionados de la red y analizar sus riesgos más importantes.
- 4) Establecer valorización de riesgos en cada elemento de la red utilizando indicadores de probabilidad e impacto en cada riesgo.
- 5) Evaluar cada riesgo utilizando la matriz de riesgos y su cruce de variables de probabilidad e impacto.
- 6) Clasificar los elementos de la red y su riesgo prioritario en cada elemento de la malla vial.

Las edificaciones esenciales son seleccionadas según la norma teniendo en cuenta parámetros como capacidad, nivel de atención y lugar de ubicación de la edificación.

Estas edificaciones se ubicaron en la plataforma Google Maps, y mediante su vista satelital se identificaron las vías secundarias que brindan accesos a estas edificaciones a la red principal de ciudad de Tarija, se pueden observar en la tabla 8:

*Tabla 7. Edificaciones esenciales para la Ciudad de Tarija*

| EDIFICIOS ESENCIALES EN LA CIUDAD DE TARIJA |  |
|---------------------------------------------|--|
| 1.- UNIVERSIDAD                             |  |
| 1.1. Juan Misael Saracho                    |  |
| 2.- HOSPITAL                                |  |
| 2.1. Obrero                                 |  |
| 2.2. San Juan de Dios                       |  |
| 3.- CLINICA                                 |  |
| 3.1. Prosalud                               |  |
| 4.- POLICIA                                 |  |
| 4.1. Comando de la Policía                  |  |
| 4.2. Transito                               |  |
| 4.3. Epi Morros Blancos                     |  |
| 4.4. Epi Moto Méndez                        |  |
| 5.- BOMBERO                                 |  |
| 5.1. Estación de Bomberos                   |  |
| 6.- TRANSPORTE                              |  |
| 6.1. Nueva Terminal                         |  |
| 6.2. Aeropuerto Oriel Lea Plaza             |  |
| 7.- ENERGIA                                 |  |
| 7.1. Setar                                  |  |
| 7.2- Setar Tablada                          |  |
| 8.- CUARTEL MILITAR                         |  |
| 8.1- Base Aérea Gada 94                     |  |

|                          |
|--------------------------|
| 9.- EDIFICACIÓN ESENCIAL |
| 9.1.- Mercado Campesino  |

Fuente: Elaboración Propia

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN            | VIA PRINCIPAL         | VIA SECUNDARIA |
|------------------------------------------|-----------------------|----------------|
| Universidad Autónoma Juan Misael Saracho | Av. Víctor Paz Zamora | España         |

Figura 7. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|---------------|----------------|
| Hospital Obrero               | Av. Potosí    | Membrillos     |

Figura 8. Geolocalización de edificio especial



Fuente: Google Earth Pro



| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL       | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|---------------------|----------------|
| Hospital San Juan de Dios     | Gral. De Santa Cruz | 14 de junio    |

Figura 9. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL                  | VIA SECUNDARIA      |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| Clínica Prosalud              | Av. Héroes de la Independencia | Av. Noelia Martínez |

Figura 10. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL  | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| Comando de Policía            | Av. Víctor Paz | Ballivián      |

Figura 11. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL         |
|-------------------------------|-----------------------|
| Transito                      | Av. De la Integración |

Figura 12. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro



| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL  |
|-------------------------------|----------------|
| Epi Morros Blancos            | Av. Víctor Paz |

Figura 13. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL | VIA SECUNDARIA   |
|-------------------------------|---------------|------------------|
| Epi Moto Méndez               | 29 de junio   | Cap. Castellanos |

Figura 14. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro



| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL  | VIA SECUNDARIA       |
|-------------------------------|----------------|----------------------|
| Estación de Bomberos          | Av. Víctor Paz | Av. Cnl. Carlos Diaz |

Figura 15. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL      | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|--------------------|----------------|
| Nueva Terminal                | Av. Nueva Terminal | Torrecillas    |

Figura 16. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL  | VIA SECUNDARIA   |
|-------------------------------|----------------|------------------|
| Aeropuerto                    | Av. Víctor Paz | Av. Fuerza Aérea |

Figura 17. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL  |
|-------------------------------|----------------|
| Setar                         | Av. Víctor Paz |

Figura 18. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro



| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL    | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Setar Tablada                 | Ruta San Jacinto | Calle 2        |

Figura 19. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL    | VIA SECUNDARIA |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Mercado Campesino             | Av. Panamericana | Cochabamba     |

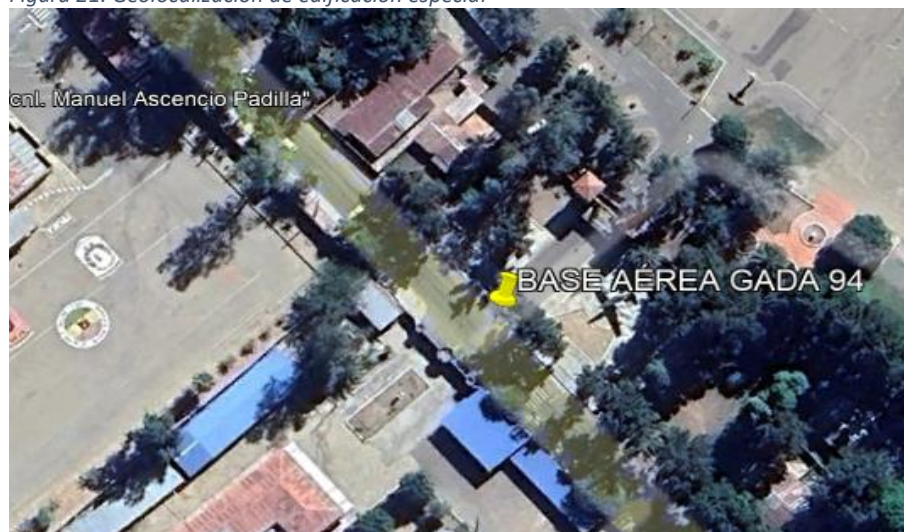
Figura 20. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

| IDENTIFICACIÓN DE EDIFICACIÓN | VIA PRINCIPAL          |
|-------------------------------|------------------------|
| Fuerza Aérea                  | Av. Alto de la Alianza |

Figura 21. Geolocalización de edificación especial



Fuente: Google Earth Pro

Analizando los riesgos identificados se realizará el estudio de campo de los siguientes parámetros:

Tabla 8. Identificación de riesgos para elementos de la red

| FUENTE DE RIESGO       | RIESGO                           | PARAMETRO DE MEDICION                   |
|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|
| Clima                  | Falla por mal estado de drenajes | Índice medio de drenajes (IMD)          |
| Desgaste               | Intensidad diaria                | Transito diario (TD)                    |
| Entorno                | Congestionamiento Vehicular      | Densidad vehicular                      |
| Entorno                | Deslizamiento                    | Estado de talud                         |
| Falta de Mantenimiento | Pavimento en mal estado          | Índice Internacional de Rugosidad (IRI) |

Fuente: Elaboración Propia

Tomando en cuenta 15 puntos establecidos referidos a edificaciones esenciales del área urbana de la ciudad de Tarija, donde se medirán todos los parámetros en cada punto si lo amerita. Los aforos, las mediciones de velocidades y el cálculo del índice internacional de rugosidad se realizaron en los accesos de las edificaciones esenciales aforos de 16 horas

y en el punto de la Universidad Juan Misael Saracho de 24 horas para determinar el tránsito diario.

### 3.3.- Índice medio de drenajes

Se hizo levantamientos de datos de elevaciones en campo utilizando la aplicación UTM GEO MAP en tramos de 100 metros tomando 11 puntos de muestreo para cada punto en análisis.

*Tabla 9. Índice medio de drenajes Av. Victor Paz*

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (CAMPESINO) |           |            |            |           |                       |
|-----------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                              | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                 | 1945.8    | 21.5241288 | 64.7400223 | 0         | 0.01                  |
| 2                                 | 1945.7    | 21.5240475 | 64.7400501 | 10        | 0.03                  |
| 3                                 | 1945.4    | 21.5239194 | 64.7400545 | 20        | 0.01                  |
| 4                                 | 1945.3    | 21.5238137 | 64.7400786 | 30        | 0.79                  |
| 5                                 | 1937.4    | 21.5237026 | 64.7401101 | 40        | -0.03                 |
| 6                                 | 1937.7    | 21.5235189 | 64.7499565 | 50        | 0.01                  |
| 7                                 | 1937.6    | 21.5234888 | 64.7402079 | 60        | 0.02                  |
| 8                                 | 1937.4    | 21.5234281 | 64.7402726 | 70        | 0.10                  |
| 9                                 | 1936.4    | 21.5233555 | 64.7403074 | 80        | -0.02                 |
| 10                                | 1936.6    | 21.5232501 | 64.7403146 | 90        | 0.02                  |
| 11                                | 1936.4    | 21.5231454 | 64.7403255 | IMD       | 9.40                  |

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 10. Índice medio de drenajes Calle Cochabamba*

| PUNTO: CALLE COCHABAMBA (CAMPESINO) |           |             |            |           |                       |
|-------------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                | ELEVACION | LATITUD     | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                   | 1947.7    | 21.5234099  | 64.7392814 | 0         | -0.01                 |
| 2                                   | 1947.8    | 21.5233783  | 64.7392876 | 10        | 0.00                  |
| 3                                   | 1947.8    | 21.5233736  | 64.7393254 | 20        | 0.00                  |
| 4                                   | 1947.8    | 21.5234051  | 64.7394901 | 30        | 0.00                  |
| 5                                   | 1947.8    | 21.5233786  | 64.7396207 | 40        | 0.00                  |
| 6                                   | 1947.8    | 21.5233503  | 64.7397117 | 50        | 0.02                  |
| 7                                   | 1947.6    | 21.5232916  | 64.7398655 | 60        | 0.00                  |
| 8                                   | 1947.6    | 21.52330094 | 64.7399493 | 70        | 0.09                  |
| 9                                   | 1946.7    | 21.5232731  | 64.7300376 | 80        | 0.13                  |
| 10                                  | 1945.4    | 21.5231784  | 64.7400137 | 90        | 0.02                  |
| 11                                  | 1945.2    | 21.5230683  | 64.7400241 | IMD       | 2.50                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11. Índice medio de drenajes Av. H. de la Independencia

| PUNTO: AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA (PROSALUD) |           |            |            |           |                       |
|--------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                             | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                                | 1950.5    | 21.5383453 | 64.7445996 | 0         | 0.00                  |
| 2                                                | 1950.5    | 21.5384696 | 64.7447821 | 10        | 0.01                  |
| 3                                                | 1950.4    | 21.5384806 | 64.7448682 | 20        | 0.03                  |
| 4                                                | 1950.1    | 21.5384997 | 64.7450085 | 30        | 0.09                  |
| 5                                                | 1949.2    | 21.5385113 | 64.7451134 | 40        | 0.11                  |
| 6                                                | 1948.1    | 21.5385008 | 64.7452252 | 50        | 0.49                  |
| 7                                                | 1943.2    | 21.5384626 | 64.7453437 | 60        | 0.00                  |
| 8                                                | 1943.2    | 21.5384086 | 64.7454785 | 70        | 0.01                  |
| 9                                                | 1943.1    | 21.5383143 | 64.7456161 | 80        | 0.00                  |
| 10                                               | 1943.1    | 21.5382097 | 64.7456874 | 90        | 0.54                  |
| 11                                               | 1937.7    | 21.5381022 | 64.7456956 | IMD       | 12.80                 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12. Índice medio de drenajes Av. Noelia Martínez

| PUNTO: AV. NOELIA MARTINEZ (PROSALUD) |           |            |            |           |                       |
|---------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                  | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                     | 1948.9    | 21.5396198 | 64.7454412 | 0         | 0.00                  |
| 2                                     | 1948.9    | 21.5395713 | 64.7454312 | 10        | 0.08                  |
| 3                                     | 1948.1    | 21.5394666 | 64.7454246 | 20        | 0.00                  |
| 4                                     | 1948.1    | 21.5393829 | 64.7453792 | 30        | 0.01                  |
| 5                                     | 1948      | 21.5392758 | 64.7453573 | 40        | 0.00                  |
| 6                                     | 1948      | 21.5341875 | 64.7453357 | 50        | 0.02                  |
| 7                                     | 1947.8    | 21.5390409 | 64.7453013 | 60        | 0.01                  |
| 8                                     | 1947.7    | 21.5389449 | 64.7452953 | 70        | 0.42                  |
| 9                                     | 1943.5    | 21.5388678 | 64.7452941 | 80        | 0.04                  |
| 10                                    | 1943.1    | 21.5387712 | 64.7453219 | 90        | 0.03                  |
| 11                                    | 1942.8    | 21.5386415 | 64.7454328 | IMD       | 6.10                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13. Índice medio de drenajes Ruta San Jacinto

| PUNTO: RUTA SAN JACINTO (SETAR TABLADA) |           |            |            |           |                       |
|-----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                    | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                       | 1945.5    | 21.5528068 | 64.7362707 | 0         | 0.01                  |
| 2                                       | 1945.4    | 21.5528361 | 64.7361743 | 10        | 0.01                  |
| 3                                       | 1945.3    | 21.5528842 | 64.7361209 | 20        | 0.00                  |
| 4                                       | 1945.3    | 21.5529062 | 64.7360482 | 30        | 0.00                  |
| 5                                       | 1945.3    | 21.5530198 | 64.7359848 | 40        | 0.00                  |
| 6                                       | 1945.3    | 21.5530942 | 64.7359181 | 50        | 0.00                  |
| 7                                       | 1945.3    | 21.5531406 | 64.7358739 | 60        | 0.00                  |
| 8                                       | 1945.3    | 21.5532061 | 64.7358262 | 70        | 0.01                  |
| 9                                       | 1945.2    | 21.5532829 | 64.7357592 | 80        | 0.00                  |
| 10                                      | 1945.2    | 21.5533516 | 64.7357211 | 90        | 0.01                  |

|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 11 | 1945.1 | 21.5534627 | 64.7356232 | IMD | 0.40 |
|----|--------|------------|------------|-----|------|

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14. Índice medio de drenajes Calle 2

| PUNTO: CALLE 2 (SETAR TABLADA) |           |            |            |           |                       |
|--------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                           | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                              | 1945.3    | 21.5529719 | 64.7348342 | 0         | 0.00                  |
| 2                              | 1945.3    | 21.5530095 | 64.7349281 | 10        | 0.01                  |
| 3                              | 1945.2    | 21.5530225 | 64.7350162 | 20        | 0.00                  |
| 4                              | 1945.2    | 21.5530438 | 64.7350896 | 30        | 0.00                  |
| 5                              | 1945.2    | 21.5530861 | 64.7351602 | 40        | -0.01                 |
| 6                              | 1945.3    | 21.5530834 | 64.7352102 | 50        | 0.00                  |
| 7                              | 1945.3    | 21.5331484 | 64.7353291 | 60        | 0.01                  |
| 8                              | 1945.2    | 21.5531866 | 64.7354165 | 70        | 0.00                  |
| 9                              | 1945.2    | 21.5532359 | 64.7353017 | 80        | -0.01                 |
| 10                             | 1945.3    | 21.5533721 | 64.7355768 | 90        | 0.02                  |
| 11                             | 1945.1    | 21.5534832 | 64.7355869 | IMD       | 0.20                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Índice medio de drenajes Av. Alto de la Alianza

| PUNTO: AV. ALTO DE LA ALIANZA (GADA 94) |           |            |            |           |                       |
|-----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                    | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                       | 1891.4    | 21.5528724 | 64.7113754 | 0         | 0.00                  |
| 2                                       | 1891.4    | 21.5527656 | 64.7115642 | 10        | 0.02                  |
| 3                                       | 1891.2    | 21.5526803 | 64.7111991 | 20        | 0.00                  |
| 4                                       | 1891.2    | 21.5526267 | 64.7112845 | 30        | -0.01                 |
| 5                                       | 1891.3    | 21.5525674 | 64.7113316 | 40        | 0.01                  |
| 6                                       | 1891.2    | 21.5525072 | 64.7113749 | 50        | 0.00                  |
| 7                                       | 1891.2    | 21.5524402 | 64.7114676 | 60        | 0.01                  |
| 8                                       | 1891.1    | 21.5523628 | 64.7114976 | 70        | -0.01                 |
| 9                                       | 1891.2    | 21.5522893 | 64.7116068 | 80        | 0.00                  |
| 10                                      | 1891.2    | 21.5522495 | 64.7116669 | 90        | 0.01                  |
| 11                                      | 1891.1    | 21.5522575 | 64.7116797 | IMD       | 0.30                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16. Índice medio de drenajes Calle Membrillos

| PUNTO: CALLE MEMBRILLOS (H. OBRERO) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                   | 1899.7    | 21.5341896 | 64.7199645 | 0         | 0.02                  |
| 2                                   | 1899.5    | 21.5342936 | 64.7199653 | 10        | 0.01                  |
| 3                                   | 1899.4    | 21.5344147 | 64.7199452 | 20        | 0.12                  |
| 4                                   | 1898.2    | 21.5344769 | 64.7199362 | 30        | 0.06                  |
| 5                                   | 1897.6    | 21.5345685 | 64.7198688 | 40        | 0.01                  |
| 6                                   | 1897.5    | 21.5346436 | 64.7198688 | 50        | -0.03                 |
| 7                                   | 1897.8    | 21.5347157 | 64.7198497 | 60        | -0.04                 |
| 8                                   | 1898.2    | 21.5347964 | 64.7197971 | 70        | 0.08                  |



|    |        |            |            |     |       |
|----|--------|------------|------------|-----|-------|
| 9  | 1897.4 | 21.5348951 | 64.7197552 | 80  | -0.01 |
| 10 | 1897.5 | 21.5349571 | 64.7197052 | 90  | -0.01 |
| 11 | 1897.6 | 21.5350648 | 64.7197684 | IMD | 2.10  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Índice medio de drenajes Av. Potosí

| PUNTO: AV. POTOSI (H. OBRERO) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                          | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                             | 1904.9    | 21.5351015 | 64.7210587 | 0         | 0.26                  |
| 2                             | 1902.3    | 21.5351974 | 64.7209629 | 10        | 0.18                  |
| 3                             | 1900.5    | 21.5352116 | 64.7209021 | 20        | 0.26                  |
| 4                             | 1897.9    | 21.5353741 | 64.7207071 | 30        | 0.04                  |
| 5                             | 1897.5    | 21.5352852 | 64.7205986 | 40        | 0.04                  |
| 6                             | 1897.1    | 21.5353177 | 64.7205357 | 50        | 0.02                  |
| 7                             | 1896.9    | 21.5353571 | 64.7204732 | 60        | 0.30                  |
| 8                             | 1893.9    | 21.5353767 | 64.7204158 | 70        | 0.41                  |
| 9                             | 1889.8    | 21.5354396 | 64.7203442 | 80        | 0.29                  |
| 10                            | 1886.9    | 21.5354762 | 64.7202755 | 90        | 0.04                  |
| 11                            | 1886.5    | 21.5354956 | 64.7203866 | IMD       | 18.40                 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18. Índice medio de drenajes Calle Gral. De Santa Cruz

| PUNTO: CALLE GRAL. DE SANTA CRUZ (H. SAN JUAN DE DIOS) |           |            |            |           |                       |
|--------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                                   | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                                      | 1905.2    | 21.5294211 | 64.7267534 | 0         | 0.02                  |
| 2                                                      | 1905      | 21.5295365 | 64.7266987 | 10        | 0.08                  |
| 3                                                      | 1904.2    | 21.5295113 | 64.7266864 | 20        | 0.04                  |
| 4                                                      | 1903.8    | 21.5294472 | 64.7266291 | 30        | 0.02                  |
| 5                                                      | 1903.6    | 21.5293353 | 64.7265529 | 40        | 0.01                  |
| 6                                                      | 1903.5    | 21.5292329 | 64.7265853 | 50        | 0.01                  |
| 7                                                      | 1903.4    | 21.5291145 | 64.7265182 | 60        | 0.00                  |
| 8                                                      | 1903.4    | 21.5290122 | 64.7264783 | 70        | 0.00                  |
| 9                                                      | 1903.4    | 21.5289404 | 64.7264164 | 80        | 0.01                  |
| 10                                                     | 1903.3    | 21.5288406 | 64.7263741 | 90        | 0.01                  |
| 11                                                     | 1903.2    | 21.5287564 | 64.7262546 | IMD       | 2.00                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Índice medio de drenajes Calle 14 de junio

| PUNTO: CALLE 14 DE JUNIO (H. SAN JUAN DE DIOS) |           |            |            |           |                       |
|------------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                           | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                              | 1910      | 21.5278411 | 64.7272952 | 0         | 0.02                  |
| 2                                              | 1909.8    | 21.5278638 | 64.7272285 | 10        | 0.15                  |
| 3                                              | 1908.3    | 21.5278898 | 64.7271684 | 20        | 0.06                  |
| 4                                              | 1907.7    | 21.5278844 | 64.7270875 | 30        | 0.12                  |
| 5                                              | 1906.5    | 21.5279967 | 64.7270077 | 40        | 0.02                  |
| 6                                              | 1906.3    | 21.5279379 | 64.7269485 | 50        | 0.03                  |



|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 7  | 1906   | 21.5279691 | 64.7268639 | 60  | 0.02 |
| 8  | 1905.8 | 21.5279964 | 64.7267809 | 70  | 0.03 |
| 9  | 1905.5 | 21.5280313 | 64.7266777 | 80  | 0.01 |
| 10 | 1905.4 | 21.5280411 | 64.7265721 | 90  | 0.02 |
| 11 | 1905.2 | 21.5280653 | 64.7264257 | IMD | 4.80 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Índice medio de drenajes Av. De la Integración

| PUNTO: AV. DE LA INTEGRACIÓN (TRANSITO) |           |            |            |           |                       |
|-----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                    | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                       | 1911.5    | 21.5301385 | 64.7415245 | 0         | 0.08                  |
| 2                                       | 1910.7    | 21.5303034 | 64.7414836 | 10        | 0.00                  |
| 3                                       | 1910.7    | 21.5303098 | 64.7414629 | 20        | 0.01                  |
| 4                                       | 1910.6    | 21.5304801 | 64.7414335 | 30        | 0.01                  |
| 5                                       | 1910.5    | 21.5305652 | 64.7414057 | 40        | 0.01                  |
| 6                                       | 1910.4    | 21.5360379 | 64.7413776 | 50        | 0.01                  |
| 7                                       | 1910.3    | 21.5307175 | 64.7413642 | 60        | -0.01                 |
| 8                                       | 1910.4    | 21.5307808 | 64.7412901 | 70        | -0.02                 |
| 9                                       | 1910.6    | 21.5308604 | 64.7412608 | 80        | -0.01                 |
| 10                                      | 1910.7    | 21.5307752 | 64.7412426 | 90        | -0.05                 |
| 11                                      | 1911.2    | 21.5375644 | 64.7412254 | IMD       | 0.30                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21. Índice medio de drenajes Av. Víctor Paz (Comando)

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (COMANDO) |           |            |            |           |                       |
|---------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                            | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                               | 1904.8    | 21.5351283 | 64.7379538 | 0         | 0.01                  |
| 2                               | 1904.7    | 21.5351905 | 64.7379037 | 10        | -0.05                 |
| 3                               | 1905.2    | 21.5352828 | 64.7378783 | 20        | 0.00                  |
| 4                               | 1905.2    | 21.5353678 | 64.7378055 | 30        | 0.00                  |
| 5                               | 1905.2    | 21.5354424 | 64.7377577 | 40        | 0.07                  |
| 6                               | 1904.5    | 21.5354932 | 64.7377031 | 50        | 0.00                  |
| 7                               | 1904.5    | 21.5355662 | 64.7376639 | 60        | -0.07                 |
| 8                               | 1905.2    | 21.5356574 | 64.7375557 | 70        | 0.00                  |
| 9                               | 1905.2    | 21.5357952 | 64.7374969 | 80        | 0.03                  |
| 10                              | 1904.9    | 21.5357414 | 64.7374443 | 90        | 0.04                  |
| 11                              | 1904.5    | 21.5358154 | 64.7342645 | IMD       | 0.30                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22. Índice medio de drenajes Calle Ballivián

| PUNTO: CALLE BALLIVIAN (COMANDO) |           |            |            |           |                       |
|----------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                             | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                | 1905      | 21.5342375 | 64.7376327 | 0         | 0.01                  |
| 2                                | 1904.9    | 21.5343661 | 64.7376772 | 10        | 0.00                  |
| 3                                | 1904.9    | 21.5344286 | 64.7376905 | 20        | 0.01                  |
| 4                                | 1904.8    | 21.5344931 | 64.7377292 | 30        | 0.01                  |

|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 5  | 1904.7 | 21.5345478 | 64.7377764 | 40  | 0.00 |
| 6  | 1904.7 | 21.5346103 | 64.7378118 | 50  | 0.01 |
| 7  | 1904.6 | 21.5346846 | 64.7378316 | 60  | 0.01 |
| 8  | 1904.5 | 21.5347661 | 64.7378593 | 70  | 0.00 |
| 9  | 1904.5 | 21.5348636 | 64.7379016 | 80  | 0.02 |
| 10 | 1904.3 | 21.5349353 | 64.7379363 | 90  | 0.00 |
| 11 | 1904.3 | 21.5350645 | 64.7396344 | IMD | 0.70 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23. Índice medio de drenajes Av. Victor Paz (UAJMS)

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (UAJMS) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                          | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                             | 1897      | 21.5420756 | 64.7215569 | 0         | 0.00                  |
| 2                             | 1897      | 21.5420883 | 64.7214815 | 10        | 0.00                  |
| 3                             | 1897      | 21.5420969 | 64.7213724 | 20        | -0.01                 |
| 4                             | 1897.1    | 21.5421108 | 64.7212846 | 30        | 0.01                  |
| 5                             | 1897      | 21.5421365 | 64.7212026 | 40        | -0.01                 |
| 6                             | 1897.1    | 21.5421433 | 64.7291551 | 50        | 0.06                  |
| 7                             | 1896.5    | 21.5421642 | 64.7210617 | 60        | 0.14                  |
| 8                             | 1895.1    | 21.5421884 | 64.7209727 | 70        | 0.01                  |
| 9                             | 1895      | 21.5422299 | 64.7208643 | 80        | 0.07                  |
| 10                            | 1894.3    | 21.5422347 | 64.7207736 | 90        | 0.01                  |
| 11                            | 1894.2    | 21.5423562 | 64.7206542 | IMD       | 2.80                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24. Índice medio de drenajes Av. Victor Paz (Setar)

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (SETAR) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                          | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                             | 1911.6    | 21.5457425 | 264.742747 | 0         | 0.00                  |
| 2                             | 1911.6    | 21.5457251 | 464.702814 | 10        | 0.00                  |
| 3                             | 1911.6    | 21.5456868 | 64.7029069 | 20        | 0.00                  |
| 4                             | 1911.6    | 21.5456593 | 64.7029954 | 30        | 0.02                  |
| 5                             | 1911.4    | 21.5456865 | 64.7030983 | 40        | -0.02                 |
| 6                             | 1911.6    | 21.5456754 | 64.7003171 | 50        | 0.01                  |
| 7                             | 1911.5    | 21.5456397 | 64.7032381 | 60        | 0.09                  |
| 8                             | 1910.6    | 21.5456367 | 64.7033221 | 70        | -0.08                 |
| 9                             | 1911.4    | 21.5456197 | 64.7034079 | 80        | 0.10                  |
| 10                            | 1910.4    | 21.5455831 | 64.7035276 | 90        | 0.01                  |
| 11                            | 1910.3    | 21.5454942 | 64.7036387 | IMD       | 1.30                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Índice medio de drenajes Av. Victor Paz (Morros Blancos)

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (MORROS BLANCOS) |           |            |            |           |                       |
|----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                   | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                      | 1914.2    | 21.5473439 | 64.6992212 | 0         | 0.02                  |
| 2                                      | 1914      | 21.5474014 | 64.6992162 | 10        | 0.09                  |
| 3                                      | 1913.1    | 21.5474477 | 64.6991184 | 20        | 0.02                  |
| 4                                      | 1912.9    | 21.5475011 | 64.6990382 | 30        | 0.03                  |
| 5                                      | 1912.6    | 21.5475725 | 64.6989288 | 40        | 0.57                  |
| 6                                      | 1906.9    | 21.5475252 | 64.6988579 | 50        | 0.36                  |
| 7                                      | 1903.3    | 21.5476571 | 64.6987934 | 60        | 0.12                  |
| 8                                      | 1902.1    | 21.5477188 | 64.6987399 | 70        | 0.06                  |
| 9                                      | 1901.5    | 21.5477676 | 64.6986789 | 80        | 0.09                  |
| 10                                     | 1900.6    | 21.5478372 | 64.6986014 | 90        | 0.03                  |
| 11                                     | 1900.3    | 21.5479483 | 64.6985125 | IMD       | 13.90                 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26. Índice medio de drenajes Av. Victor Paz (Bomberos)

| PUNTO: AV. VICTOR PAZ (BOMBEROS) |           |             |            |           |                       |
|----------------------------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                             | ELEVACION | LATITUD     | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                | 1915.5    | 21.5461704  | 64.7014818 | 0         | 0.02                  |
| 2                                | 1915.3    | 21.5462114  | 64.7013985 | 10        | 0.05                  |
| 3                                | 1914.8    | 21.5462544  | 64.7013985 | 20        | 0.02                  |
| 4                                | 1914.6    | 21.5462951  | 64.7012781 | 30        | 0.02                  |
| 5                                | 1914.4    | 21.5462934  | 64.7011698 | 40        | 0.07                  |
| 6                                | 1913.7    | 21.5463413  | 64.7011085 | 50        | -0.03                 |
| 7                                | 1914      | 21.5463475  | 64.7010365 | 60        | 0.02                  |
| 8                                | 1913.8    | 21.5463741  | 64.7008534 | 70        | 0.00                  |
| 9                                | 1913.8    | 21.54643079 | 64.7007271 | 80        | 0.17                  |
| 10                               | 1912.1    | 21.5465173  | 64.7006916 | 90        | 0.05                  |
| 11                               | 1911.6    | 21.5466284  | 64.7006813 | IMD       | 3.90                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. Índice medio de drenajes Av. Cnl. Carlos Díaz

| PUNTO: AV. CNL. CARLOS DIAZ (BOMBEROS) |           |            |            |           |                       |
|----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                   | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                      | 1918.3    | 21.5466119 | 64.7005356 | 0         | 0.03                  |
| 2                                      | 1918      | 21.5466763 | 64.7005516 | 10        | 0.01                  |
| 3                                      | 1917.9    | 21.5467818 | 64.7006129 | 20        | 0.00                  |
| 4                                      | 1917.9    | 21.5468379 | 64.7006704 | 30        | 0.01                  |
| 5                                      | 1917.8    | 21.5469108 | 64.7007116 | 40        | 0.00                  |
| 6                                      | 1917.8    | 21.5469108 | 64.7007669 | 50        | 0.02                  |
| 7                                      | 1917.6    | 21.5469845 | 64.7008234 | 60        | 0.00                  |
| 8                                      | 1917.6    | 21.5474148 | 64.7008564 | 70        | 0.22                  |
| 9                                      | 1915.4    | 21.5471844 | 64.7008862 | 80        | 0.15                  |

|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 10 | 1913.9 | 21.5472037 | 64.7009377 | 90  | 0.01 |
| 11 | 1913.8 | 21.5473148 | 64.7009485 | IMD | 4.50 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28. Índice medio de drenajes Av. Nueva Terminal

| PUNTO: AV NUEVA TERMINAL (TERMINAL) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                   | 1888.2    | 21.5599314 | 64.6753872 | 0         | 0.03                  |
| 2                                   | 1887.9    | 21.5598853 | 64.6758753 | 10        | -0.03                 |
| 3                                   | 1888.2    | 21.5598173 | 64.6759933 | 20        | -0.15                 |
| 4                                   | 1889.7    | 21.5597636 | 64.6759811 | 30        | -0.02                 |
| 5                                   | 1889.9    | 21.5597336 | 64.6760037 | 40        | -0.01                 |
| 6                                   | 1890      | 21.5596832 | 64.6761079 | 50        | -0.03                 |
| 7                                   | 1890.3    | 21.5596284 | 64.6761806 | 60        | -0.01                 |
| 8                                   | 1890.4    | 21.5595395 | 64.6762516 | 70        | 0.75                  |
| 9                                   | 1882.9    | 21.5595106 | 64.6763528 | 80        | 0.15                  |
| 10                                  | 1881.4    | 21.5595014 | 64.6769395 | 90        | 0.03                  |
| 11                                  | 1881.1    | 21.5594034 | 64.6770486 | IMD       | 7.10                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29. Índice medio de drenajes Calle 2 (Terminal)

| PUNTO: CALLE 2 (TERMINAL) |           |            |            |           |                       |
|---------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                      | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                         | 1889.2    | 21.5615379 | 64.6740887 | 0         | 0.30                  |
| 2                         | 1886.2    | 21.5616001 | 64.6741659 | 10        | -0.02                 |
| 3                         | 1886.4    | 21.5616516 | 64.6741942 | 20        | 0.06                  |
| 4                         | 1885.8    | 21.5617269 | 64.6742416 | 30        | 0.09                  |
| 5                         | 1884.9    | 21.5617946 | 64.6742869 | 40        | 0.06                  |
| 6                         | 1884.3    | 21.5618628 | 64.6743404 | 50        | 0.03                  |
| 7                         | 1884      | 21.5619266 | 64.6739465 | 60        | 0.04                  |
| 8                         | 1883.6    | 21.5619852 | 64.6744466 | 70        | 0.03                  |
| 9                         | 1883.3    | 21.5620579 | 64.6744743 | 80        | 0.03                  |
| 10                        | 1883      | 21.5621387 | 64.6745493 | 90        | 0.02                  |
| 11                        | 1882.8    | 21.5622498 | 64.6746514 | IMD       | 6.40                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Índice medio de drenajes Calle España

| PUNTO: CALLE ESPAÑA (UAJMS) |           |            |            |           |                       |
|-----------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                        | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                           | 1896.8    | 21.5421615 | 64.7222561 | 0         | 0.01                  |
| 2                           | 1896.7    | 21.5420667 | 64.7222482 | 10        | 0.00                  |
| 3                           | 1896.7    | 21.5422452 | 64.7223191 | 20        | 0.01                  |
| 4                           | 1896.6    | 21.5423934 | 64.7223652 | 30        | 0.01                  |
| 5                           | 1896.5    | 21.5424608 | 64.7224322 | 40        | 0.00                  |
| 6                           | 1896.5    | 21.5425149 | 64.7225013 | 50        | 0.01                  |
| 7                           | 1896.4    | 21.5426102 | 64.7225456 | 60        | 0.00                  |

|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 8  | 1896.4 | 21.5426735 | 64.7225727 | 70  | 0.01 |
| 9  | 1896.3 | 21.5427573 | 64.7225806 | 80  | 0.02 |
| 10 | 1896.1 | 21.5428596 | 64.7226133 | 90  | 0.03 |
| 11 | 1895.8 | 21.5496465 | 64.7226437 | IMD | 1.00 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31. Índice medio de drenajes Av. Víctor Paz (Aeropuerto)

| PUNTO: AV. VÍCTOR PAZ (AEROPUERTO) |           |            |          |           |                       |
|------------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|-----------------------|
| Nro.                               | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD | DISTANCIA | ÍNDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                  | 1905.2    | 21.5442404 |          | 0         | 0.04                  |
| 2                                  | 1904.8    | 21.5441163 |          | 10        | 0.02                  |
| 3                                  | 1904.6    | 21.5442899 |          | 20        | -0.01                 |
| 4                                  | 1904.7    | 21.5443192 |          | 30        | 0.11                  |
| 5                                  | 1903.6    | 21.5443826 |          | 40        | -0.01                 |
| 6                                  | 1903.7    | 21.5444579 |          | 50        | -0.02                 |
| 7                                  | 1903.9    | 21.5445795 |          | 60        | 0.08                  |
| 8                                  | 1903.1    | 21.5445803 |          | 70        | 0.01                  |
| 9                                  | 1903      | 21.5446125 |          | 80        | 0.01                  |
| 10                                 | 1902.9    | 21.5446214 |          | 90        | 0.02                  |
| 11                                 | 1902.7    | 21.5446978 |          | IMD       | 2.50                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32. Índice medio de drenajes Av. Fuerza Aérea

| PUNTO: AV FUERZA AÉREA (AEROPUERTO) |           |            |            |           |                       |
|-------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | ÍNDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                   | 1905.1    | 21.5445937 | 64.7042521 | 0         | 0.01                  |
| 2                                   | 1905      | 21.5446199 | 64.7092715 | 10        | 0.10                  |
| 3                                   | 1904      | 21.5486826 | 64.7092856 | 20        | 0.00                  |
| 4                                   | 1904      | 21.5444567 | 64.7093311 | 30        | 0.02                  |
| 5                                   | 1903.8    | 21.5448387 | 64.7094154 | 40        | 0.00                  |
| 6                                   | 1903.8    | 21.5449276 | 64.7094648 | 50        | 0.00                  |
| 7                                   | 1903.8    | 21.5449769 | 64.7095036 | 60        | 0.04                  |
| 8                                   | 1903.4    | 21.5450321 | 64.7095449 | 70        | 0.08                  |
| 9                                   | 1902.6    | 21.5451547 | 64.7095663 | 80        | 0.00                  |
| 10                                  | 1902.6    | 21.5452119 | 64.7095994 | 90        | 0.01                  |
| 11                                  | 1902.5    | 21.5453164 | 64.7096454 | IMD       | 2.60                  |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33. Índice medio de drenajes Calle 29 de junio

| PUNTO: CALLE 29 DE JUNIO (MOTO MENDEZ) |           |            |            |           |                       |
|----------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                   | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | ÍNDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                      | 1904.6    | 21.5361352 | 64.7122279 | 0         | 0.05                  |
| 2                                      | 1904.1    | 21.5360931 | 64.7121697 | 10        | 0.00                  |
| 3                                      | 1904.1    | 21.5360248 | 64.7120886 | 20        | 0.03                  |
| 4                                      | 1903.8    | 21.5359703 | 64.7120364 | 30        | 0.01                  |
| 5                                      | 1903.7    | 21.5359395 | 64.7119586 | 40        | 0.02                  |

|    |        |            |            |     |      |
|----|--------|------------|------------|-----|------|
| 6  | 1903.5 | 21.5358858 | 64.7118816 | 50  | 0.03 |
| 7  | 1903.2 | 21.5353303 | 64.7118256 | 60  | 0.02 |
| 8  | 1903   | 21.5357924 | 64.7118085 | 70  | 0.01 |
| 9  | 1902.9 | 21.5357354 | 64.7117263 | 80  | 0.04 |
| 10 | 1902.5 | 21.5356496 | 64.7116074 | 90  | 0.01 |
| 11 | 1902.4 | 21.5362464 | 64.7115852 | IMD | 2.20 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34. Índice medio de drenajes Av. Cap. Castellanos

| PUNTO: AV CAP. CASTELLANOS (MOTO MENDEZ) |           |            |            |           |                       |
|------------------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-----------------------|
| Nro.                                     | ELEVACION | LATITUD    | LONGITUD   | DISTANCIA | INDICE DE DRENAJE (%) |
| 1                                        | 1904.9    | 21.5353357 | 64.7117825 | 0         | 0.02                  |
| 2                                        | 1904.7    | 21.5352357 | 64.7117399 | 10        | 0.02                  |
| 3                                        | 1904.5    | 21.5351745 | 64.7116721 | 20        | 0.00                  |
| 4                                        | 1904.5    | 21.5351043 | 64.7216268 | 30        | 0.02                  |
| 5                                        | 1904.3    | 21.5350594 | 64.7115683 | 40        | 0.05                  |
| 6                                        | 1903.8    | 21.5349776 | 64.7116211 | 50        | 0.00                  |
| 7                                        | 1903.8    | 21.5349338 | 64.7114494 | 60        | 0.03                  |
| 8                                        | 1903.5    | 21.5348953 | 64.7113761 | 70        | 0.03                  |
| 9                                        | 1903.2    | 21.5348276 | 64.7113138 | 80        | -0.02                 |
| 10                                       | 1903.4    | 21.5347632 | 64.7112239 | 90        | 0.03                  |
| 11                                       | 1903.1    | 21.5346574 | 64.7111654 | IMD       | 1.80                  |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.- Afectación en el tráfico por falla (TPD)

Se realizó el aforo en cada punto en estudio los días lunes, miércoles y viernes de las 06:00 am hasta las 22:00 pm, en la Av. Víctor Paz en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se realizó un aforo de 24 horas, hasta que se terminó el aforo de los 15 puntos.

Tabla 35. Intersección U. Autónoma Juan Misael Saracho

| EDIFICACIÓN ESENCIAL                     | INTERSECCIÓN            | BRAZO          | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|------------------------------------------|-------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Universidad Autónoma Juan Misael Saracho | Av. Víctor Paz - España | Av. Víctor Paz |  | Directo             | 13703                      |
|                                          |                         |                |                                                                                      | Giro a la izquierda | 1888                       |
|                                          |                         |                |                                                                                      | Giro a la derecha   | 1373                       |
| Universidad Autónoma Juan Misael Saracho | Av. Víctor Paz - España | Calle España   |  | Directo             | 9605                       |
|                                          |                         |                |                                                                                      | Giro a la derecha   | 1509                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36. Intersección Nueva Terminal

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN                         | BRAZO              | GRUPO DE CARRIL                                                                    | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Nueva Terminal       | Av. Av. Nueva Terminal - Torrecillas | Av. Nueva Terminal |  | Directo             | 3904                       |
|                      |                                      |                    |                                                                                    | Giro a la izquierda | 815                        |
|                      |                                      |                    |                                                                                    | Giro a la derecha   | 771                        |
| Nueva Terminal       | Av. Av. Nueva Terminal - Torrecillas | Calle Torrecillas  |  | Directo             | 1733                       |
|                      |                                      |                    |                                                                                    | Giro a la izquierda | 482                        |
|                      |                                      |                    |                                                                                    | Giro a la derecha   | 721                        |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37. Intersección Transito

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN          | BRAZO                 | GRUPO DE CARRIL                                                                   | MOVIMIENTO | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Transito             | Av. De la Integración | Av. De la Integración |  | Directo    | 8798                       |

Tabla 38. Hospital Obrero

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN            | BRAZO            | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Hospital Obrero      | Av. Potosí - Membrillos | Av. Potosí       |  | Directo             | 4037                       |
|                      |                         |                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 513                        |
|                      |                         |                  |                                                                                      | Giro a la derecha   | 636                        |
| Hospital Obrero      | Av. Potosí - Membrillos | Calle Membrillos |  | Directo             | 2615                       |
|                      |                         |                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 305                        |
|                      |                         |                  |                                                                                      | Giro a la derecha   | 495                        |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Intersección Aeropuerto Oriel Lea Plaza

| EDIFICACIÓN ESENCIAL       | INTERSECCIÓN                  | BRAZO            | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------------|-------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Aeropuerto Oriel Lea Plaza | Av. Victor Paz - Fuerza Aérea | Av. Victor Paz   |  | Directo             | 11584                      |
|                            |                               |                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 369                        |
| Aeropuerto Oriel Lea Plaza | Av. Victor Paz - Fuerza Aérea | Av. Fuerza Aérea |   | Directo             | 4499                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40. Intersección Setar

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN   | BRAZO          | GRUPO DE CARRIL                                                                   | MOVIMIENTO | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Setar                | Av. Victor Paz | Av. Victor Paz |  | Directo    | 12191                      |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41. Intersección Epi Morros Blancos

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN   | BRAZO          | GRUPO DE CARRIL                                                                   | MOVIMIENTO | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Epi Morros Blancos   | Av. Victor Paz | Av. Victor Paz |  | Directo    | 12143                      |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42. Intersección Base Aérea Gada 94

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN           | BRAZO                  | GRUPO DE CARRIL                                                                   | MOVIMIENTO | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Base Aérea Gada 94   | Av. Alto de la Alianza | Av. Alto de la Alianza |  | Directo    | 6116                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Intersección Setar Tablada

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN             | BRAZO            | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|--------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Setar Tablada        | Ruta San Jacinto-Calle 2 | Ruta San Jacinto |  | Directo             | 3625                       |
|                      |                          |                  |                                                                                      | Giro a la derecha   | 664                        |
| Setar Tablada        | Ruta San Jacinto-Calle 2 | Calle 2          |  | Directo             | 3952                       |
|                      |                          |                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 499                        |
|                      |                          |                  |                                                                                      | Giro a la derecha   | 629                        |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Intersección Estación de Bomberos

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN                          | BRAZO                | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO        | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Estación de Bomberos | Av. Victor Paz - Av. Cnl. Carlos Diaz | Av. Victor Paz       |   | Directo           | 12927                      |
| Estación de Bomberos | Av. Victor Paz - Av. Cnl. Carlos Diaz | Av. Cnl. Carlos Diaz |  | Directo           | 2054                       |
|                      |                                       |                      |                                                                                      | Giro a la derecha | 536                        |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45. Intersección Comando de la Policía



| EDIFICACIÓN ESENCIAL  | INTERSECCIÓN                 | BRAZO            | GRUPO DE CARRIL                                                                    | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|-----------------------|------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Comando de la Policia | Av. Panamericana - Ballivian | Av. Panamericana |   | Directo             | 9011                       |
| Comando de la Policia | Av. Panamericana - Ballivian | Calle Ballivián  |  | Giro a la derecha   | 5070                       |
|                       |                              |                  |                                                                                    | Giro a la izquierda | 1200                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Intersección Epi Moto Méndez

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN                       | BRAZO                    | GRUPO DE CARRIL                                                                   | MOVIMIENTO | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|
| Epi Moto Mendez      | Av. Cap. Castellanos - 29 de junio | Av. Av. Cap. Castellanos |  | Directo    | 1961                       |
| Epi Moto Mendez      | Av. Cap. Castellanos - 29 de junio | Calle 29 de junio        |  | Directo    | 1968                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Hospital S. Juan de Dios

| EDIFICACIÓN ESENCIAL      | INTERSECCIÓN                                   | BRAZO                            | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|---------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Hospital San Juan de Dios | Calle Gral. Andres de Santa Cruz - 14 de junio | Calle Gral. Andres de Santa Cruz |   | Directo             | 5781                       |
|                           |                                                |                                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 573                        |
| Hospital San Juan de Dios | Calle Gral. Andres de Santa Cruz - 14 de junio | Calle 14 de junio                |  | Directo             | 4524                       |
|                           |                                                |                                  |                                                                                      | Giro a la izquierda | 1650                       |
|                           |                                                |                                  |                                                                                      | Giro a la derecha   | 1704                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48. Intersección Prosalud (Senac)

| EDIFICACIÓN ESENCIAL | INTERSECCIÓN                                         | BRAZO                          | GRUPO DE CARRIL                                                                      | MOVIMIENTO          | VOLUMEN VEHICULAR (veh/hr) |
|----------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| Prosalud (Senac)     | Av. Heroes de la Independencia - Av. Noelia Martinez | Av. Heroes de la Independencia |   | Directo             | 6698                       |
| Prosalud (Senac)     | Av. Heroes de la Independencia - Av. Noelia Martinez | Av. Noelia Martinez            |  | Giro a la derecha   | 3666                       |
|                      |                                                      |                                |                                                                                      | Giro a la izquierda | 2150                       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Aforo Vehicular Av. Integración

| PUNTO : AV. DE LA INTEGRACIÓN (TRANSITO) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                            | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                            | 320   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 34    | 355       |
| 07:00 - 08:00                            | 570   | 0     | 6     | 1      | 1        | 0     | 105   | 683       |
| 08:00 - 09:00                            | 456   | 3     | 3     | 0      | 0        | 0     | 87    | 549       |
| 09:00 - 10:00                            | 378   | 1     | 0     | 1      | 3        | 0     | 56    | 439       |
| 10:00 - 11:00                            | 489   | 2     | 0     | 2      | 0        | 0     | 97    | 590       |
| 11:00 - 12:00                            | 523   | 6     | 10    | 5      | 0        | 0     | 123   | 667       |
| 12:00 - 13:00                            | 556   | 0     | 0     | 2      | 1        | 0     | 143   | 702       |
| 13:00 - 14:00                            | 428   | 0     | 2     | 0      | 0        | 0     | 95    | 525       |
| 14:00 - 15:00                            | 534   | 1     | 8     | 0      | 1        | 0     | 88    | 632       |
| 15:00 - 16:00                            | 478   | 3     | 0     | 1      | 0        | 0     | 59    | 541       |
| 16:00 - 17:00                            | 389   | 2     | 3     | 2      | 0        | 0     | 77    | 473       |
| 17:00 - 18:00                            | 356   | 0     | 9     | 0      | 2        | 0     | 125   | 492       |
| 18:00 - 19:00                            | 789   | 4     | 2     | 6      | 0        | 0     | 162   | 963       |
| 19:00 - 20:00                            | 434   | 1     | 3     | 1      | 4        | 0     | 78    | 521       |
| 20:00 - 21:00                            | 324   | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 59    | 384       |
| 21:00 - 22:00                            | 245   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 37    | 282       |
| Volumen Vehicular por Tipo               | 7269  | 24    | 46    | 22     | 12       | 0     | 1425  | 1.072     |
| Volumen Total                            | 8798  |       |       |        |          |       |       | 9430      |
| Porcentaje                               | 82.6% | 0.3%  | 0.5%  | 0.3%   | 0.1%     | 0.0%  | 16.2% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Aforo Vehicular Av. Potosí

| PUNTO : HOSPITAL OBRERO (AV. POTOSI) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|--------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                        | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                        | 125  | 0     | 5     | 0      | 0        | 0     | 12   | 142       |
| 07:00 - 08:00                        | 467  | 0     | 10    | 1      | 0        | 0     | 42   | 520       |
| 08:00 - 09:00                        | 335  | 0     | 14    | 3      | 0        | 0     | 55   | 407       |
| 09:00 - 10:00                        | 314  | 0     | 11    | 0      | 0        | 0     | 34   | 359       |
| 10:00 - 11:00                        | 278  | 0     | 10    | 6      | 0        | 0     | 23   | 317       |
| 11:00 - 12:00                        | 245  | 0     | 12    | 0      | 0        | 0     | 66   | 323       |
| 12:00 - 13:00                        | 312  | 0     | 9     | 0      | 0        | 0     | 70   | 391       |
| 13:00 - 14:00                        | 278  | 0     | 8     | 1      | 0        | 0     | 53   | 340       |
| 14:00 - 15:00                        | 302  | 0     | 9     | 0      | 0        | 0     | 26   | 337       |
| 15:00 - 16:00                        | 236  | 0     | 7     | 0      | 0        | 0     | 19   | 262       |
| 16:00 - 17:00                        | 178  | 0     | 10    | 2      | 0        | 0     | 18   | 208       |

|                            |       |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 17:00 - 18:00              | 289   | 0    | 9    | 0    | 0    | 0    | 59    | 357   |
| 18:00 - 19:00              | 296   | 0    | 11   | 5    | 0    | 0    | 48    | 360   |
| 19:00 - 20:00              | 356   | 0    | 13   | 0    | 0    | 0    | 67    | 436   |
| 20:00 - 21:00              | 156   | 0    | 6    | 3    | 0    | 0    | 44    | 209   |
| 21:00 - 22:00              | 188   | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 28    | 218   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 4355  | 0    | 146  | 21   | 0    | 0    | 664   | 1.072 |
| Volumen Total              | 5186  |      |      |      |      |      |       | 5559  |
| Porcentaje                 | 84.0% | 0.0% | 2.8% | 0.4% | 0.0% | 0.0% | 12.8% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Aforo Vehicular Calle Membrillos

| PUNTO : HOSPITAL OBRERO (CALLE MEMBRILLOS) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|--------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                              | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                              | 102   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 13    | 115       |
| 07:00 - 08:00                              | 234   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 11    | 246       |
| 08:00 - 09:00                              | 167   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 27    | 194       |
| 09:00 - 10:00                              | 185   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 15    | 200       |
| 10:00 - 11:00                              | 164   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 9     | 173       |
| 11:00 - 12:00                              | 198   | 4     | 0     | 0      | 0        | 0     | 19    | 221       |
| 12:00 - 13:00                              | 210   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 42    | 252       |
| 13:00 - 14:00                              | 177   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 33    | 210       |
| 14:00 - 15:00                              | 156   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 29    | 186       |
| 15:00 - 16:00                              | 195   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 16    | 211       |
| 16:00 - 17:00                              | 135   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 22    | 158       |
| 17:00 - 18:00                              | 188   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 15    | 203       |
| 18:00 - 19:00                              | 489   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 37    | 526       |
| 19:00 - 20:00                              | 226   | 2     | 0     | 0      | 0        | 0     | 25    | 253       |
| 20:00 - 21:00                              | 134   | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 28    | 162       |
| 21:00 - 22:00                              | 89    | 0     | 0     | 0      | 0        | 0     | 16    | 105       |
| Volumen Vehicular por Tipo                 | 3049  | 9     | 0     | 0      | 0        | 0     | 357   | 1.072     |
| Volumen Total                              | 3415  |       |       |        |          |       |       | 3660      |
| Porcentaje                                 | 89.3% | 0.3%  | 0.0%  | 0.0%   | 0.0%     | 0.0%  | 10.5% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Setar)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (SETAR) |        |        |        |        |           |       |        |           |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------|-------|--------|-----------|
| Suma por Hora                  | Auto   | Trufi  | Micr o | Camión | Volquet a | Flota | Moto   | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                  | 178    | 45     | 22     | 12     | 3         | 6     | 17     | 283       |
| 07:00 - 08:00                  | 367    | 134    | 35     | 10     | 7         | 3     | 44     | 600       |
| 08:00 - 09:00                  | 389    | 166    | 38     | 23     | 4         | 5     | 58     | 683       |
| 09:00 - 10:00                  | 412    | 144    | 40     | 15     | 8         | 0     | 74     | 693       |
| 10:00 - 11:00                  | 512    | 167    | 37     | 33     | 10        | 2     | 87     | 848       |
| 11:00 - 12:00                  | 645    | 176    | 44     | 27     | 5         | 1     | 103    | 1001      |
| 12:00 - 13:00                  | 523    | 205    | 46     | 31     | 7         | 3     | 172    | 987       |
| 13:00 - 14:00                  | 367    | 155    | 39     | 13     | 2         | 0     | 112    | 688       |
| 14:00 - 15:00                  | 456    | 141    | 37     | 16     | 6         | 0     | 98     | 754       |
| 15:00 - 16:00                  | 455    | 211    | 35     | 22     | 5         | 3     | 94     | 825       |
| 16:00 - 17:00                  | 395    | 206    | 41     | 45     | 14        | 4     | 76     | 781       |
| 17:00 - 18:00                  | 377    | 188    | 40     | 61     | 8         | 10    | 88     | 772       |
| 18:00 - 19:00                  | 489    | 214    | 44     | 85     | 3         | 9     | 113    | 957       |
| 19:00 - 20:00                  | 553    | 189    | 36     | 96     | 6         | 7     | 167    | 1054      |
| 20:00 - 21:00                  | 498    | 103    | 23     | 76     | 2         | 8     | 134    | 844       |
| 21:00 - 22:00                  | 278    | 15     | 11     | 17     | 0         | 3     | 97     | 421       |
| Volumen Vehicular por Tipo     | 6894   | 2459   | 568    | 582    | 90        | 64    | 1534   | 1.072     |
| Volumen Total                  | 12191  |        |        |        |           |       |        | 13067     |
| Porcentaje                     | 56.5 % | 20.2 % | 4.7%   | 4.8%   | 0.7%      | 0.5 % | 12.6 % | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Aeropuerto)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (AEROPUERTO) |      |       |        |        |           |       |      |           |
|-------------------------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                       | Auto | Trufi | Micr o | Camión | Volquet a | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                       | 234  | 45    | 14     | 8      | 0         | 0     | 15   | 316       |
| 07:00 - 08:00                       | 345  | 102   | 36     | 11     | 0         | 1     | 78   | 573       |
| 08:00 - 09:00                       | 564  | 78    | 32     | 15     | 0         | 0     | 127  | 816       |
| 09:00 - 10:00                       | 478  | 87    | 38     | 7      | 0         | 0     | 123  | 733       |
| 10:00 - 11:00                       | 426  | 81    | 29     | 17     | 0         | 2     | 99   | 654       |
| 11:00 - 12:00                       | 465  | 94    | 41     | 47     | 0         | 0     | 75   | 722       |
| 12:00 - 13:00                       | 576  | 115   | 46     | 51     | 0         | 1     | 110  | 899       |
| 13:00 - 14:00                       | 521  | 92    | 27     | 33     | 0         | 0     | 105  | 778       |
| 14:00 - 15:00                       | 489  | 85    | 24     | 28     | 0         | 0     | 117  | 743       |
| 15:00 - 16:00                       | 456  | 87    | 36     | 34     | 0         | 1     | 94   | 708       |

|                            |        |        |      |      |      |       |        |       |
|----------------------------|--------|--------|------|------|------|-------|--------|-------|
| 16:00 - 17:00              | 514    | 74     | 43   | 11   | 0    | 0     | 85     | 727   |
| 17:00 - 18:00              | 645    | 96     | 45   | 28   | 0    | 1     | 97     | 912   |
| 18:00 - 19:00              | 768    | 162    | 47   | 37   | 0    | 1     | 103    | 1118  |
| 19:00 - 20:00              | 734    | 133    | 48   | 42   | 0    | 0     | 123    | 1080  |
| 20:00 - 21:00              | 477    | 34     | 30   | 29   | 0    | 0     | 108    | 678   |
| 21:00 - 22:00              | 376    | 12     | 16   | 16   | 0    | 0     | 76     | 496   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 8068   | 1377   | 552  | 414  | 0    | 7     | 1535   | 1.072 |
| Volumen Total              | 11953  |        |      |      |      |       |        | 12812 |
| Porcentaje                 | 67.5 % | 11.5 % | 4.6% | 3.5% | 0.0% | 0.1 % | 12.8 % | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54. Aforo Vehicular Av. Fuerza Aérea

| PUNTO : AV. FUERZA AÉREA (AEROPUERTO) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                         | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                         | 117   | 0     | 0     | 4      | 0        | 0     | 7     | 128       |
| 07:00 - 08:00                         | 162   | 0     | 0     | 7      | 1        | 0     | 35    | 205       |
| 08:00 - 09:00                         | 242   | 0     | 0     | 6      | 0        | 0     | 67    | 315       |
| 09:00 - 10:00                         | 239   | 0     | 0     | 3      | 0        | 0     | 36    | 278       |
| 10:00 - 11:00                         | 213   | 0     | 0     | 8      | 0        | 0     | 45    | 266       |
| 11:00 - 12:00                         | 235   | 0     | 0     | 21     | 0        | 0     | 34    | 290       |
| 12:00 - 13:00                         | 274   | 0     | 0     | 13     | 0        | 0     | 55    | 342       |
| 13:00 - 14:00                         | 252   | 0     | 0     | 24     | 0        | 0     | 51    | 327       |
| 14:00 - 15:00                         | 217   | 0     | 0     | 21     | 1        | 0     | 59    | 298       |
| 15:00 - 16:00                         | 223   | 0     | 0     | 15     | 0        | 0     | 44    | 282       |
| 16:00 - 17:00                         | 257   | 0     | 0     | 6      | 0        | 0     | 41    | 304       |
| 17:00 - 18:00                         | 244   | 0     | 0     | 12     | 0        | 0     | 39    | 295       |
| 18:00 - 19:00                         | 356   | 0     | 0     | 17     | 2        | 0     | 55    | 430       |
| 19:00 - 20:00                         | 276   | 0     | 0     | 22     | 0        | 0     | 59    | 357       |
| 20:00 - 21:00                         | 177   | 0     | 0     | 16     | 0        | 0     | 49    | 242       |
| 21:00 - 22:00                         | 102   | 0     | 0     | 5      | 0        | 0     | 33    | 140       |
| Volumen Vehicular por Tipo            | 3586  | 0     | 0     | 200    | 4        | 0     | 709   | 1.072     |
| Volumen Total                         | 4499  |       |       |        |          |       |       | 4822      |
| Porcentaje                            | 79.7% | 0.0%  | 0.0%  | 4.4%   | 0.1%     | 0.0%  | 15.8% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Aforo Vehicular Av. Nueva Terminal

| PUNTO : AV. NUEVA TERMINAL (TERMINAL) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                         | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                         | 117   | 29    | 24    | 5      | 0        | 6     | 15    | 196       |
| 07:00 - 08:00                         | 156   | 44    | 36    | 2      | 0        | 8     | 13    | 259       |
| 08:00 - 09:00                         | 219   | 51    | 43    | 7      | 0        | 6     | 11    | 337       |
| 09:00 - 10:00                         | 254   | 55    | 46    | 3      | 0        | 3     | 28    | 389       |
| 10:00 - 11:00                         | 210   | 51    | 41    | 1      | 0        | 6     | 16    | 325       |
| 11:00 - 12:00                         | 178   | 67    | 47    | 6      | 0        | 4     | 56    | 358       |
| 12:00 - 13:00                         | 134   | 73    | 45    | 7      | 0        | 5     | 43    | 307       |
| 13:00 - 14:00                         | 116   | 35    | 41    | 2      | 0        | 1     | 58    | 253       |
| 14:00 - 15:00                         | 98    | 38    | 38    | 5      | 0        | 2     | 44    | 225       |
| 15:00 - 16:00                         | 145   | 44    | 43    | 0      | 0        | 3     | 35    | 270       |
| 16:00 - 17:00                         | 123   | 42    | 48    | 6      | 0        | 8     | 59    | 286       |
| 17:00 - 18:00                         | 367   | 64    | 51    | 8      | 0        | 11    | 44    | 545       |
| 18:00 - 19:00                         | 519   | 78    | 49    | 10     | 0        | 8     | 62    | 726       |
| 19:00 - 20:00                         | 376   | 51    | 42    | 6      | 0        | 9     | 53    | 537       |
| 20:00 - 21:00                         | 236   | 15    | 28    | 4      | 0        | 7     | 37    | 327       |
| 21:00 - 22:00                         | 106   | 8     | 9     | 1      | 0        | 4     | 22    | 150       |
| Volumen Vehicular por Tipo            | 3354  | 745   | 631   | 73     | 0        | 91    | 596   | 1.072     |
| Volumen Total                         | 5490  |       |       |        |          |       |       | 5884      |
| Porcentaje                            | 61.1% | 13.6% | 11.5% | 1.3%   | 0.0%     | 1.7%  | 10.9% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 56. Aforo Vehicular Calle Torrecillas

| PUNTO : CALLE TORRECILLAS (TERMINAL) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|--------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                        | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                        | 59   | 22    | 12    | 7      | 0        | 12    | 15   | 127       |
| 07:00 - 08:00                        | 78   | 31    | 15    | 4      | 0        | 17    | 13   | 158       |
| 08:00 - 09:00                        | 99   | 23    | 21    | 9      | 1        | 12    | 11   | 176       |
| 09:00 - 10:00                        | 86   | 25    | 22    | 5      | 0        | 5     | 28   | 171       |
| 10:00 - 11:00                        | 105  | 28    | 23    | 3      | 0        | 11    | 16   | 186       |
| 11:00 - 12:00                        | 58   | 17    | 17    | 8      | 0        | 7     | 56   | 163       |
| 12:00 - 13:00                        | 67   | 21    | 26    | 9      | 2        | 9     | 43   | 177       |
| 13:00 - 14:00                        | 58   | 15    | 21    | 4      | 0        | 1     | 58   | 157       |
| 14:00 - 15:00                        | 47   | 22    | 16    | 7      | 0        | 3     | 44   | 139       |
| 15:00 - 16:00                        | 65   | 27    | 21    | 2      | 1        | 6     | 35   | 157       |
| 16:00 - 17:00                        | 67   | 18    | 25    | 8      | 0        | 19    | 59   | 196       |

|                            |       |       |       |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|
| 17:00 - 18:00              | 75    | 15    | 23    | 10   | 0    | 22   | 44    | 189   |
| 18:00 - 19:00              | 355   | 28    | 25    | 12   | 0    | 17   | 62    | 499   |
| 19:00 - 20:00              | 78    | 20    | 21    | 8    | 3    | 29   | 53    | 212   |
| 20:00 - 21:00              | 58    | 14    | 15    | 6    | 0    | 15   | 37    | 145   |
| 21:00 - 22:00              | 38    | 5     | 8     | 3    | 0    | 8    | 22    | 84    |
| Volumen Vehicular por Tipo | 1393  | 331   | 311   | 105  | 7    | 193  | 596   | 1.072 |
| Volumen Total              | 2936  |       |       |      |      |      |       | 3147  |
| Porcentaje                 | 47.4% | 11.3% | 10.6% | 3.6% | 0.2% | 6.6% | 20.3% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Morros Blancos)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (MORROS BLANCOS) |       |       |       |        |          |       |      |           |
|-----------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                           | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                           | 298   | 42    | 11    | 55     | 2        | 6     | 27   | 441       |
| 07:00 - 08:00                           | 367   | 98    | 13    | 39     | 5        | 8     | 39   | 569       |
| 08:00 - 09:00                           | 456   | 112   | 18    | 47     | 3        | 12    | 47   | 695       |
| 09:00 - 10:00                           | 423   | 132   | 16    | 76     | 11       | 7     | 58   | 723       |
| 10:00 - 11:00                           | 587   | 127   | 19    | 114    | 7        | 5     | 67   | 926       |
| 11:00 - 12:00                           | 755   | 136   | 20    | 102    | 5        | 3     | 75   | 1096      |
| 12:00 - 13:00                           | 623   | 143   | 18    | 98     | 9        | 2     | 106  | 999       |
| 13:00 - 14:00                           | 437   | 132   | 10    | 76     | 0        | 7     | 85   | 747       |
| 14:00 - 15:00                           | 476   | 119   | 13    | 65     | 2        | 9     | 94   | 778       |
| 15:00 - 16:00                           | 348   | 127   | 11    | 43     | 8        | 3     | 25   | 565       |
| 16:00 - 17:00                           | 487   | 131   | 15    | 56     | 5        | 5     | 38   | 737       |
| 17:00 - 18:00                           | 512   | 138   | 17    | 47     | 4        | 8     | 32   | 758       |
| 18:00 - 19:00                           | 688   | 141   | 22    | 77     | 1        | 10    | 97   | 1036      |
| 19:00 - 20:00                           | 645   | 127   | 19    | 83     | 5        | 7     | 84   | 970       |
| 20:00 - 21:00                           | 432   | 87    | 16    | 53     | 7        | 5     | 68   | 668       |
| 21:00 - 22:00                           | 318   | 21    | 14    | 32     | 3        | 2     | 45   | 435       |
| Volumen Vehicular por Tipo              | 7852  | 1813  | 252   | 1063   | 77       | 99    | 987  | 1.072     |
| Volumen Total                           | 12143 |       |       |        |          |       |      | 13015     |
| Porcentaje                              | 64.7% | 14.9% | 2.1%  | 8.8%   | 0.6%     | 0.8%  | 8.1% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (UAJMS)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (UAJMS) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                  | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 00:00 - 01:00                  | 102   | 0     | 0     | 4      | 0        | 0     | 6     | 112       |
| 01:00 - 02:00                  | 87    | 0     | 0     | 3      | 0        | 0     | 7     | 97        |
| 02:00 - 03:00                  | 56    | 0     | 0     | 2      | 0        | 0     | 3     | 61        |
| 03:00 - 04:00                  | 34    | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 2     | 37        |
| 04:00 - 05:00                  | 64    | 0     | 0     | 2      | 0        | 0     | 11    | 77        |
| 05:00 - 06:00                  | 113   | 5     | 6     | 6      | 0        | 0     | 41    | 171       |
| 06:00 - 07:00                  | 245   | 34    | 33    | 14     | 0        | 0     | 69    | 395       |
| 07:00 - 08:00                  | 367   | 55    | 41    | 25     | 1        | 0     | 87    | 576       |
| 08:00 - 09:00                  | 656   | 76    | 64    | 37     | 0        | 0     | 102   | 935       |
| 09:00 - 10:00                  | 578   | 108   | 76    | 48     | 0        | 0     | 111   | 921       |
| 10:00 - 11:00                  | 689   | 122   | 73    | 44     | 2        | 0     | 137   | 1067      |
| 11:00 - 12:00                  | 577   | 131   | 75    | 39     | 0        | 0     | 176   | 998       |
| 12:00 - 13:00                  | 678   | 143   | 86    | 48     | 0        | 0     | 189   | 1144      |
| 13:00 - 14:00                  | 734   | 126   | 77    | 36     | 0        | 1     | 210   | 1184      |
| 14:00 - 15:00                  | 623   | 107   | 61    | 33     | 0        | 0     | 58    | 882       |
| 15:00 - 16:00                  | 622   | 118   | 67    | 21     | 0        | 0     | 119   | 947       |
| 16:00 - 17:00                  | 589   | 123   | 74    | 17     | 0        | 0     | 176   | 979       |
| 17:00 - 18:00                  | 611   | 135   | 76    | 41     | 0        | 0     | 144   | 1007      |
| 18:00 - 19:00                  | 745   | 141   | 77    | 22     | 1        | 0     | 173   | 1159      |
| 19:00 - 20:00                  | 984   | 180   | 73    | 46     | 0        | 0     | 158   | 1441      |
| 20:00 - 21:00                  | 827   | 131   | 79    | 54     | 0        | 2     | 197   | 1290      |
| 21:00 - 22:00                  | 685   | 32    | 71    | 29     | 0        | 0     | 85    | 902       |
| 22:00 - 23:00                  | 325   | 3     | 13    | 12     | 0        | 0     | 43    | 396       |
| 23:00 - 24:00                  | 145   | 0     | 0     | 6      | 0        | 0     | 35    | 186       |
| Volumen Vehicular por Tipo     | 11136 | 1770  | 1122  | 590    | 4        | 3     | 2339  |           |
| Volumen Total                  | 16964 |       |       |        |          |       |       | TPD       |
| Porcentaje                     | 65.6% | 10.4% | 6.6%  | 3.5%   | 0.0%     | 0.0%  | 13.8% |           |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Aforo Vehicular Calle España

| PUNTO : CALLE ESPAÑA (UAJMS) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                | 324  | 3     | 13    | 3      | 0        | 0     | 102  | 445       |
| 07:00 - 08:00                | 356  | 2     | 16    | 2      | 0        | 0     | 156  | 532       |
| 08:00 - 09:00                | 567  | 5     | 18    | 6      | 0        | 0     | 175  | 771       |



|                            |       |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 09:00 - 10:00              | 432   | 6    | 21   | 12   | 0    | 0    | 144   | 615   |
| 10:00 - 11:00              | 476   | 4    | 22   | 5    | 0    | 0    | 167   | 674   |
| 11:00 - 12:00              | 358   | 8    | 24   | 8    | 0    | 0    | 289   | 687   |
| 12:00 - 13:00              | 617   | 7    | 21   | 2    | 0    | 0    | 304   | 951   |
| 13:00 - 14:00              | 543   | 4    | 15   | 4    | 0    | 0    | 177   | 743   |
| 14:00 - 15:00              | 427   | 3    | 17   | 7    | 1    | 0    | 201   | 656   |
| 15:00 - 16:00              | 476   | 6    | 22   | 5    | 0    | 0    | 198   | 707   |
| 16:00 - 17:00              | 521   | 5    | 18   | 9    | 0    | 0    | 178   | 731   |
| 17:00 - 18:00              | 376   | 4    | 17   | 6    | 0    | 0    | 255   | 658   |
| 18:00 - 19:00              | 680   | 7    | 22   | 8    | 1    | 0    | 334   | 1052  |
| 19:00 - 20:00              | 543   | 4    | 19   | 7    | 0    | 0    | 275   | 848   |
| 20:00 - 21:00              | 387   | 2    | 17   | 4    | 0    | 0    | 197   | 607   |
| 21:00 - 22:00              | 321   | 1    | 15   | 2    | 0    | 0    | 98    | 437   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 7404  | 71   | 297  | 90   | 2    | 0    | 3250  | 1.072 |
| Volumen Total              | 11114 |      |      |      |      |      |       | 11912 |
| Porcentaje                 | 66.6% | 0.6% | 2.7% | 0.8% | 0.0% | 0.0% | 29.2% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Aforo Vehicular Av. Alto de la Alianza

| PUNTO : AV. ALTO DE LA ALIANZA (GADA 94) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|------------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                            | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                            | 112  | 11    | 14    | 1      | 2        | 0     | 45   | 185       |
| 07:00 - 08:00                            | 345  | 27    | 17    | 3      | 4        | 0     | 32   | 428       |
| 08:00 - 09:00                            | 267  | 25    | 20    | 5      | 6        | 0     | 55   | 378       |
| 09:00 - 10:00                            | 211  | 21    | 24    | 2      | 1        | 0     | 32   | 291       |
| 10:00 - 11:00                            | 289  | 24    | 22    | 6      | 0        | 0     | 64   | 405       |
| 11:00 - 12:00                            | 377  | 27    | 28    | 5      | 1        | 0     | 76   | 514       |
| 12:00 - 13:00                            | 256  | 31    | 26    | 7      | 0        | 0     | 55   | 375       |
| 13:00 - 14:00                            | 179  | 16    | 12    | 0      | 0        | 0     | 38   | 245       |
| 14:00 - 15:00                            | 245  | 14    | 17    | 6      | 3        | 0     | 49   | 334       |
| 15:00 - 16:00                            | 189  | 28    | 23    | 16     | 0        | 0     | 76   | 332       |
| 16:00 - 17:00                            | 211  | 30    | 25    | 4      | 2        | 0     | 85   | 357       |
| 17:00 - 18:00                            | 314  | 34    | 27    | 8      | 0        | 0     | 76   | 459       |
| 18:00 - 19:00                            | 452  | 31    | 25    | 4      | 4        | 0     | 102  | 618       |
| 19:00 - 20:00                            | 356  | 26    | 24    | 7      | 1        | 0     | 59   | 473       |
| 20:00 - 21:00                            | 266  | 17    | 19    | 3      | 0        | 0     | 88   | 393       |
| 21:00 - 22:00                            | 238  | 8     | 13    | 2      | 1        | 0     | 67   | 329       |

|                            |       |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Volumen Vehicular por Tipo | 4307  | 370  | 336  | 79   | 25   | 0    | 999   | 1.072 |
| Volumen Total              | 6116  |      |      |      |      |      |       | 6555  |
| Porcentaje                 | 70.4% | 6.0% | 5.5% | 1.3% | 0.4% | 0.0% | 16.3% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61. Aforo Vehicular Ruta San Jacinto

| PUNTO : RUTA SAN JACINTO (SETAR TABLADA) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                            | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                            | 76    | 16    | 0     | 3      | 0        | 0     | 25    | 120       |
| 07:00 - 08:00                            | 104   | 25    | 1     | 11     | 0        | 0     | 37    | 178       |
| 08:00 - 09:00                            | 167   | 28    | 0     | 6      | 0        | 0     | 22    | 223       |
| 09:00 - 10:00                            | 198   | 26    | 0     | 7      | 0        | 0     | 19    | 250       |
| 10:00 - 11:00                            | 174   | 31    | 2     | 3      | 0        | 0     | 36    | 246       |
| 11:00 - 12:00                            | 254   | 33    | 0     | 7      | 1        | 0     | 47    | 342       |
| 12:00 - 13:00                            | 112   | 19    | 0     | 6      | 0        | 0     | 51    | 188       |
| 13:00 - 14:00                            | 160   | 12    | 0     | 8      | 0        | 0     | 28    | 208       |
| 14:00 - 15:00                            | 155   | 15    | 1     | 4      | 0        | 0     | 33    | 208       |
| 15:00 - 16:00                            | 233   | 24    | 0     | 13     | 0        | 0     | 27    | 297       |
| 16:00 - 17:00                            | 205   | 29    | 0     | 11     | 1        | 0     | 22    | 268       |
| 17:00 - 18:00                            | 277   | 38    | 0     | 6      | 0        | 0     | 39    | 360       |
| 18:00 - 19:00                            | 336   | 31    | 0     | 18     | 1        | 0     | 58    | 444       |
| 19:00 - 20:00                            | 301   | 26    | 0     | 5      | 0        | 0     | 36    | 368       |
| 20:00 - 21:00                            | 202   | 13    | 0     | 3      | 0        | 0     | 44    | 262       |
| 21:00 - 22:00                            | 278   | 6     | 0     | 8      | 0        | 0     | 35    | 327       |
| Volumen Vehicular por Tipo               | 3232  | 372   | 4     | 119    | 3        | 0     | 559   | 1.072     |
| Volumen Total                            | 4289  |       |       |        |          |       |       | 4597      |
| Porcentaje                               | 75.4% | 8.7%  | 0.1%  | 2.8%   | 0.1%     | 0.0%  | 13.0% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62. Calle 2 (Setar Tablada)

| PUNTO : CALLE 2 (SETAR TABLADA) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|---------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                   | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                   | 103  | 5     | 0     | 3      | 0        | 0     | 27   | 138       |
| 07:00 - 08:00                   | 178  | 7     | 1     | 7      | 0        | 0     | 32   | 225       |
| 08:00 - 09:00                   | 210  | 6     | 0     | 4      | 0        | 0     | 44   | 264       |
| 09:00 - 10:00                   | 165  | 8     | 1     | 2      | 1        | 0     | 38   | 215       |
| 10:00 - 11:00                   | 189  | 6     | 1     | 7      | 0        | 0     | 32   | 235       |

|                            |       |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 11:00 - 12:00              | 201   | 8    | 2    | 3    | 0    | 0    | 46    | 260   |
| 12:00 - 13:00              | 356   | 9    | 0    | 5    | 0    | 0    | 55    | 425   |
| 13:00 - 14:00              | 222   | 7    | 0    | 7    | 0    | 0    | 43    | 279   |
| 14:00 - 15:00              | 256   | 5    | 1    | 3    | 0    | 0    | 58    | 323   |
| 15:00 - 16:00              | 244   | 7    | 0    | 2    | 0    | 0    | 36    | 289   |
| 16:00 - 17:00              | 265   | 8    | 0    | 1    | 1    | 0    | 28    | 303   |
| 17:00 - 18:00              | 356   | 7    | 1    | 6    | 0    | 0    | 68    | 438   |
| 18:00 - 19:00              | 440   | 10   | 0    | 16   | 0    | 0    | 70    | 536   |
| 19:00 - 20:00              | 387   | 7    | 0    | 9    | 0    | 0    | 54    | 457   |
| 20:00 - 21:00              | 326   | 6    | 2    | 5    | 0    | 0    | 33    | 372   |
| 21:00 - 22:00              | 276   | 3    | 1    | 4    | 0    | 0    | 37    | 321   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 4174  | 109  | 10   | 84   | 2    | 0    | 701   | 1.072 |
| Volumen Total              | 5080  |      |      |      |      |      |       | 5445  |
| Porcentaje                 | 82.2% | 2.1% | 0.2% | 1.7% | 0.0% | 0.0% | 13.8% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Bomberos)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (ESTACION DE BOMBEROS) |      |       |        |        |           |       |      |           |
|-----------------------------------------------|------|-------|--------|--------|-----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                                 | Auto | Trufi | Micr o | Camión | Volquet a | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                 | 256  | 35    | 23     | 16     | 3         | 6     | 67   | 406       |
| 07:00 - 08:00                                 | 345  | 89    | 31     | 22     | 5         | 12    | 54   | 558       |
| 08:00 - 09:00                                 | 476  | 101   | 27     | 32     | 12        | 7     | 102  | 757       |
| 09:00 - 10:00                                 | 637  | 154   | 33     | 14     | 6         | 4     | 46   | 894       |
| 10:00 - 11:00                                 | 652  | 166   | 31     | 17     | 4         | 3     | 65   | 938       |
| 11:00 - 12:00                                 | 734  | 157   | 36     | 46     | 2         | 5     | 87   | 1067      |
| 12:00 - 13:00                                 | 721  | 190   | 27     | 35     | 7         | 3     | 134  | 1117      |
| 13:00 - 14:00                                 | 632  | 101   | 15     | 11     | 3         | 2     | 77   | 841       |
| 14:00 - 15:00                                 | 466  | 86    | 26     | 23     | 5         | 1     | 45   | 652       |
| 15:00 - 16:00                                 | 389  | 134   | 32     | 16     | 7         | 5     | 67   | 650       |
| 16:00 - 17:00                                 | 355  | 155   | 35     | 23     | 8         | 1     | 89   | 666       |
| 17:00 - 18:00                                 | 567  | 177   | 31     | 20     | 5         | 7     | 68   | 875       |
| 18:00 - 19:00                                 | 689  | 186   | 38     | 35     | 2         | 9     | 170  | 1129      |
| 19:00 - 20:00                                 | 611  | 102   | 35     | 28     | 3         | 3     | 131  | 913       |
| 20:00 - 21:00                                 | 532  | 65    | 23     | 21     | 2         | 4     | 122  | 769       |
| 21:00 - 22:00                                 | 478  | 45    | 14     | 11     | 1         | 2     | 144  | 695       |
| Volumen Vehicular por Tipo                    | 8540 | 1943  | 457    | 370    | 75        | 74    | 1468 | 1.072     |

|               |       |       |      |      |      |      |       |       |
|---------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| Volumen Total | 12927 |       |      |      |      |      |       | 13856 |
| Porcentaje    | 66.1% | 15.0% | 3.5% | 2.9% | 0.6% | 0.6% | 11.4% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 64. Aforo Vehicular Av. Cnl. Carlos Díaz

| PUNTO : AV. CORONEL CARLOS DIAZ (ESTACION DE BOMBEROS) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                                          | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                          | 48    | 11    | 1     | 9      | 0        | 0     | 15    | 84        |
| 07:00 - 08:00                                          | 32    | 10    | 0     | 15     | 0        | 2     | 12    | 71        |
| 08:00 - 09:00                                          | 55    | 14    | 0     | 12     | 1        | 1     | 18    | 101       |
| 09:00 - 10:00                                          | 101   | 13    | 0     | 16     | 0        | 0     | 21    | 151       |
| 10:00 - 11:00                                          | 92    | 15    | 0     | 24     | 0        | 0     | 15    | 146       |
| 11:00 - 12:00                                          | 152   | 17    | 2     | 17     | 1        | 0     | 16    | 205       |
| 12:00 - 13:00                                          | 85    | 12    | 1     | 32     | 4        | 1     | 19    | 154       |
| 13:00 - 14:00                                          | 52    | 10    | 0     | 17     | 1        | 0     | 27    | 107       |
| 14:00 - 15:00                                          | 77    | 17    | 0     | 8      | 0        | 1     | 23    | 126       |
| 15:00 - 16:00                                          | 95    | 15    | 0     | 11     | 1        | 2     | 28    | 152       |
| 16:00 - 17:00                                          | 128   | 18    | 2     | 7      | 0        | 3     | 25    | 183       |
| 17:00 - 18:00                                          | 178   | 17    | 1     | 5      | 2        | 0     | 31    | 234       |
| 18:00 - 19:00                                          | 192   | 20    | 0     | 12     | 1        | 1     | 40    | 266       |
| 19:00 - 20:00                                          | 188   | 17    | 0     | 25     | 0        | 2     | 37    | 269       |
| 20:00 - 21:00                                          | 145   | 10    | 1     | 10     | 1        | 1     | 32    | 200       |
| 21:00 - 22:00                                          | 116   | 2     | 3     | 5      | 0        | 1     | 14    | 141       |
| Volumen Vehicular por Tipo                             | 1736  | 218   | 11    | 225    | 12       | 15    | 373   | 1.072     |
| Volumen Total                                          | 2590  |       |       |        |          |       |       | 2776      |
| Porcentaje                                             | 67.0% | 8.4%  | 0.4%  | 8.7%   | 0.5%     | 0.6%  | 14.4% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 65. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Comando)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (COMANDO DE LA POLICIA) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                                  | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                  | 210  | 32    | 10    | 1      | 0        | 0     | 54   | 307       |
| 07:00 - 08:00                                  | 356  | 56    | 14    | 3      | 0        | 0     | 67   | 496       |
| 08:00 - 09:00                                  | 367  | 39    | 11    | 8      | 1        | 0     | 88   | 514       |
| 09:00 - 10:00                                  | 388  | 78    | 12    | 3      | 0        | 0     | 77   | 558       |
| 10:00 - 11:00                                  | 354  | 86    | 14    | 2      | 0        | 0     | 102  | 558       |
| 11:00 - 12:00                                  | 366  | 101   | 16    | 1      | 0        | 0     | 111  | 595       |

|                            |       |       |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|
| 12:00 - 13:00              | 410   | 115   | 13   | 4    | 0    | 0    | 104   | 646   |
| 13:00 - 14:00              | 245   | 56    | 9    | 2    | 0    | 0    | 87    | 399   |
| 14:00 - 15:00              | 332   | 94    | 12   | 5    | 1    | 0    | 65    | 509   |
| 15:00 - 16:00              | 367   | 82    | 11   | 3    | 0    | 0    | 104   | 567   |
| 16:00 - 17:00              | 386   | 95    | 10   | 1    | 0    | 0    | 115   | 607   |
| 17:00 - 18:00              | 355   | 104   | 12   | 4    | 0    | 0    | 107   | 582   |
| 18:00 - 19:00              | 460   | 175   | 13   | 1    | 1    | 0    | 128   | 778   |
| 19:00 - 20:00              | 452   | 155   | 11   | 5    | 0    | 0    | 122   | 745   |
| 20:00 - 21:00              | 367   | 147   | 9    | 2    | 0    | 0    | 101   | 626   |
| 21:00 - 22:00              | 312   | 119   | 7    | 1    | 0    | 0    | 85    | 524   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 5727  | 1534  | 184  | 46   | 3    | 0    | 1517  | 1.072 |
| Volumen Total              | 9011  |       |      |      |      |      |       | 9658  |
| Porcentaje                 | 63.6% | 17.0% | 2.0% | 0.5% | 0.0% | 0.0% | 16.8% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 66. Aforo Vehicular Calle Ballivian

| PUNTO : CALLE BALLIVIAN (COMANDO DE LA POLICIA) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|-------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                                   | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                   | 213   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 43    | 257       |
| 07:00 - 08:00                                   | 345   | 2     | 0     | 1      | 0        | 0     | 55    | 403       |
| 08:00 - 09:00                                   | 467   | 1     | 1     | 4      | 1        | 0     | 76    | 550       |
| 09:00 - 10:00                                   | 323   | 1     | 0     | 2      | 0        | 0     | 35    | 361       |
| 10:00 - 11:00                                   | 378   | 2     | 0     | 1      | 0        | 0     | 47    | 428       |
| 11:00 - 12:00                                   | 354   | 4     | 0     | 1      | 0        | 0     | 53    | 412       |
| 12:00 - 13:00                                   | 331   | 1     | 0     | 0      | 0        | 0     | 61    | 393       |
| 13:00 - 14:00                                   | 319   | 2     | 0     | 1      | 0        | 0     | 53    | 375       |
| 14:00 - 15:00                                   | 214   | 3     | 0     | 0      | 0        | 0     | 44    | 261       |
| 15:00 - 16:00                                   | 365   | 1     | 1     | 0      | 1        | 0     | 53    | 421       |
| 16:00 - 17:00                                   | 232   | 2     | 0     | 1      | 0        | 0     | 66    | 301       |
| 17:00 - 18:00                                   | 379   | 1     | 0     | 1      | 0        | 0     | 54    | 435       |
| 18:00 - 19:00                                   | 492   | 2     | 0     | 1      | 0        | 0     | 80    | 575       |
| 19:00 - 20:00                                   | 356   | 1     | 0     | 2      | 0        | 0     | 75    | 434       |
| 20:00 - 21:00                                   | 301   | 1     | 0     | 3      | 0        | 0     | 63    | 368       |
| 21:00 - 22:00                                   | 259   | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 36    | 296       |
| Volumen Vehicular por Tipo                      | 5328  | 25    | 2     | 19     | 2        | 0     | 894   | 1.072     |
| Volumen Total                                   | 6270  |       |       |        |          |       |       | 6720      |
| Porcentaje                                      | 85.0% | 0.4%  | 0.0%  | 0.3%   | 0.0%     | 0.0%  | 14.3% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67. Aforo Vehicular Av. Victor Paz (Campesino)

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (MERCADO CAMPESINO) |       |       |        |        |           |       |       |           |
|--------------------------------------------|-------|-------|--------|--------|-----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                              | Auto  | Trufi | Micr o | Camión | Volquet a | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                              | 267   | 54    | 8      | 5      | 0         | 0     | 102   | 436       |
| 07:00 - 08:00                              | 349   | 68    | 11     | 8      | 4         | 0     | 145   | 585       |
| 08:00 - 09:00                              | 465   | 172   | 15     | 7      | 0         | 0     | 165   | 824       |
| 09:00 - 10:00                              | 434   | 103   | 13     | 4      | 0         | 1     | 135   | 690       |
| 10:00 - 11:00                              | 428   | 154   | 17     | 3      | 1         | 0     | 98    | 701       |
| 11:00 - 12:00                              | 467   | 167   | 15     | 5      | 0         | 0     | 87    | 741       |
| 12:00 - 13:00                              | 502   | 144   | 18     | 1      | 0         | 0     | 125   | 790       |
| 13:00 - 14:00                              | 423   | 104   | 11     | 6      | 0         | 0     | 113   | 657       |
| 14:00 - 15:00                              | 364   | 96    | 14     | 5      | 0         | 0     | 97    | 576       |
| 15:00 - 16:00                              | 254   | 106   | 17     | 2      | 0         | 0     | 165   | 544       |
| 16:00 - 17:00                              | 287   | 155   | 15     | 7      | 0         | 0     | 187   | 651       |
| 17:00 - 18:00                              | 469   | 164   | 19     | 2      | 0         | 0     | 201   | 855       |
| 18:00 - 19:00                              | 488   | 163   | 20     | 4      | 0         | 1     | 220   | 896       |
| 19:00 - 20:00                              | 528   | 134   | 17     | 6      | 0         | 0     | 216   | 901       |
| 20:00 - 21:00                              | 342   | 96    | 20     | 3      | 0         | 0     | 154   | 615       |
| 21:00 - 22:00                              | 310   | 64    | 8      | 2      | 0         | 0     | 123   | 507       |
| Volumen Vehicular por Tipo                 | 6377  | 1944  | 238    | 70     | 5         | 2     | 2333  | 1.072     |
| Volumen Total                              | 10969 |       |        |        |           |       |       | 11757     |
| Porcentaje                                 | 58.1% | 17.7% | 2.2%   | 0.6%   | 0.0%      | 0.0%  | 21.3% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68. Aforo Vehicular Calle Cochabamba

| PUNTO : CALLE COCHABAMBA (MERCADO CAMPESINO) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|----------------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                                | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                | 213  | 25    | 67    | 4      | 0        | 0     | 216  | 525       |
| 07:00 - 08:00                                | 254  | 37    | 85    | 6      | 1        | 0     | 245  | 628       |
| 08:00 - 09:00                                | 365  | 34    | 102   | 16     | 0        | 1     | 253  | 771       |
| 09:00 - 10:00                                | 378  | 32    | 123   | 6      | 0        | 0     | 264  | 803       |
| 10:00 - 11:00                                | 356  | 36    | 115   | 2      | 0        | 0     | 134  | 643       |
| 11:00 - 12:00                                | 419  | 48    | 136   | 6      | 0        | 1     | 156  | 766       |
| 12:00 - 13:00                                | 446  | 45    | 129   | 3      | 2        | 0     | 242  | 867       |
| 13:00 - 14:00                                | 485  | 34    | 110   | 6      | 0        | 0     | 167  | 802       |
| 14:00 - 15:00                                | 216  | 37    | 114   | 3      | 0        | 0     | 246  | 616       |

|                            |       |      |       |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|-------|------|------|------|-------|-------|
| 15:00 - 16:00              | 328   | 35   | 137   | 7    | 0    | 0    | 276   | 783   |
| 16:00 - 17:00              | 277   | 36   | 123   | 3    | 1    | 0    | 257   | 697   |
| 17:00 - 18:00              | 452   | 45   | 136   | 5    | 0    | 1    | 286   | 925   |
| 18:00 - 19:00              | 501   | 48   | 145   | 2    | 0    | 0    | 313   | 1009  |
| 19:00 - 20:00              | 520   | 56   | 160   | 6    | 1    | 1    | 372   | 1116  |
| 20:00 - 21:00              | 434   | 37   | 153   | 2    | 0    | 0    | 243   | 869   |
| 21:00 - 22:00              | 315   | 23   | 64    | 3    | 0    | 0    | 165   | 570   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 5959  | 608  | 1899  | 80   | 5    | 4    | 3835  | 1.072 |
| Volumen Total              | 12390 |      |       |      |      |      |       | 13280 |
| Porcentaje                 | 48.1% | 4.9% | 15.3% | 0.6% | 0.0% | 0.0% | 31.0% |       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69. Aforo Vehicular Calle 29 de junio

| PUNTO : CALLE 29 DE JUNIO (EPI MOTO MENDEZ) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|---------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                               | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                               | 57    | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 21    | 79        |
| 07:00 - 08:00                               | 66    | 0     | 1     | 0      | 2        | 1     | 25    | 95        |
| 08:00 - 09:00                               | 78    | 1     | 0     | 8      | 0        | 0     | 28    | 115       |
| 09:00 - 10:00                               | 85    | 0     | 0     | 5      | 0        | 0     | 15    | 105       |
| 10:00 - 11:00                               | 101   | 0     | 0     | 3      | 1        | 1     | 11    | 117       |
| 11:00 - 12:00                               | 125   | 0     | 0     | 2      | 0        | 0     | 25    | 152       |
| 12:00 - 13:00                               | 136   | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 17    | 154       |
| 13:00 - 14:00                               | 115   | 0     | 1     | 0      | 0        | 1     | 5     | 122       |
| 14:00 - 15:00                               | 84    | 0     | 0     | 0      | 1        | 0     | 10    | 95        |
| 15:00 - 16:00                               | 102   | 1     | 0     | 4      | 0        | 0     | 16    | 123       |
| 16:00 - 17:00                               | 92    | 0     | 0     | 2      | 0        | 1     | 18    | 113       |
| 17:00 - 18:00                               | 113   | 0     | 0     | 1      | 0        | 0     | 12    | 126       |
| 18:00 - 19:00                               | 145   | 0     | 1     | 1      | 1        | 0     | 17    | 165       |
| 19:00 - 20:00                               | 152   | 1     | 0     | 3      | 0        | 1     | 25    | 182       |
| 20:00 - 21:00                               | 118   | 0     | 0     | 6      | 0        | 0     | 22    | 146       |
| 21:00 - 22:00                               | 62    | 0     | 0     | 3      | 0        | 0     | 14    | 79        |
| Volumen Vehicular por Tipo                  | 1631  | 3     | 3     | 40     | 5        | 5     | 281   | 1.072     |
| Volumen Total                               | 1968  |       |       |        |          |       |       | 2109      |
| Porcentaje                                  | 82.9% | 0.2%  | 0.2%  | 2.0%   | 0.3%     | 0.3%  | 14.3% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70. Aforo Vehicular Av. Cap. Castellanos

| PUNTO : AV. CAP. CASTELLANOS (EPI MOTO MENDEZ) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                                  | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                  | 45    | 8     | 4     | 0      | 0        | 0     | 21    | 78        |
| 07:00 - 08:00                                  | 78    | 10    | 5     | 0      | 1        | 1     | 31    | 126       |
| 08:00 - 09:00                                  | 101   | 13    | 7     | 1      | 0        | 0     | 25    | 147       |
| 09:00 - 10:00                                  | 56    | 12    | 5     | 0      | 0        | 0     | 14    | 87        |
| 10:00 - 11:00                                  | 87    | 10    | 7     | 0      | 0        | 0     | 19    | 123       |
| 11:00 - 12:00                                  | 92    | 12    | 6     | 0      | 0        | 1     | 22    | 133       |
| 12:00 - 13:00                                  | 111   | 13    | 8     | 1      | 1        | 0     | 31    | 165       |
| 13:00 - 14:00                                  | 57    | 5     | 5     | 0      | 0        | 0     | 14    | 81        |
| 14:00 - 15:00                                  | 25    | 8     | 3     | 0      | 0        | 0     | 19    | 55        |
| 15:00 - 16:00                                  | 38    | 11    | 5     | 0      | 0        | 0     | 27    | 81        |
| 16:00 - 17:00                                  | 81    | 13    | 6     | 0      | 3        | 1     | 25    | 129       |
| 17:00 - 18:00                                  | 56    | 14    | 4     | 1      | 0        | 0     | 11    | 86        |
| 18:00 - 19:00                                  | 101   | 16    | 7     | 0      | 0        | 0     | 30    | 154       |
| 19:00 - 20:00                                  | 212   | 12    | 8     | 2      | 1        | 2     | 34    | 271       |
| 20:00 - 21:00                                  | 99    | 8     | 6     | 0      | 0        | 0     | 22    | 135       |
| 21:00 - 22:00                                  | 84    | 3     | 4     | 0      | 0        | 0     | 19    | 110       |
| Volumen Vehicular por Tipo                     | 1323  | 168   | 90    | 5      | 6        | 5     | 364   | 1.072     |
| Volumen Total                                  | 1961  |       |       |        |          |       |       | 2102      |
| Porcentaje                                     | 67.5% | 8.6%  | 4.6%  | 0.3%   | 0.3%     | 0.3%  | 18.6% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71. Aforo Vehicular Calle Gral. Andrés de Santa Cruz

| PUNTO : CALLE GRAL. ANDRES DE SANTA CRUZ (SAN JUAN DE DIOS) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|-------------------------------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                                               | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                               | 115  | 8     | 4     | 2      | 0        | 0     | 23   | 152       |
| 07:00 - 08:00                                               | 285  | 12    | 6     | 5      | 1        | 0     | 54   | 363       |
| 08:00 - 09:00                                               | 265  | 15    | 7     | 16     | 0        | 0     | 36   | 339       |
| 09:00 - 10:00                                               | 319  | 17    | 5     | 7      | 0        | 0     | 85   | 433       |
| 10:00 - 11:00                                               | 275  | 15    | 6     | 6      | 0        | 0     | 101  | 403       |
| 11:00 - 12:00                                               | 422  | 20    | 7     | 9      | 0        | 0     | 95   | 553       |
| 12:00 - 13:00                                               | 439  | 17    | 10    | 7      | 2        | 0     | 89   | 564       |
| 13:00 - 14:00                                               | 158  | 9     | 6     | 2      | 0        | 0     | 113  | 288       |
| 14:00 - 15:00                                               | 107  | 7     | 5     | 1      | 0        | 0     | 108  | 228       |
| 15:00 - 16:00                                               | 236  | 10    | 7     | 5      | 0        | 0     | 97   | 355       |
| 16:00 - 17:00                                               | 315  | 16    | 8     | 8      | 1        | 0     | 84   | 432       |



|                            |       |      |      |      |      |      |       |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 17:00 - 18:00              | 310   | 15   | 7    | 6    | 0    | 0    | 77    | 415   |
| 18:00 - 19:00              | 401   | 14   | 9    | 5    | 0    | 0    | 116   | 545   |
| 19:00 - 20:00              | 440   | 18   | 8    | 3    | 1    | 0    | 136   | 606   |
| 20:00 - 21:00              | 268   | 17   | 6    | 1    | 0    | 0    | 105   | 397   |
| 21:00 - 22:00              | 186   | 6    | 4    | 2    | 0    | 0    | 83    | 281   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 4541  | 216  | 105  | 85   | 5    | 0    | 1402  | 1.072 |
| Volumen Total              | 6354  |      |      |      |      |      |       | 6810  |
| Porcentaje                 | 71.5% | 3.4% | 1.7% | 1.3% | 0.1% | 0.0% | 22.1% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Aforo Vehicular Calle 14 de junio

| PUNTO : CALLE 14 DE JUNIO (SAN JUAN DE DIOS) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|----------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                                | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                | 223   | 8     | 1     | 3      | 0        | 0     | 36    | 271       |
| 07:00 - 08:00                                | 345   | 10    | 1     | 5      | 0        | 0     | 89    | 450       |
| 08:00 - 09:00                                | 466   | 12    | 2     | 6      | 1        | 0     | 82    | 569       |
| 09:00 - 10:00                                | 389   | 10    | 3     | 5      | 0        | 0     | 75    | 482       |
| 10:00 - 11:00                                | 412   | 11    | 2     | 3      | 0        | 0     | 86    | 514       |
| 11:00 - 12:00                                | 501   | 15    | 3     | 4      | 0        | 0     | 102   | 625       |
| 12:00 - 13:00                                | 523   | 16    | 4     | 6      | 2        | 0     | 112   | 663       |
| 13:00 - 14:00                                | 328   | 8     | 3     | 2      | 0        | 0     | 107   | 448       |
| 14:00 - 15:00                                | 213   | 7     | 2     | 1      | 0        | 0     | 56    | 279       |
| 15:00 - 16:00                                | 326   | 10    | 1     | 0      | 0        | 0     | 37    | 374       |
| 16:00 - 17:00                                | 358   | 12    | 2     | 8      | 0        | 0     | 95    | 475       |
| 17:00 - 18:00                                | 476   | 10    | 3     | 5      | 1        | 0     | 83    | 578       |
| 18:00 - 19:00                                | 436   | 13    | 2     | 6      | 0        | 0     | 105   | 562       |
| 19:00 - 20:00                                | 552   | 11    | 1     | 3      | 0        | 0     | 110   | 677       |
| 20:00 - 21:00                                | 412   | 8     | 2     | 2      | 0        | 0     | 56    | 480       |
| 21:00 - 22:00                                | 385   | 5     | 1     | 2      | 0        | 0     | 38    | 431       |
| Volumen Vehicular por Tipo                   | 6345  | 166   | 33    | 61     | 4        | 0     | 1269  | 1.072     |
| Volumen Total                                | 7878  |       |       |        |          |       |       | 8444      |
| Porcentaje                                   | 80.5% | 2.1%  | 0.4%  | 0.8%   | 0.1%     | 0.0%  | 16.1% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73. Aforo Vehicular Av. H. de la Independencia

| PUNTO : AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA (PROSALUD) |       |       |       |        |          |       |       |           |
|---------------------------------------------------|-------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-----------|
| Suma por Hora                                     | Auto  | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto  | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                                     | 157   | 21    | 17    | 6      | 0        | 0     | 35    | 236       |
| 07:00 - 08:00                                     | 211   | 33    | 26    | 4      | 2        | 0     | 76    | 352       |
| 08:00 - 09:00                                     | 256   | 36    | 22    | 7      | 1        | 0     | 54    | 376       |
| 09:00 - 10:00                                     | 345   | 31    | 27    | 1      | 0        | 0     | 66    | 470       |
| 10:00 - 11:00                                     | 367   | 37    | 29    | 17     | 0        | 0     | 48    | 498       |
| 11:00 - 12:00                                     | 210   | 35    | 30    | 13     | 1        | 0     | 59    | 348       |
| 12:00 - 13:00                                     | 344   | 44    | 31    | 11     | 0        | 0     | 43    | 473       |
| 13:00 - 14:00                                     | 105   | 40    | 15    | 7      | 0        | 0     | 33    | 200       |
| 14:00 - 15:00                                     | 257   | 21    | 11    | 18     | 2        | 0     | 65    | 374       |
| 15:00 - 16:00                                     | 278   | 28    | 27    | 24     | 0        | 0     | 47    | 404       |
| 16:00 - 17:00                                     | 388   | 33    | 25    | 11     | 0        | 0     | 79    | 536       |
| 17:00 - 18:00                                     | 416   | 37    | 27    | 6      | 0        | 0     | 88    | 574       |
| 18:00 - 19:00                                     | 381   | 35    | 32    | 17     | 1        | 0     | 95    | 561       |
| 19:00 - 20:00                                     | 460   | 30    | 30    | 14     | 0        | 0     | 108   | 642       |
| 20:00 - 21:00                                     | 247   | 24    | 28    | 4      | 0        | 0     | 64    | 367       |
| 21:00 - 22:00                                     | 209   | 11    | 13    | 3      | 0        | 0     | 51    | 287       |
| Volumen Vehicular por Tipo                        | 4631  | 496   | 390   | 163    | 7        | 0     | 1011  | 1.072     |
| Volumen Total                                     | 6698  |       |       |        |          |       |       | 7179      |
| Porcentaje                                        | 69.1% | 6.3%  | 5.0%  | 2.1%   | 0.1%     | 0.0%  | 12.8% | TPD       |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74. Aforo Vehicular Av. Noelia Martínez

| PUNTO : AV. NOELIA MARTINEZ (PROSALUD) |      |       |       |        |          |       |      |           |
|----------------------------------------|------|-------|-------|--------|----------|-------|------|-----------|
| Suma por Hora                          | Auto | Trufi | Micro | Camión | Volqueta | Flota | Moto | Hora Pico |
| 06:00 - 07:00                          | 89   | 21    | 15    | 1      | 0        | 0     | 36   | 162       |
| 07:00 - 08:00                          | 112  | 38    | 27    | 4      | 3        | 0     | 28   | 212       |
| 08:00 - 09:00                          | 156  | 46    | 38    | 3      | 0        | 0     | 21   | 264       |
| 09:00 - 10:00                          | 245  | 51    | 46    | 11     | 0        | 0     | 16   | 369       |
| 10:00 - 11:00                          | 267  | 47    | 44    | 6      | 0        | 0     | 45   | 409       |
| 11:00 - 12:00                          | 310  | 41    | 41    | 1      | 0        | 0     | 33   | 426       |
| 12:00 - 13:00                          | 327  | 44    | 38    | 8      | 2        | 0     | 29   | 448       |
| 13:00 - 14:00                          | 167  | 27    | 26    | 12     | 0        | 0     | 18   | 250       |
| 14:00 - 15:00                          | 106  | 21    | 21    | 8      | 0        | 0     | 26   | 182       |
| 15:00 - 16:00                          | 276  | 38    | 48    | 6      | 1        | 0     | 37   | 406       |
| 16:00 - 17:00                          | 311  | 47    | 45    | 1      | 0        | 0     | 34   | 438       |

|                            |       |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 17:00 - 18:00              | 256   | 49   | 47   | 7    | 0    | 0    | 47   | 406   |
| 18:00 - 19:00              | 334   | 57   | 43   | 3    | 1    | 0    | 55   | 493   |
| 19:00 - 20:00              | 368   | 60   | 52   | 1    | 0    | 0    | 64   | 545   |
| 20:00 - 21:00              | 289   | 43   | 41   | 5    | 1    | 0    | 53   | 432   |
| 21:00 - 22:00              | 276   | 26   | 31   | 2    | 0    | 0    | 39   | 374   |
| Volumen Vehicular por Tipo | 3889  | 656  | 603  | 79   | 8    | 0    | 581  | 1.072 |
| Volumen Total              | 5816  |      |      |      |      |      |      | 6234  |
| Porcentaje                 | 49.4% | 8.3% | 7.7% | 1.0% | 0.1% | 0.0% | 7.4% | TPD   |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.- Congestionamiento Vehicular

#### 3.5.1- Velocidad de punto

Se hizo las mediciones en tramos de 100 metros en cada punto de estudio sacando las velocidades a 10 vehículos aleatorios.

En el caso de Av. Víctor Paz en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se hizo el siguiente procedimiento:

#### VELOCIDAD DE PUNTO

$$V_p = \frac{dx}{dt} = m/s$$

dx= distancia

dt= tiempo

$$V_1 = \frac{100}{23.3} = 4.3 \text{ m/s} \quad V_2 = \frac{100}{20} = 5 \text{ m/s}$$

$$V_3 = \frac{100}{18.9} = 5.3 \text{ m/s} \quad V_4 = \frac{100}{20.8} = 4.8 \text{ m/s}$$

$$V_5 = \frac{100}{18.5} = 5.4 \text{ m/s} \quad V_6 = \frac{100}{8.4} = 12 \text{ m/s}$$

$$V7 = \frac{100}{8.6} = 11.7 \text{ m/s} \quad V8 = \frac{100}{8.1} = 12.4 \text{ m/s}$$

$$V9 = \frac{100}{8.9} = 11.3 \text{ m/s} \quad V10 = \frac{100}{8.2} = 12.2 \text{ m/s}$$

Se obtiene las velocidades en (m/s) se transforma a (km/h) para sacar un promedio de velocidad para poder hallar la densidad vehicular en (veh/km).

Se hizo en mismo cálculo de velocidades en todos los puntos de estudio.

Tabla 75. Velocidades Av. Integración – Calle Membrillos

| PUNTO : AV. DE LA INTEGRACIÓN (TRANSITO) |                  | PUNTO : HOSPITAL OBRERO (CALLE MEMBRILLOS) |                  |
|------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                          | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                            | VELOCIDAD (Km/h) |
| 10                                       | 36               | 7                                          | 25.2             |
| 11                                       | 39.6             | 5                                          | 18               |
| 9                                        | 32.4             | 8                                          | 28.8             |
| 10                                       | 36               | 6.5                                        | 23.4             |
| 6.4                                      | 23.04            | 7.8                                        | 28.08            |
| 7                                        | 25.2             | 6.3                                        | 22.68            |
| 7.5                                      | 27               | 6.9                                        | 24.84            |
| 10.3                                     | 37.08            | 7.1                                        | 25.56            |
| 6.3                                      | 22.68            | 9                                          | 32.4             |
| 6.9                                      | 24.84            | 9.3                                        | 33.48            |
| PROMEDIO (Km/h)                          | 30.38            | PROMEDIO (Km/h)                            | 26.24            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76. Velocidades Av. Potosí – Av. Victor Paz

| PUNTO : HOSPITAL OBRERO (AV. POTOSI) |                  | PUNTO : AV. VICTOR PAZ (SETAR) |                  |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                      | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                | VELOCIDAD (Km/h) |
| 5                                    | 18               | 10                             | 36               |
| 4.3                                  | 15.48            | 8.5                            | 30.6             |
| 3                                    | 10.8             | 7.8                            | 28.08            |
| 5                                    | 18               | 8                              | 28.8             |
| 3                                    | 10.8             | 10.2                           | 36.72            |
| 6.2                                  | 22.32            | 7.9                            | 28.44            |
| 8                                    | 28.8             | 10                             | 36               |

|                 |       |                 |       |
|-----------------|-------|-----------------|-------|
| 3               | 10.8  | 10.4            | 37.44 |
| 4               | 14.4  | 6.9             | 24.84 |
| 3.5             | 12.6  | 9               | 32.4  |
| PROMEDIO (Km/h) | 16.20 | PROMEDIO (Km/h) | 31.93 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 77. Velocidades Av. Victor Paz

| PUNTO : AEROPUERTO |                  | PUNTO : AV. VICTOR PAZ (UAJMS) |                  |
|--------------------|------------------|--------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)    | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                | VELOCIDAD (Km/h) |
| 7                  | 25.2             | 4.3                            | 15.48            |
| 6.9                | 24.84            | 5                              | 18               |
| 8.4                | 30.24            | 5.3                            | 19.08            |
| 9.2                | 33.12            | 4.8                            | 17.28            |
| 10.1               | 36.36            | 5.4                            | 19.44            |
| 6                  | 21.6             | 12                             | 43.2             |
| 6.7                | 24.12            | 11.7                           | 42.12            |
| 6.9                | 24.84            | 12.4                           | 44.64            |
| 7.2                | 25.92            | 11.3                           | 40.68            |
| 8                  | 28.8             | 12.2                           | 43.92            |
| PROMEDIO (Km/h)    | 27.50            | PROMEDIO (Km/h)                | 30.38            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 78. Velocidades Av. Alto de la Alianza – Ruta San Jacinto

| PUNTO : AV. ALTO DE LA ALIANZA (GADA 94) |                  | PUNTO : RUTA SAN JACINTO (SETAR TABLADA) |                  |
|------------------------------------------|------------------|------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                          | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                          | VELOCIDAD (Km/h) |
| 7                                        | 25.2             | 9                                        | 32.4             |
| 8.2                                      | 29.52            | 8.8                                      | 31.68            |
| 9                                        | 32.4             | 10                                       | 36               |
| 9.3                                      | 33.48            | 10.2                                     | 36.72            |
| 11                                       | 39.6             | 8.7                                      | 31.32            |
| 6                                        | 21.6             | 9.5                                      | 34.2             |
| 7.9                                      | 28.44            | 9.4                                      | 33.84            |
| 9.5                                      | 34.2             | 10.6                                     | 38.16            |
| 8.4                                      | 30.24            | 8.6                                      | 30.96            |
| 7                                        | 25.2             | 11                                       | 39.6             |
| PROMEDIO (Km/h)                          | 29.99            | PROMEDIO (Km/h)                          | 34.49            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 79. Velocidades Calle Santa Cruz – Calle 14 de junio

| PUNTO : CALLE GRAL. SANTA CRUZ<br>(S.J.DIOS) |                     |
|----------------------------------------------|---------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                              | VELOCIDAD<br>(Km/h) |
| 6.4                                          | 23.04               |
| 7.3                                          | 26.28               |
| 7                                            | 25.2                |
| 6.8                                          | 24.48               |
| 6.5                                          | 23.4                |
| 7                                            | 25.2                |
| 7.4                                          | 26.64               |
| 6.9                                          | 24.84               |
| 6.5                                          | 23.4                |
| 8.2                                          | 29.52               |
| PROMEDIO (Km/h)                              | 25.20               |

| PUNTO : CALLE 14 DE JUNIO (SAN<br>JUAN DE DIOS) |                     |
|-------------------------------------------------|---------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                                 | VELOCIDAD<br>(Km/h) |
| 7.5                                             | 27                  |
| 6.3                                             | 22.68               |
| 7.8                                             | 28.08               |
| 8.4                                             | 30.24               |
| 5.2                                             | 18.72               |
| 6.8                                             | 24.48               |
| 7.5                                             | 27                  |
| 7.9                                             | 28.44               |
| 7.3                                             | 26.28               |
| 6                                               | 21.6                |
| PROMEDIO (Km/h)                                 | 25.45               |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80. Velocidades Av. Nueva Terminal – Av. Victor Paz

| PUNTO : AV. NUEVA TERMINAL<br>(TERMINAL) |                      |
|------------------------------------------|----------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                          | VELOCIDA<br>D (Km/h) |
| 9.4                                      | 33.84                |
| 8.8                                      | 31.68                |
| 10.2                                     | 36.72                |
| 11                                       | 39.6                 |
| 10.5                                     | 37.8                 |
| 11.5                                     | 41.4                 |
| 9.7                                      | 34.92                |
| 9                                        | 32.4                 |
| 10.5                                     | 37.8                 |
| 9.6                                      | 34.56                |
| PROMEDIO (Km/h)                          | 36.07                |

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (ESTACION DE<br>BOMBEROS) |                      |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                                  | VELOCIDA<br>D (Km/h) |
| 10.1                                             | 36.36                |
| 11                                               | 39.6                 |
| 11.4                                             | 41.04                |
| 12                                               | 43.2                 |
| 10.4                                             | 37.44                |
| 9.4                                              | 33.84                |
| 8.6                                              | 30.96                |
| 10.2                                             | 36.72                |
| 12.5                                             | 45                   |
| 11.6                                             | 41.76                |
| PROMEDIO (Km/h)                                  | 38.59                |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81. Velocidades Av. Victor Paz – Av. Cnl. Carlos Díaz

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ<br>(MORROS BLANCOS) |                      |
|--------------------------------------------|----------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                            | VELOCIDA<br>D (Km/h) |
| 8.2                                        | 29.52                |
| 9.3                                        | 33.48                |
| 9                                          | 32.4                 |
| 10.2                                       | 36.72                |
| 10.5                                       | 37.8                 |

| PUNTO : AV. CORONEL CARLOS DIAZ<br>(ESTACION DE BOMBEROS) |                      |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                                           | VELOCIDA<br>D (Km/h) |
| 6.5                                                       | 23.4                 |
| 6.8                                                       | 24.48                |
| 7                                                         | 25.2                 |
| 7.4                                                       | 26.64                |
| 7.6                                                       | 27.36                |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 9.7             | 34.92 |
| 9               | 32.4  |
| 10              | 36    |
| 11.2            | 40.32 |
| 11.6            | 41.76 |
| PROMEDIO (Km/h) | 35.53 |

|                 |       |
|-----------------|-------|
| 8               | 28.8  |
| 6.4             | 23.04 |
| 7               | 25.2  |
| 7.4             | 26.64 |
| 8.9             | 32.04 |
| PROMEDIO (Km/h) | 26.28 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 82. Calle España – Av. Victor Paz

| PUNTO : CALLE ESPAÑA (UAJMS) |                  |
|------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)              | VELOCIDAD (Km/h) |
| 6.3                          | 22.68            |
| 6                            | 21.6             |
| 5.7                          | 20.52            |
| 6.8                          | 24.48            |
| 7                            | 25.2             |
| 6.9                          | 24.84            |
| 5                            | 18               |
| 6.7                          | 24.12            |
| 7                            | 25.2             |
| 7.1                          | 25.56            |
| PROMEDIO (Km/h)              | 23.22            |

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (COMANDO DE LA POLICIA) |                  |
|------------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                                | VELOCIDAD (Km/h) |
| 7.2                                            | 25.92            |
| 6.8                                            | 24.48            |
| 6.9                                            | 24.84            |
| 7.2                                            | 25.92            |
| 7.5                                            | 27               |
| 5                                              | 18               |
| 6.6                                            | 23.76            |
| 7.3                                            | 26.28            |
| 6.3                                            | 22.68            |
| 4.6                                            | 16.56            |
| PROMEDIO (Km/h)                                | 23.54            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 83. Velocidades Calle 2 – Calle Ballivián

| PUNTO : CALLE 2 (SETAR TABLADA) |                  |
|---------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                 | VELOCIDAD (Km/h) |
| 9.6                             | 34.56            |
| 8.9                             | 32.04            |
| 10.5                            | 37.8             |
| 11.2                            | 40.32            |
| 12                              | 43.2             |
| 11.3                            | 40.68            |
| 10                              | 36               |
| 9.6                             | 34.56            |
| 9                               | 32.4             |
| 10.5                            | 37.8             |

| PUNTO : CALLE BALLIVIAN (COMANDO DE LA POLICIA) |                  |
|-------------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                                 | VELOCIDAD (Km/h) |
| 5.4                                             | 19.44            |
| 6.7                                             | 24.12            |
| 6.3                                             | 22.68            |
| 6                                               | 21.6             |
| 6.8                                             | 24.48            |
| 6.3                                             | 22.68            |
| 7.2                                             | 25.92            |
| 7.1                                             | 25.56            |
| 6                                               | 21.6             |
| 5.3                                             | 19.08            |

|                 |       |                 |       |
|-----------------|-------|-----------------|-------|
| PROMEDIO (Km/h) | 36.94 | PROMEDIO (Km/h) | 22.72 |
|-----------------|-------|-----------------|-------|

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 84. Velocidades Av. Fuerza Aérea – Calle 2

| PUNTO : AV FUERZA AEREA (AEROPUERTO) |                  | PUNTO : CALLE 2 (TERMINAL) |                  |
|--------------------------------------|------------------|----------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                      | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)            | VELOCIDAD (Km/h) |
| 5                                    | 18               | 7                          | 25.2             |
| 6.3                                  | 22.68            | 8.6                        | 30.96            |
| 5.4                                  | 19.44            | 9.4                        | 33.84            |
| 5                                    | 18               | 9.6                        | 34.56            |
| 6.7                                  | 24.12            | 9.2                        | 33.12            |
| 5.2                                  | 18.72            | 10.5                       | 37.8             |
| 6.4                                  | 23.04            | 11                         | 39.6             |
| 5.7                                  | 20.52            | 11.6                       | 41.76            |
| 7.6                                  | 27.36            | 11.3                       | 40.68            |
| 6.4                                  | 23.04            | 12.5                       | 45               |
| PROMEDIO (Km/h)                      | 21.49            | PROMEDIO (Km/h)            | 36.25            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 85. Velocidades Av. Victor Paz – Av. Noelia Martinez

| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (MERCADO CAMPESINO) |                  | PUNTO : AV. NOELIA MARTINEZ (PROSALUD) |                  |
|--------------------------------------------|------------------|----------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                            | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                        | VELOCIDAD (Km/h) |
| 8.2                                        | 29.52            | 6.8                                    | 24.48            |
| 8.7                                        | 31.32            | 7.5                                    | 27               |
| 8.5                                        | 30.6             | 7.3                                    | 26.28            |
| 9                                          | 32.4             | 8.2                                    | 29.52            |
| 8.6                                        | 30.96            | 8                                      | 28.8             |
| 9.4                                        | 33.84            | 7.9                                    | 28.44            |
| 9.2                                        | 33.12            | 7.4                                    | 26.64            |
| 8.7                                        | 31.32            | 9.6                                    | 34.56            |
| 8                                          | 28.8             | 10                                     | 36               |
| 10.2                                       | 36.72            | 5.7                                    | 20.52            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 86. Velocidades Calle Cochabamba – Av. H. de la Independencia

| PUNTO : CALLE COCHABAMBA (M. CAMPESINO) |                  | PUNTO : AV. H. DE LA INDEPENDENCIA (PROSALUD) |                  |
|-----------------------------------------|------------------|-----------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                         | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                               | VELOCIDAD (Km/h) |
| 5.5                                     | 19.8             | 8.2                                           | 29.52            |
| 5.8                                     | 20.88            | 8.7                                           | 31.32            |



|                 |       |                 |       |
|-----------------|-------|-----------------|-------|
| 5.7             | 20.52 | 9               | 32.4  |
| 5               | 18    | 9.5             | 34.2  |
| 6.3             | 22.68 | 10.4            | 37.44 |
| 6               | 21.6  | 7.4             | 26.64 |
| 6.7             | 24.12 | 8.7             | 31.32 |
| 6.9             | 24.84 | 9.6             | 34.56 |
| 7               | 25.2  | 8.5             | 30.6  |
| 7.4             | 26.64 | 11              | 39.6  |
| PROMEDIO (Km/h) | 22.43 | PROMEDIO (Km/h) | 32.76 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 87. Velocidades Calle 29 de junio – Av. Cap. Castellanos

| PUNTO : CALLE 29 DE JUNIO (EPI MOTO MENDEZ) |                  | PUNTO : AV. CAP. CASTELLANOS (EPI MOTO MENDEZ) |                  |
|---------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------|------------------|
| VELOCIDAD (m/s)                             | VELOCIDAD (Km/h) | VELOCIDAD (m/s)                                | VELOCIDAD (Km/h) |
| 8.5                                         | 30.6             | 5.4                                            | 19.44            |
| 7.8                                         | 28.08            | 6.7                                            | 24.12            |
| 8.8                                         | 31.68            | 6.9                                            | 24.84            |
| 9.1                                         | 32.76            | 7.2                                            | 25.92            |
| 7.6                                         | 27.36            | 5.4                                            | 19.44            |
| 8.4                                         | 30.24            | 6.8                                            | 24.48            |
| 9                                           | 32.4             | 7.3                                            | 26.28            |
| 9.6                                         | 34.56            | 7.1                                            | 25.56            |
| 5.6                                         | 20.16            | 7                                              | 25.2             |
| 4.9                                         | 17.64            | 5.3                                            | 19.08            |
| PROMEDIO (Km/h)                             | 28.55            | PROMEDIO (Km/h)                                | 23.44            |

Fuente: Elaboración Propia

Obteniendo las velocidades promedio se puede realizar el cálculo de la Densidad Vehicular donde:

$$DV = \frac{I}{V}$$

En el caso de Av. Víctor Paz en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho se hizo el siguiente procedimiento:

$$DV = \frac{1441}{30.38} = 47 \text{ Veh/km}$$

Se hizo el mismo el cálculo en todos los puntos de estudio.

Tabla 88. Densidad Vehicular

| PUNTOS DE ESTUDIO                                     | Intensidad<br>(Veh/h) | Densidad Vehicular<br>(Veh/km) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| PUNTO : AV. DE LA INTEGRACION<br>(TRANSITO)           | 963                   | 32                             |
| PUNTO : HOSPITAL OBRERO (AV.<br>POTOSI)               | 436                   | 27                             |
| PUNTO : HOSPITAL OBRERO (CALLE<br>MEMBRILLOS)         | 526                   | 20                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (SETAR)                        | 1054                  | 33                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ<br>(AEROPUERTO)                | 1118                  | 41                             |
| PUNTO : AV. NUEVA TERMINAL<br>(TERMINAL)              | 726                   | 20                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (MORROS<br>BLANCOS)            | 1096                  | 31                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (UAJMS)                        | 1441                  | 47                             |
| PUNTO : CALLE ESPAÑA (UAJMS)                          | 1052                  | 45                             |
| PUNTO : AV. ALTO DE LA ALIANZA<br>(GADA 94)           | 618                   | 21                             |
| PUNTO : RUTA SAN JACINTO (SETAR<br>TABLADA)           | 444                   | 16                             |
| PUNTO : CALLE 2 (SETAR TABLADA)                       | 536                   | 15                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (ESTACION DE<br>BOMBEROS)      | 1129                  | 29                             |
| PUNTO: AV. CRL. CARLOS DIAZ<br>(ESTACION DE BOMBEROS) | 269                   | 10                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (COMANDO DE<br>LA POLICIA)     | 778                   | 33                             |
| PUNTO : CALLE BALLIVIAN (COMANDO<br>DE LA POLICIA)    | 575                   | 25                             |
| PUNTO : AV. VICTOR PAZ (MERCADO<br>CAMPEÑO)           | 901                   | 28                             |
| PUNTO : CALLE COCHABAMBA<br>(MERCADO CAMPEÑO)         | 1116                  | 50                             |
| PUNTO : CALLE 29 DE JUNIO (EPI MOTO<br>MENDEZ)        | 182                   | 6                              |
| PUNTO : AV. CAP. CASTELLANOS (EPI<br>MOTO MENDEZ)     | 271                   | 12                             |
| PUNTO : CALLE GRAL. SANTA CRUZ<br>(SAN JUAN DE DIOS)  | 606                   | 24                             |
| PUNTO : CALLE 14 DE JUNIO (SAN JUAN<br>DE DIOS)       | 677                   | 27                             |
| PUNTO : AV FUERZA AEREA<br>(AEROPUERTO)               | 420                   | 20                             |
| PUNTO : CALLE 2 (TERMINAL)                            | 499                   | 14                             |

|                                                   |     |    |
|---------------------------------------------------|-----|----|
| PUNTO : AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA (PROSALUD) | 642 | 20 |
| PUNTO : AV. NOELIA MARTINEZ (PROSALUD)            | 545 | 19 |

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.- Deslizamiento

Tomando en cuenta que la Norma ISO 31000 también nos permite hacer una clasificación cualitativa se optó por seleccionar taludes que estén dentro o cerca de la infraestructura vial principal de la Ciudad de Tarija.

Se realizó un procedimiento cualitativo de cuatro taludes dentro de la zona urbana de la Ciudad de Tarija, haciendo análisis visual de los taludes para determinar el estado en el que se encuentran:

*Figura 22. Talud Av. Panamericana*



*Figura 23. Talud Av. Oscar Vargas Molina*



Fuente: Elaboración Propia

*Figura 24. Talud Ruta San Jacinto*



*Figura 25. Talud Av. H. de la Independencia*



Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 89. Taludes de la Zona Urbana*

| Nro. | VIA                            | ESTADO DE TALUD |
|------|--------------------------------|-----------------|
|      |                                | DESLIZAMIENTO   |
| 1    | AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA | MEDIA           |
| 2    | AV. PANAMERICANA               | ALTA            |
| 3    | ruta a San Jacinto             | ALTA            |
| 4    | AV. OSCAR VARGAS MOLINA        | ALTA            |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Clasificación de Taludes

|         |                         |         |          |      |
|---------|-------------------------|---------|----------|------|
| 1       | ESTADO DE TALUD         |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD            |         |          |      |
|         | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                    |         |          |      |
|         | MODERADO                |         |          |      |
| 2       | CRITICO                 |         | ATENCIÓN |      |
|         | ESTADO DE TALUD         |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD            |         |          |      |
|         | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                    |         |          |      |
| 3       | MODERADO                |         |          |      |
|         | CRITICO                 | URGENTE |          |      |
|         | ESTADO DE TALUD         |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD            |         |          |      |
|         | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
| 4       | BAJO                    |         |          |      |
|         | MODERADO                |         |          |      |
|         | CRITICO                 | URGENTE |          |      |
|         | ESTADO DE TALUD         |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD            |         |          |      |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                    |         |          |      |
|         | MODERADO                |         |          |      |
|         | CRITICO                 | URGENTE |          |      |
|         | ESTADO DE TALUD         |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD            |         |          |      |
|         | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                    |         |          |      |
|         | MODERADO                |         |          |      |
|         | CRITICO                 | URGENTE |          |      |

Fuente: Norma ISO 31000

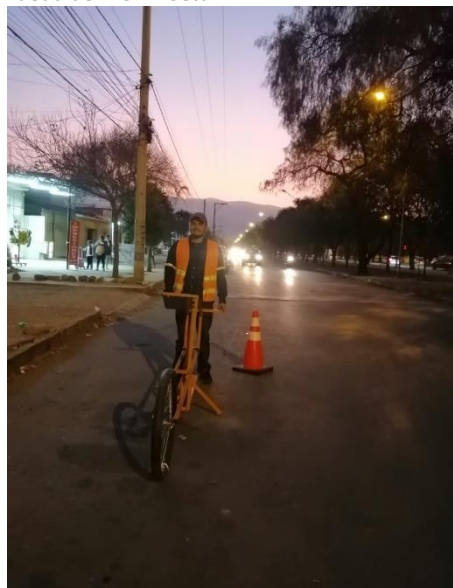
### 3.7.- Afectación en el Pavimento (IRI)

Se realizó el levantamiento de datos en todos los puntos de estudio utilizando la metodología de la Rueda de Merlín en los accesos principales de cada edificación esencial de la Ciudad de Tarija.

*Figura 26. Rueda de Merlín H. Obrero*

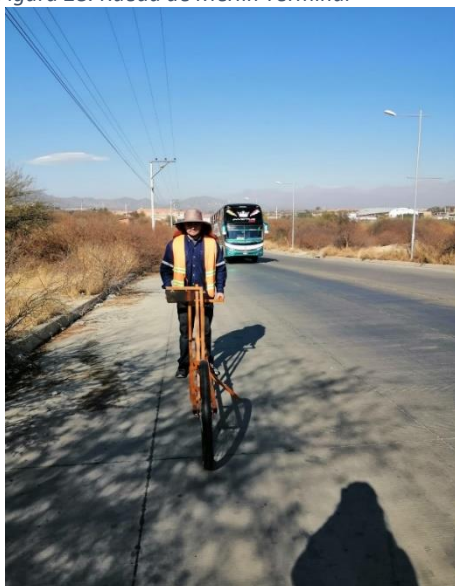


*Figura 27. Rueda de Merlín Setar*



Fuente: Elaboración Propia

*Figura 28. Rueda de Merlín Terminal*



*Figura 29. H Obrero*



Fuente: Elaboración Propia

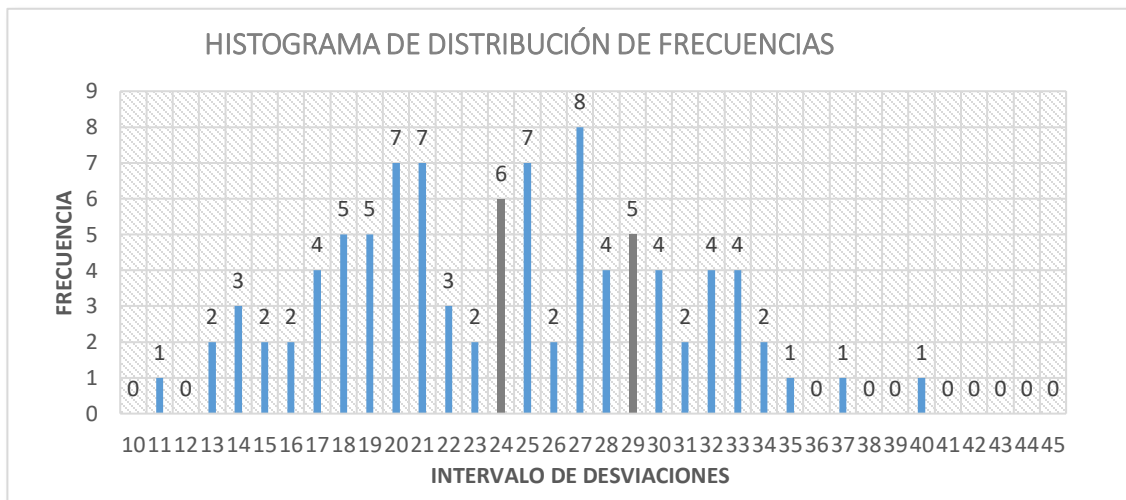
## Datos de campo con la Rueda Merlín Av. Nueva Terminal (Terminal)

*Tabla 91. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Nueva Terminal*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 32 | 20 | 29 | 27 | 21 |
| 2  | 19 | 17 | 17 | 27 | 19 |
| 3  | 28 | 27 | 16 | 21 | 20 |
| 4  | 27 | 40 | 33 | 28 | 18 |
| 5  | 31 | 20 | 14 | 24 | 29 |
| 6  | 30 | 24 | 13 | 34 | 21 |
| 7  | 19 | 14 | 25 | 17 | 21 |
| 8  | 19 | 27 | 33 | 24 | 37 |
| 9  | 15 | 25 | 30 | 11 | 14 |
| 10 | 22 | 27 | 32 | 32 | 33 |
| 11 | 21 | 24 | 25 | 35 | 26 |
| 12 | 18 | 29 | 19 | 13 | 30 |
| 13 | 26 | 23 | 24 | 25 | 28 |
| 14 | 22 | 20 | 22 | 21 | 31 |
| 15 | 25 | 18 | 15 | 25 |    |
| 16 | 27 | 30 | 24 | 18 |    |
| 17 | 16 | 20 | 34 | 33 |    |
| 18 | 29 | 18 | 20 | 25 |    |
| 19 | 21 | 28 | 29 | 20 |    |
| 20 | 17 | 23 | 32 | 27 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 30. Histograma intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 30 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 40, menor de 11, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.



### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(6 - (-33))}{6} + 4 + \frac{(5 - (-9))}{5} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 66.5 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 54.97333333 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.18 \text{ m/km}$$

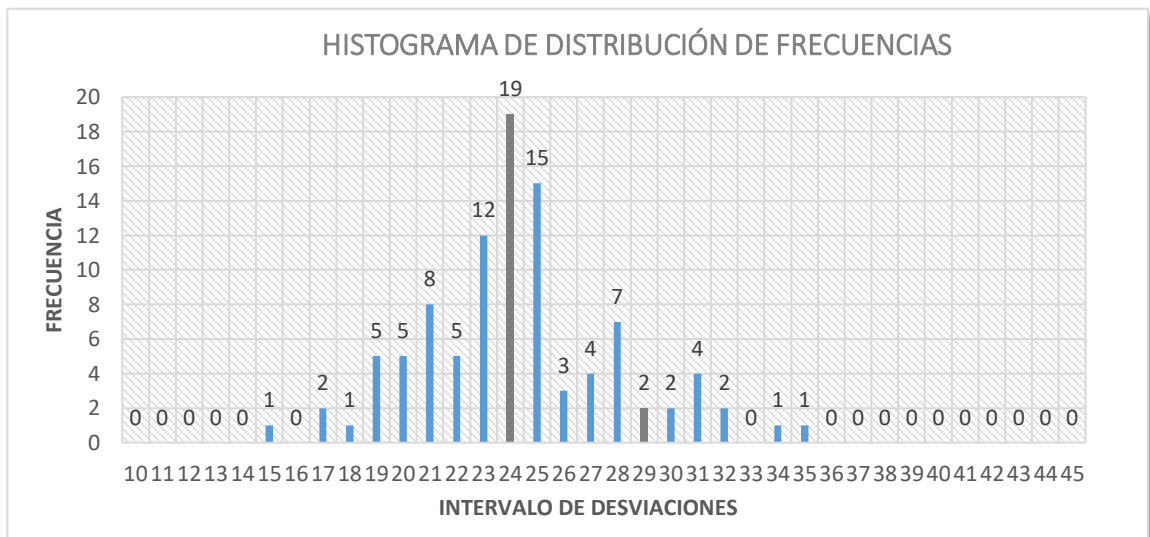
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Alto de la Alianza (Gada 94)

*Tabla 92. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Alto de la Alianza*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 32 | 21 | 22 | 27 | 24 |
| 2  | 24 | 25 | 17 | 24 | 25 |
| 3  | 23 | 27 | 23 | 19 | 24 |
| 4  | 34 | 24 | 28 | 24 | 21 |
| 5  | 31 | 17 | 20 | 25 | 21 |
| 6  | 23 | 28 | 25 | 23 | 28 |
| 7  | 24 | 19 | 19 | 23 | 20 |
| 8  | 18 | 24 | 25 | 24 | 24 |
| 9  | 27 | 26 | 23 | 22 | 20 |
| 10 | 28 | 30 | 31 | 23 | 23 |
| 11 | 25 | 23 | 31 | 21 | 22 |
| 12 | 32 | 29 | 26 | 23 | 25 |
| 13 | 24 | 28 | 24 | 31 | 25 |
| 14 | 25 | 22 | 20 | 24 | 25 |
| 15 | 25 | 24 | 28 | 20 | 24 |
| 16 | 28 | 27 | 15 | 24 | 22 |
| 17 | 23 | 19 | 19 | 23 | 26 |
| 18 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 |
| 19 | 25 | 25 | 25 | 24 | 35 |
| 20 | 29 | 30 | 24 | 25 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 31. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 31 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 35, menor de 15, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.



### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(19 - (-29))}{7} + 4 + \frac{(2 - 0)}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 37.6315789 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 31.10877193 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.06 \text{ m/km}$$

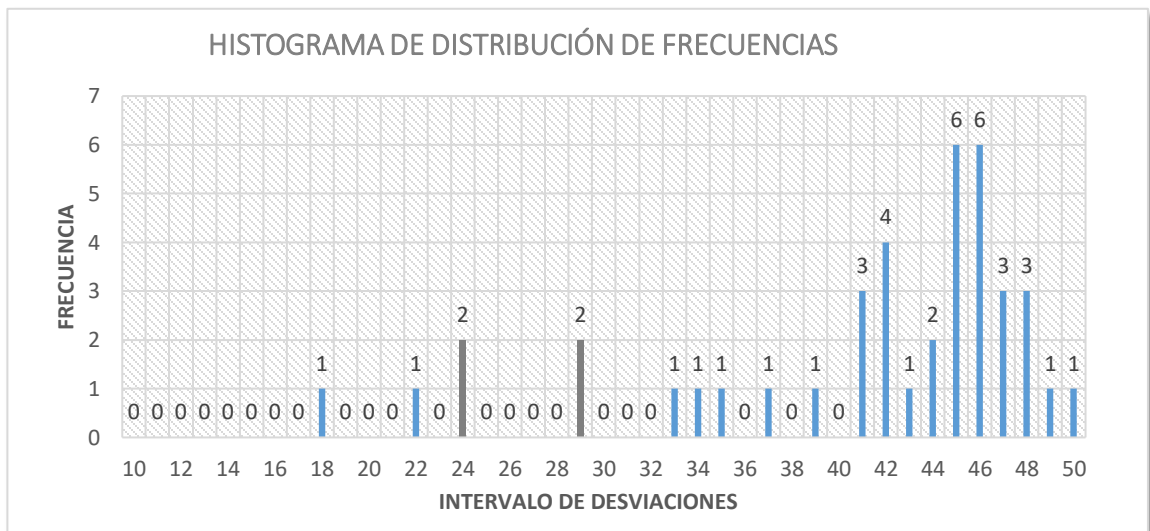
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Capitán Castellanos (Epi Moto Méndez)

Tabla 93. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Cap. Castellanos

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 47 | 43 | 22 |
| 2  | 42 | 37 |    |
| 3  | 45 | 45 |    |
| 4  | 44 | 49 |    |
| 5  | 34 | 45 |    |
| 6  | 29 | 35 |    |
| 7  | 39 | 46 |    |
| 8  | 47 | 45 |    |
| 9  | 46 | 45 |    |
| 10 | 48 | 46 |    |
| 11 | 29 | 50 |    |
| 12 | 41 | 48 |    |
| 13 | 46 | 47 |    |
| 14 | 46 | 18 |    |
| 15 | 45 | 41 |    |
| 16 | 48 | 46 |    |
| 17 | 44 | 42 |    |
| 18 | 41 | 42 |    |
| 19 | 24 | 33 |    |
| 20 | 42 | 24 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 32 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 50, menor de 18, rango medio de 0 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

**Cálculo de Rango D**

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(2 - 8)}{2} + 4 + \frac{(2 - (-25))}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 72.5 \text{ mm}$$

**Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

**Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 59.93333333 \text{ mm}$$

**Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.42 \text{ m/km}$$

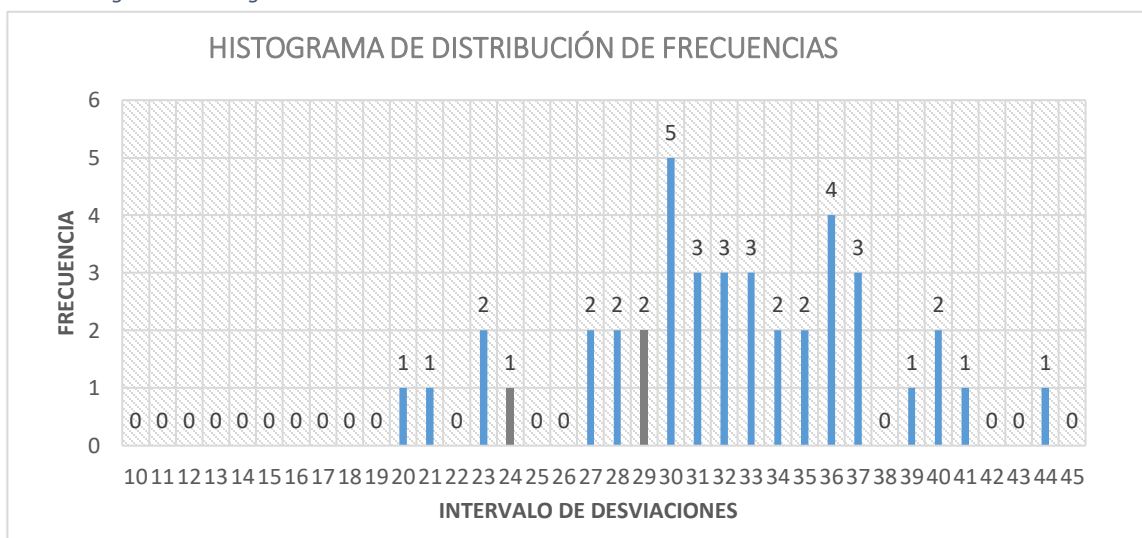
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Cnl. Carlos Díaz (Bomberos)

Tabla 94. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Cnl. Carlos Díaz

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 30 | 23 | 34 |
| 2  | 36 | 30 |    |
| 3  | 35 | 35 |    |
| 4  | 28 | 37 |    |
| 5  | 33 | 27 |    |
| 6  | 32 | 29 |    |
| 7  | 32 | 36 |    |
| 8  | 27 | 21 |    |
| 9  | 37 | 29 |    |
| 10 | 28 | 36 |    |
| 11 | 24 | 31 |    |
| 12 | 30 | 40 |    |
| 13 | 37 | 41 |    |
| 14 | 30 | 20 |    |
| 15 | 33 | 31 |    |
| 16 | 32 | 40 |    |
| 17 | 34 | 31 |    |
| 18 | 39 | 23 |    |
| 19 | 30 | 44 |    |
| 20 | 36 | 33 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33. Histograma de intervalos de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 33 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 44, menor de 20, rango medio de 2 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - 6)}{1} + 2 + \frac{(2 - (-20))}{19} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 40 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 33.06666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.15 \text{ m/km}$$

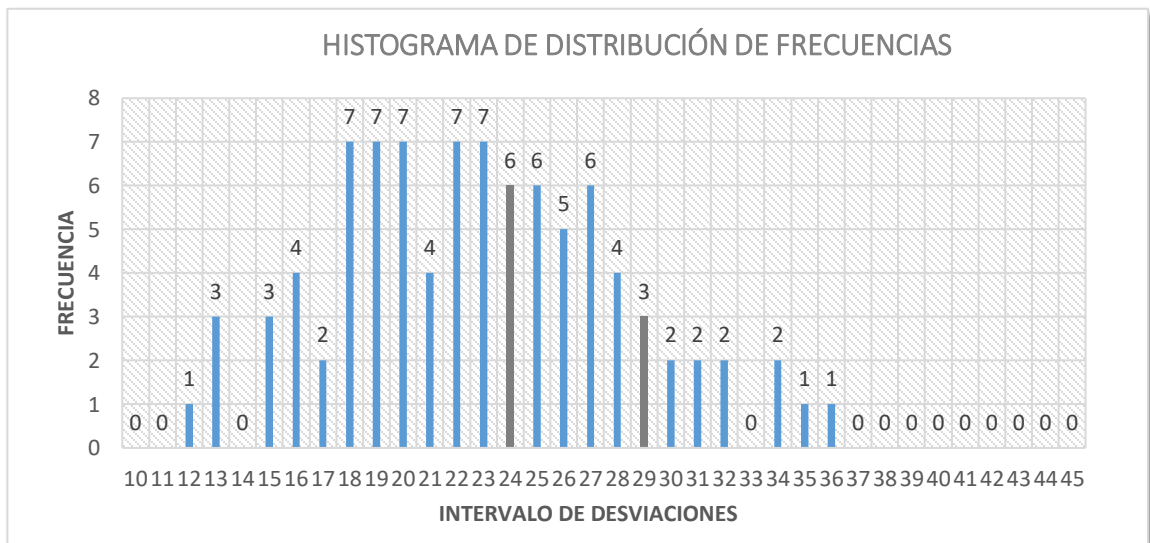
## Datos de campo con la Rueda Merlín (Av. De la Integración)

*Tabla 95. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. De la Integración*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 23 | 31 | 19 | 36 | 27 |
| 2  | 27 | 23 | 16 | 15 | 20 |
| 3  | 17 | 16 | 18 | 25 | 24 |
| 4  | 32 | 22 | 19 | 26 | 26 |
| 5  | 22 | 27 | 23 | 26 | 20 |
| 6  | 15 | 19 | 19 | 27 | 21 |
| 7  | 19 | 22 | 20 | 28 | 34 |
| 8  | 19 | 18 | 35 | 26 | 20 |
| 9  | 25 | 25 | 32 | 26 | 13 |
| 10 | 13 | 27 | 30 | 28 | 20 |
| 11 | 16 | 25 | 12 | 29 | 34 |
| 12 | 16 | 24 | 30 | 24 | 25 |
| 13 | 18 | 15 | 29 | 24 |    |
| 14 | 17 | 19 | 21 | 22 |    |
| 15 | 18 | 21 | 25 | 24 |    |
| 16 | 13 | 21 | 23 | 23 |    |
| 17 | 18 | 18 | 23 | 24 |    |
| 18 | 20 | 22 | 28 | 28 |    |
| 19 | 22 | 23 | 31 | 29 |    |
| 20 | 22 | 18 | 20 | 27 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 34. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 34 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 36, menor de 12, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(6 - (-42))}{6} + 4 + \frac{(3 - 0)}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 65 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 53.73333333 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.12 \text{ m/km}$$

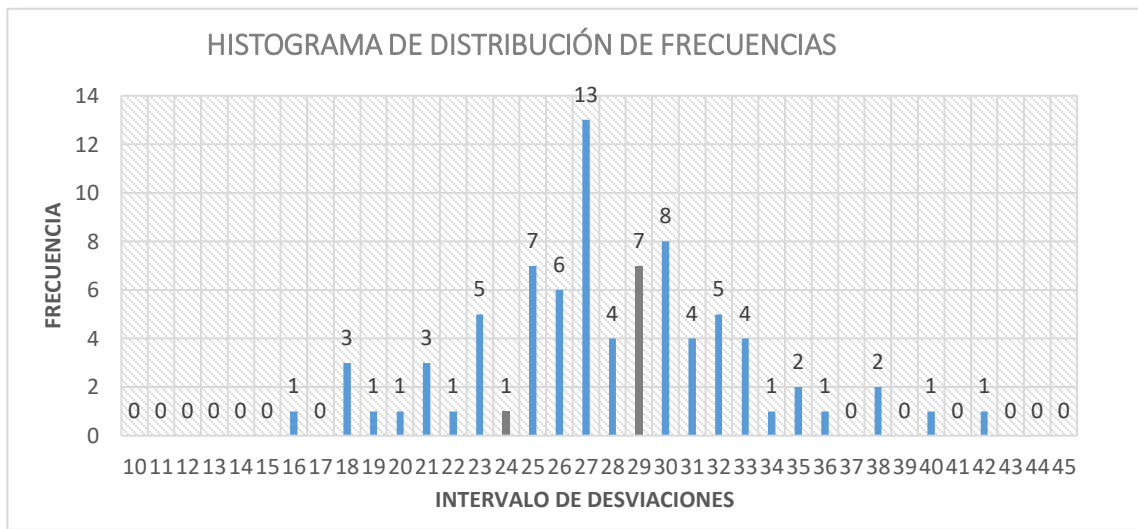
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (Aeropuerto)

*Tabla 96. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Aeropuerto)*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 19 | 29 | 42 | 26 | 40 |
| 2  | 27 | 27 | 26 | 33 | 38 |
| 3  | 29 | 32 | 25 | 27 |    |
| 4  | 27 | 18 | 38 | 28 |    |
| 5  | 26 | 28 | 30 | 27 |    |
| 6  | 27 | 20 | 27 | 27 |    |
| 7  | 23 | 29 | 32 | 30 |    |
| 8  | 30 | 21 | 32 | 33 |    |
| 9  | 24 | 25 | 31 | 30 |    |
| 10 | 25 | 35 | 25 | 25 |    |
| 11 | 29 | 33 | 30 | 31 |    |
| 12 | 27 | 26 | 25 | 28 |    |
| 13 | 31 | 23 | 27 | 29 |    |
| 14 | 23 | 30 | 32 | 22 |    |
| 15 | 18 | 18 | 27 | 36 |    |
| 16 | 27 | 29 | 35 | 16 |    |
| 17 | 21 | 25 | 27 | 21 |    |
| 18 | 23 | 33 | 34 | 26 |    |
| 19 | 29 | 23 | 32 | 30 |    |
| 20 | 28 | 26 | 30 | 31 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 35. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 35 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 42, menor de 16, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.



### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - (-5))}{1} + 4 + \frac{(7 - (-19))}{7} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 68.57 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 56.68571429 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.26 \text{ m/km}$$

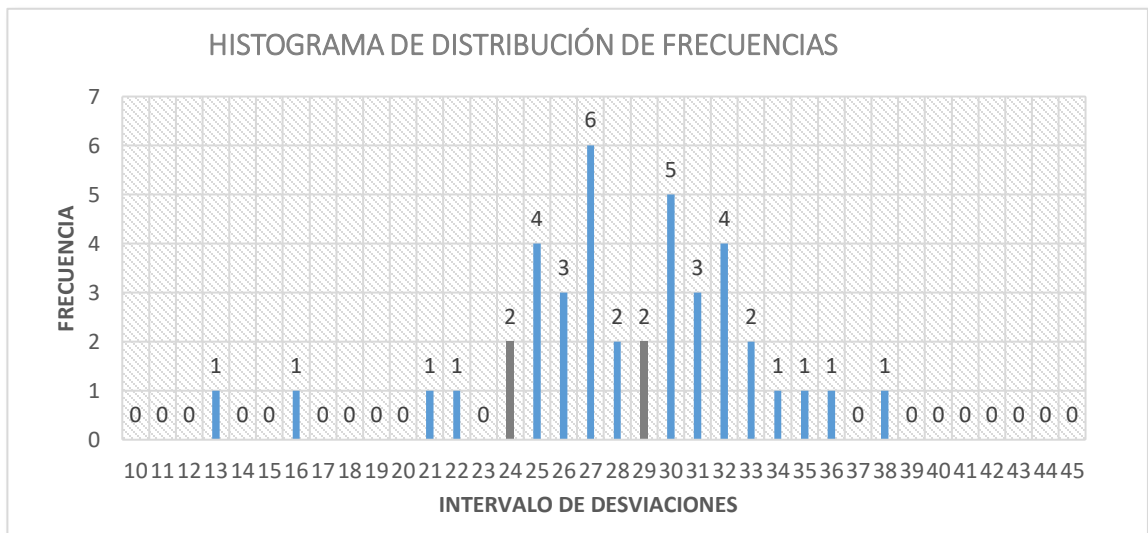
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Fuerza Aérea (Aeropuerto)

Tabla 97. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Fuerza Aérea

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 26 | 33 | 13 |
| 2  | 25 | 27 |    |
| 3  | 38 | 28 |    |
| 4  | 30 | 27 |    |
| 5  | 27 | 27 |    |
| 6  | 32 | 16 |    |
| 7  | 32 | 33 |    |
| 8  | 31 | 30 |    |
| 9  | 25 | 25 |    |
| 10 | 30 | 31 |    |
| 11 | 25 | 28 |    |
| 12 | 27 | 29 |    |
| 13 | 32 | 22 |    |
| 14 | 27 | 36 |    |
| 15 | 35 | 24 |    |
| 16 | 24 | 21 |    |
| 17 | 34 | 26 |    |
| 18 | 32 | 30 |    |
| 19 | 30 | 31 |    |
| 20 | 26 | 29 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 36. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 36 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 38, menor de 13, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(2 - 6)}{2} + 4 + \frac{(2 - (-8))}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 35 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 28.93333333 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.96 \text{ m/km}$$

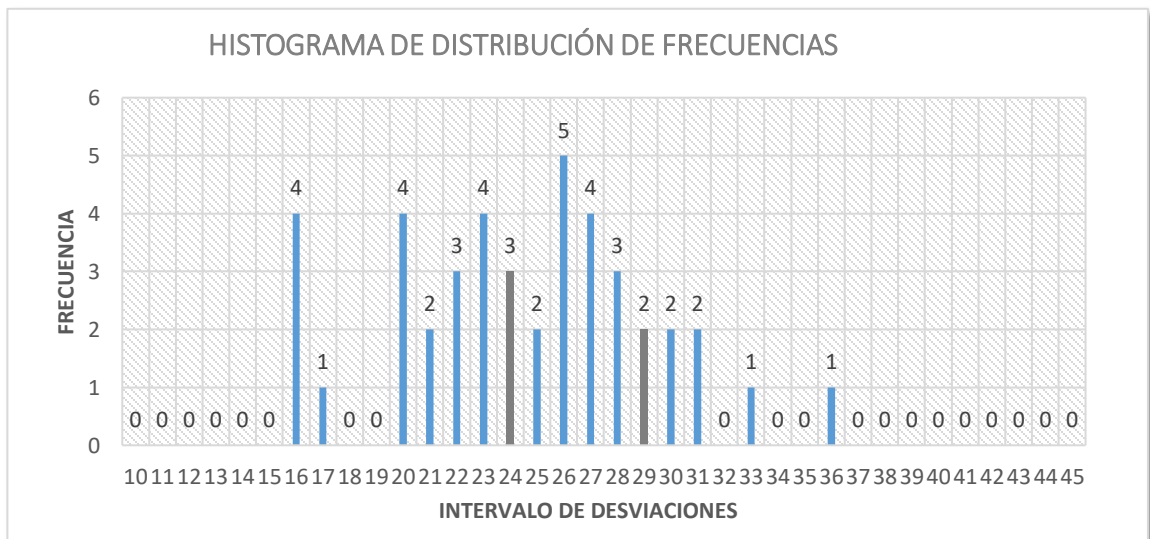
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. H. de la Independencia (Prosalud)

Tabla 98. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. H. de la Independencia

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 30 | 29 | 23 |
| 2  | 23 | 27 | 25 |
| 3  | 22 | 27 | 22 |
| 4  | 16 | 20 |    |
| 5  | 22 | 28 |    |
| 6  | 26 | 20 |    |
| 7  | 27 | 17 |    |
| 8  | 20 | 27 |    |
| 9  | 26 | 16 |    |
| 10 | 21 | 25 |    |
| 11 | 24 | 28 |    |
| 12 | 30 | 31 |    |
| 13 | 24 | 23 |    |
| 14 | 26 | 21 |    |
| 15 | 31 | 33 |    |
| 16 | 16 | 26 |    |
| 17 | 24 | 26 |    |
| 18 | 36 | 29 |    |
| 19 | 23 | 16 |    |
| 20 | 28 | 20 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 37. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 37 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 36, menor de 16, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(3 - (-8))}{3} + 4 + \frac{(2 - 4)}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 33.33 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 27.55555556 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.89 \text{ m/km}$$

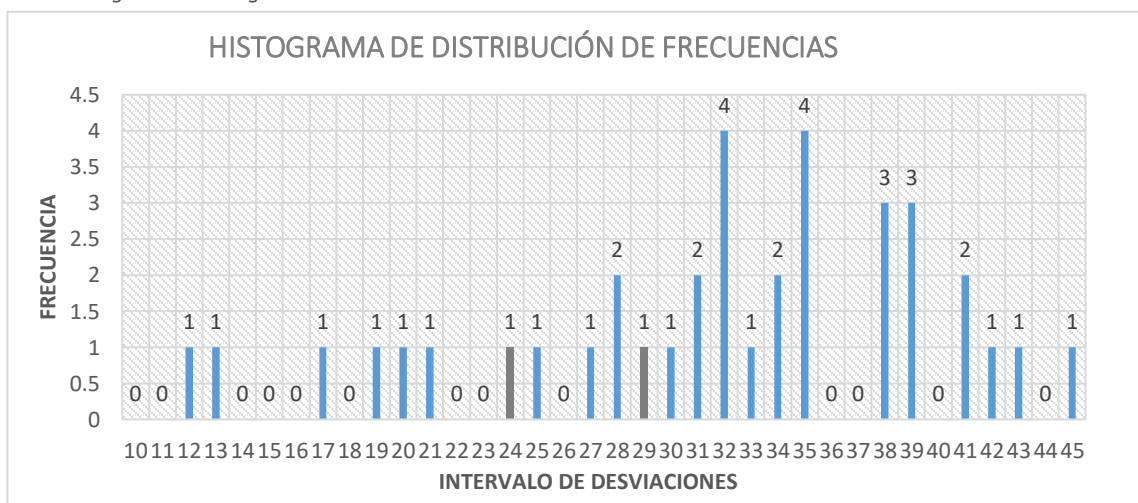
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Noelia Martínez (Prosalud)

*Tabla 99. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Noelia Martínez*

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 50 | 29 | 32 |
| 2  | 42 | 38 | 31 |
| 3  | 20 | 24 | 35 |
| 4  | 25 | 45 |    |
| 5  | 30 | 21 |    |
| 6  | 41 | 38 |    |
| 7  | 43 | 32 |    |
| 8  | 31 | 27 |    |
| 9  | 17 | 38 |    |
| 10 | 34 | 13 |    |
| 11 | 50 | 8  |    |
| 12 | 32 | 35 |    |
| 13 | 3  | 33 |    |
| 14 | 50 | 32 |    |
| 15 | 39 | 41 |    |
| 16 | 28 | 39 |    |
| 17 | 19 | 34 |    |
| 18 | 50 | 35 |    |
| 19 | 12 | 28 |    |
| 20 | 35 | 39 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 38. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 38 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 45, menor de 12, rango medio de 3 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - 4)}{1} + 3 + \frac{(1 - (-15))}{1} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 80 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 66.13333333 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.71 \text{ m/km}$$

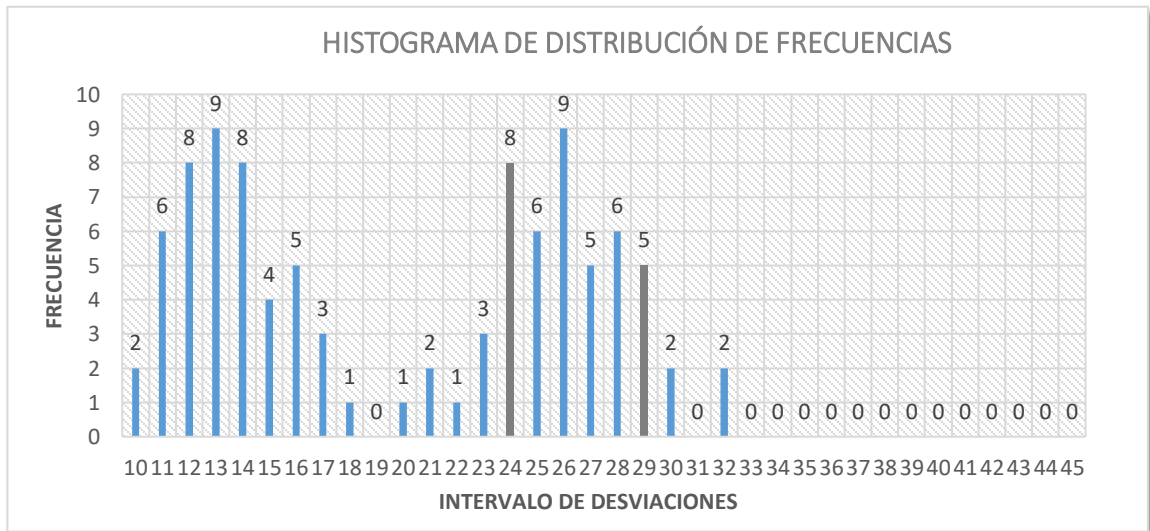
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Potosí (Hospital Obrero)

*Tabla 100. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Potosí*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 22 | 25 | 21 | 14 | 14 |
| 2  | 24 | 30 | 26 | 14 | 12 |
| 3  | 24 | 28 | 26 | 13 | 15 |
| 4  | 25 | 28 | 24 | 13 | 20 |
| 5  | 27 | 30 | 29 | 13 | 16 |
| 6  | 27 | 27 | 24 | 11 | 24 |
| 7  | 28 | 26 | 23 | 14 | 11 |
| 8  | 25 | 29 | 25 | 11 | 14 |
| 9  | 23 | 23 | 12 | 16 | 12 |
| 10 | 28 | 28 | 14 | 12 | 13 |
| 11 | 29 | 32 | 16 | 12 | 17 |
| 12 | 21 | 26 | 14 | 10 | 13 |
| 13 | 25 | 26 | 13 | 18 | 17 |
| 14 | 32 | 24 | 16 | 13 | 12 |
| 15 | 27 | 26 | 13 | 10 | 11 |
| 16 | 24 | 25 | 15 | 12 | 11 |
| 17 | 29 | 29 | 13 | 12 |    |
| 18 | 27 | 28 | 16 | 14 |    |
| 19 | 26 | 24 | 17 | 15 |    |
| 20 | 26 | 26 | 11 | 15 |    |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 39. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 39 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 32, menor de 10, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.



**Cálculo de Rango D**

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(8 - (-43))}{8} + 4 + \frac{(5 - 6)}{5} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 50.88 \text{ mm}$$

**Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

|                     |
|---------------------|
| fc = 0.826666667 mm |
|---------------------|

**Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

|                     |
|---------------------|
| Dc = 42.05666667 mm |
|---------------------|

**Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

|                                            |
|--------------------------------------------|
| I. R. I. = 0,593 + 0,0471 * D <sub>c</sub> |
|--------------------------------------------|

|                   |
|-------------------|
| I.R.I.= 2.57 m/km |
|-------------------|

Tabla 101. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Membrillos

Fuente: Elaboración Propia

### HISTOGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS

El histograma muestra la frecuencia de los intervalos de desviaciones. El eje horizontal (X) representa los intervalos de desviaciones, y el eje vertical (Y) representa la frecuencia. La distribución es unimodal y se centra en el intervalo 21-22, que tiene la mayor frecuencia de 13. Los intervalos 20-21 y 22-23 tienen frecuencias de 12 y 11, respectivamente. Los intervalos 23-24 y 24-25 tienen frecuencias de 10 y 11, respectivamente. Los intervalos 25-26 y 26-27 tienen frecuencias de 7 y 5, respectivamente. Los intervalos 27-28 y 28-29 tienen frecuencias de 1 y 2, respectivamente. Los intervalos 29-30 y 30-31 tienen frecuencias de 4 y 0, respectivamente. Los intervalos 31-32 y 32-33 tienen frecuencias de 1 y 1, respectivamente. Los intervalos 33-34 y 34-35 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente. Los intervalos 35-36 y 36-37 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente. Los intervalos 37-38 y 38-39 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente. Los intervalos 39-40 y 40-41 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente. Los intervalos 41-42 y 42-43 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente. Los intervalos 43-44 y 44-45 tienen frecuencias de 0 y 0, respectivamente.

| Intervalo de Desviaciones | Frecuencia |
|---------------------------|------------|
| 10-11                     | 0          |
| 11-12                     | 0          |
| 12-13                     | 0          |
| 13-14                     | 1          |
| 14-15                     | 0          |
| 15-16                     | 1          |
| 16-17                     | 1          |
| 17-18                     | 2          |
| 18-19                     | 2          |
| 19-20                     | 3          |
| 20-21                     | 12         |
| 21-22                     | 13         |
| 22-23                     | 11         |
| 23-24                     | 10         |
| 24-25                     | 11         |
| 25-26                     | 7          |
| 26-27                     | 5          |
| 27-28                     | 1          |
| 28-29                     | 2          |
| 29-30                     | 4          |
| 30-31                     | 0          |
| 31-32                     | 1          |
| 32-33                     | 1          |
| 33-34                     | 0          |
| 34-35                     | 0          |
| 35-36                     | 0          |
| 36-37                     | 0          |
| 37-38                     | 0          |
| 38-39                     | 0          |
| 39-40                     | 0          |
| 40-41                     | 0          |
| 41-42                     | 0          |
| 42-43                     | 0          |
| 43-44                     | 0          |
| 44-45                     | 0          |

Interpretación: en la figura 40 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 32, menor de 13, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

## 104

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(11 - (-43))}{11} + 4 + \frac{(4 - 8)}{4} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 41.36 \text{ mm}$$

#### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 34.19393939 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I.R.I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.20 \text{ m/km}$$

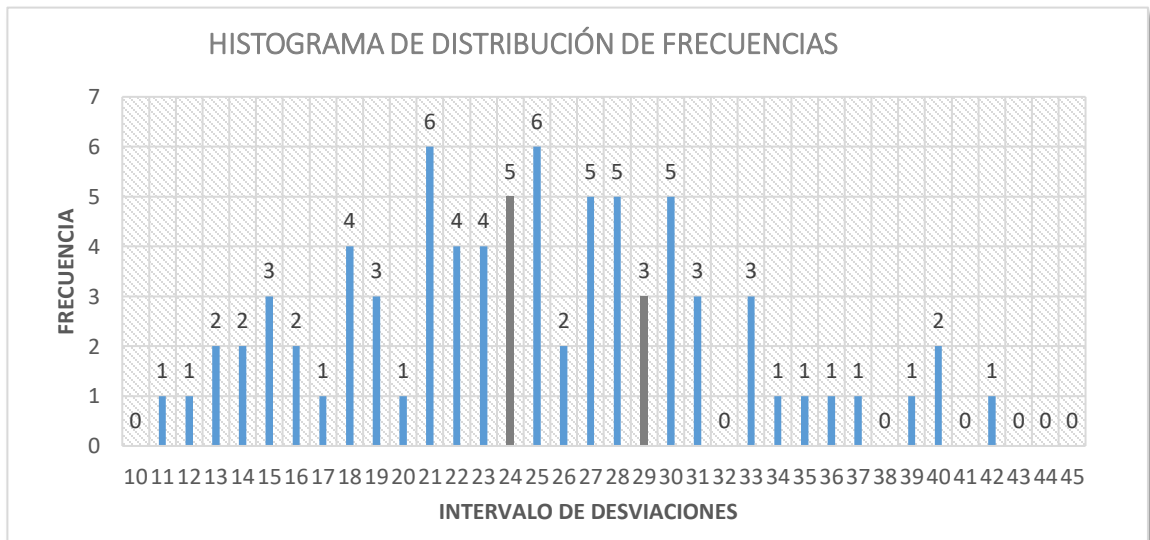
Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle Torrecillas (Terminal)

Tabla 102. Datos Obtenidos Rueda de Merlin Calle Torrecillas

|    | 1  | 2  | 3  | 4  |
|----|----|----|----|----|
| 1  | 28 | 13 | 29 | 15 |
| 2  | 27 | 24 | 30 | 18 |
| 3  | 13 | 21 | 21 | 37 |
| 4  | 25 | 27 | 33 | 30 |
| 5  | 22 | 19 | 28 | 23 |
| 6  | 22 | 14 | 21 | 42 |
| 7  | 18 | 31 | 25 | 21 |
| 8  | 25 | 20 | 34 | 24 |
| 9  | 19 | 15 | 23 | 29 |
| 10 | 31 | 25 | 27 | 28 |
| 11 | 11 | 14 | 23 | 16 |
| 12 | 18 | 19 | 22 | 28 |
| 13 | 28 | 16 | 33 | 27 |
| 14 | 15 | 22 | 40 | 25 |
| 15 | 17 | 26 | 31 | 29 |
| 16 | 27 | 25 | 30 | 33 |
| 17 | 12 | 24 | 26 | 21 |
| 18 | 30 | 21 | 36 | 40 |
| 19 | 24 | 39 | 23 | 30 |
| 20 | 18 | 24 | 35 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 41. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 41 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 42, menor de 11, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

#### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]_{106}$$

$$D = \left( \frac{(5 - (-24))}{5} + 4 + \frac{(3 - (-9))}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 69 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 57.04 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I.R.I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.28 \text{ m/km}$$

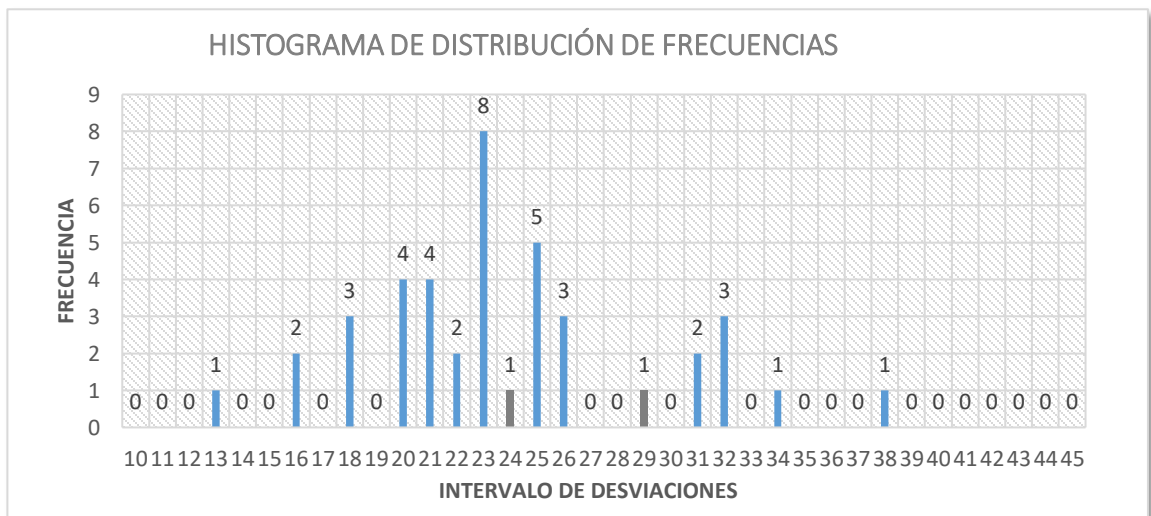
Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle 29 de junio (Epi Moto Méndez)

*Tabla 103. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 29 de junio*

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 20 | 26 | 18 |
| 2  | 25 | 31 |    |
| 3  | 20 | 29 |    |
| 4  | 25 | 21 |    |
| 5  | 32 | 23 |    |
| 6  | 23 | 23 |    |
| 7  | 23 | 22 |    |
| 8  | 23 | 18 |    |
| 9  | 21 | 25 |    |
| 10 | 32 | 31 |    |
| 11 | 24 | 32 |    |
| 12 | 26 | 23 |    |
| 13 | 26 | 20 |    |
| 14 | 21 | 21 |    |
| 15 | 20 | 23 |    |
| 16 | 16 | 38 |    |
| 17 | 23 | 25 |    |
| 18 | 16 | 25 |    |
| 19 | 13 | 22 |    |
| 20 | 18 | 34 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 42. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 42 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 38, menor de 13, rango medio de 2 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - (-14))}{1} + 2 + \frac{(1 - 3)}{1} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 65 \text{ mm}$$

#### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 62 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I.R.I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 3.51 \text{ m/km}$$

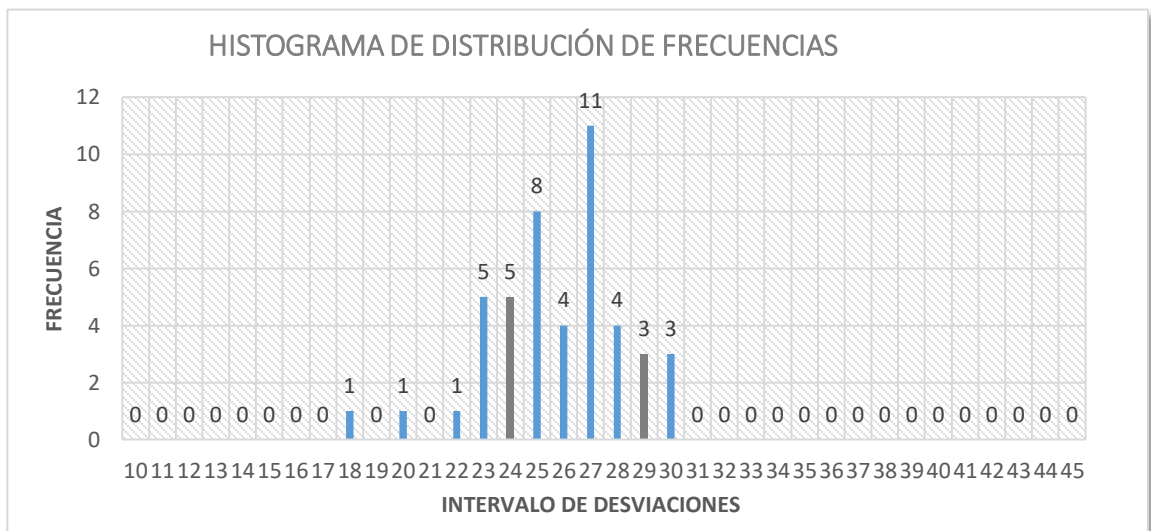
Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (Bomberos)

Tabla 104. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Víctor Paz (Bomberos)

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 24 | 28 | 27 |
| 2  | 25 | 26 | 23 |
| 3  | 24 | 23 | 24 |
| 4  | 27 | 28 | 25 |
| 5  | 24 | 23 | 18 |
| 6  | 25 | 25 | 28 |
| 7  | 30 | 26 |    |
| 8  | 27 | 27 |    |
| 9  | 23 | 27 |    |
| 10 | 25 | 27 |    |
| 11 | 23 | 25 |    |
| 12 | 29 | 27 |    |
| 13 | 20 | 30 |    |
| 14 | 27 | 28 |    |
| 15 | 22 | 26 |    |
| 16 | 24 | 27 |    |
| 17 | 25 | 29 |    |
| 18 | 26 | 25 |    |
| 19 | 30 | 27 |    |
| 20 | 29 | 27 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 43. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 43 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 30, menor de 18, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.

#### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

110



$$D = \left( \frac{(5 - 2)}{5} + 4 + \frac{(3 - 7)}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 16.33 \text{ mm}$$

#### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 13.50222222 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.23 \text{ m/km}$$

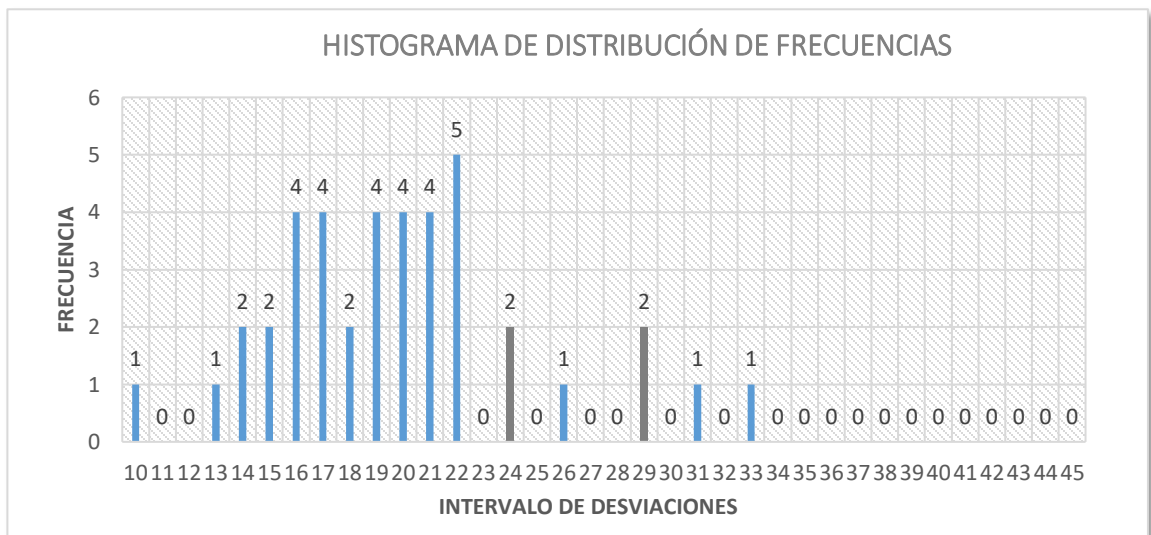
Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (Comando)

*Tabla 105. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Víctor Paz (Comando)*

|    | 1  | 2  |
|----|----|----|
| 1  | 26 | 20 |
| 2  | 18 | 17 |
| 3  | 17 | 33 |
| 4  | 22 | 17 |
| 5  | 22 | 21 |
| 6  | 24 | 16 |
| 7  | 24 | 20 |
| 8  | 16 | 21 |
| 9  | 16 | 14 |
| 10 | 10 | 19 |
| 11 | 29 | 18 |
| 12 | 13 | 20 |
| 13 | 15 | 15 |
| 14 | 19 | 22 |
| 15 | 17 | 19 |
| 16 | 22 | 16 |
| 17 | 19 | 14 |
| 18 | 20 | 21 |
| 19 | 29 | 22 |
| 20 | 21 | 31 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 44. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 44 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 30, menor de 18, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.

#### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(2 - (-25))}{2} + 1 + \frac{(2 - 8)}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 57.5 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 47.53333333 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.83 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle Ballivián (Comando)

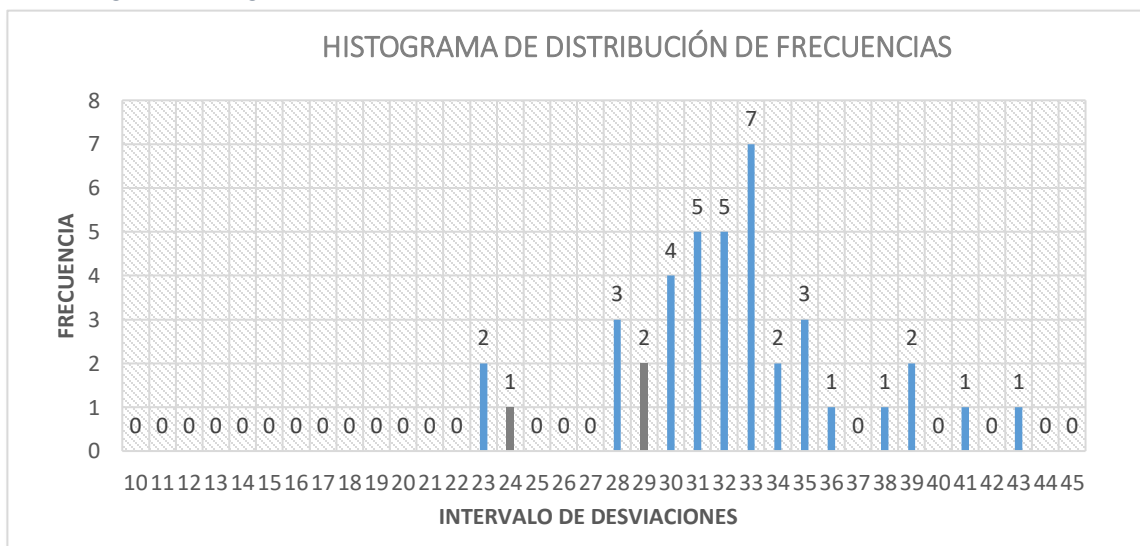
Tabla 106. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Ballivián

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | 1 | 2 |
|--|---|---|

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 31 | 30 |
| 2  | 30 | 32 |
| 3  | 28 | 33 |
| 4  | 28 | 23 |
| 5  | 33 | 39 |
| 6  | 35 | 34 |
| 7  | 33 | 32 |
| 8  | 43 | 29 |
| 9  | 35 | 35 |
| 10 | 36 | 31 |
| 11 | 32 | 28 |
| 12 | 32 | 39 |
| 13 | 31 | 23 |
| 14 | 31 | 24 |
| 15 | 30 | 33 |
| 16 | 31 | 30 |
| 17 | 41 | 33 |
| 18 | 33 | 33 |
| 19 | 32 | 29 |
| 20 | 34 | 38 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 45. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 45 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 43, menor de 23, rango medio de 1 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(1 - 8)}{1} + 1 + \frac{(2 - (-22))}{2} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 24.8 \text{ mm}$$

### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I.R.I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.76 \text{ m/km}$$

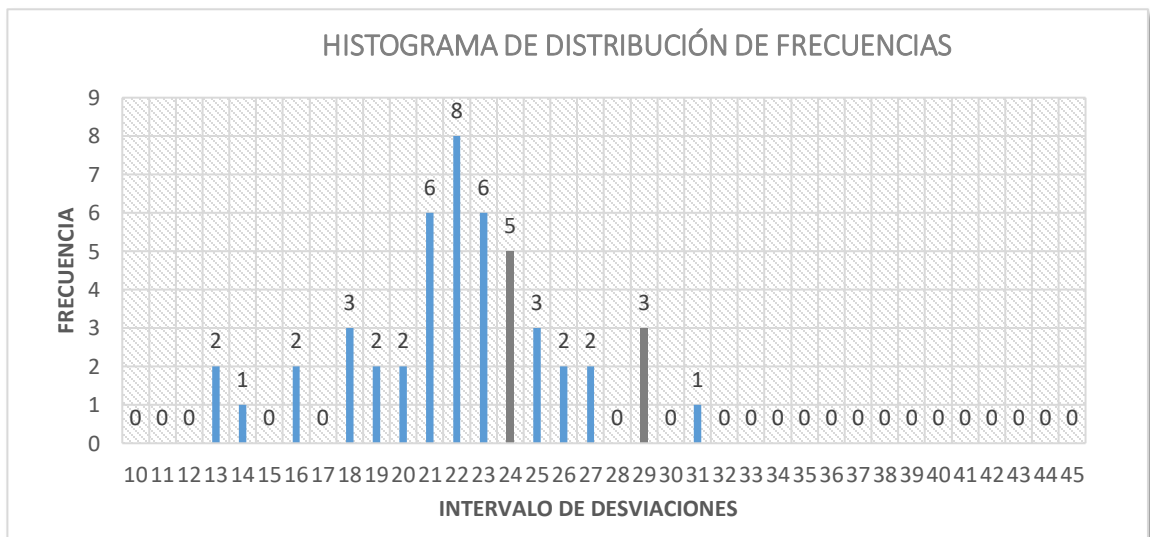
Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (Epi Morros Blancos)

*Tabla 107. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Víctor Paz (Epi Morros Blancos)*

|    | 1  | 2  | 3  |
|----|----|----|----|
| 1  | 13 | 27 | 23 |
| 2  | 16 | 18 | 23 |
| 3  | 21 | 22 | 22 |
| 4  | 18 | 23 | 26 |
| 5  | 19 | 23 | 29 |
| 6  | 18 | 20 | 29 |
| 7  | 19 | 16 | 21 |
| 8  | 14 | 22 | 25 |
| 9  | 21 | 24 |    |
| 10 | 20 | 22 |    |
| 11 | 27 | 24 |    |
| 12 | 21 | 22 |    |
| 13 | 26 | 24 |    |
| 14 | 22 | 23 |    |
| 15 | 29 | 31 |    |
| 16 | 21 | 21 |    |
| 17 | 25 | 24 |    |
| 18 | 25 | 22 |    |
| 19 | 13 | 24 |    |
| 20 | 23 | 22 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 46. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 46 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 31, menor de 13, rango medio de 3 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(5 - (-22))}{5} + 3 + \frac{(3 - 9)}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

#### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 26.45333333 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.84 \text{ m/km}$$

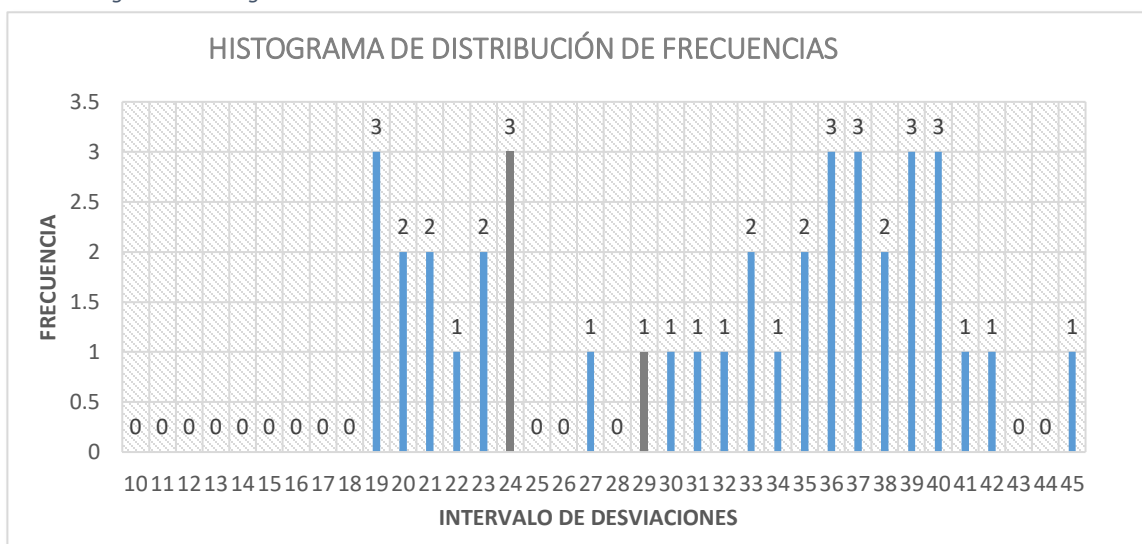
Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Panamericana (Mercado Campesino)

*Tabla 108. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Panamericana*

|    | 1  | 2  |
|----|----|----|
| 1  | 41 | 35 |
| 2  | 29 | 36 |
| 3  | 39 | 40 |
| 4  | 40 | 30 |
| 5  | 19 | 45 |
| 6  | 23 | 20 |
| 7  | 20 | 21 |
| 8  | 27 | 39 |
| 9  | 36 | 19 |
| 10 | 33 | 24 |
| 11 | 39 | 24 |
| 12 | 35 | 37 |
| 13 | 36 | 42 |
| 14 | 38 | 37 |
| 15 | 21 | 22 |
| 16 | 23 | 19 |
| 17 | 34 | 33 |
| 18 | 31 | 24 |
| 19 | 40 | 32 |
| 20 | 38 | 37 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 47. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 47 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 45, menor de 19, rango medio de 1 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.



### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$
$$D = \left( \frac{(3 - 0)}{3} + 1 + \frac{(1 - (-15))}{1} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 90 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 74.4 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 4.10 \text{ m/km}$$

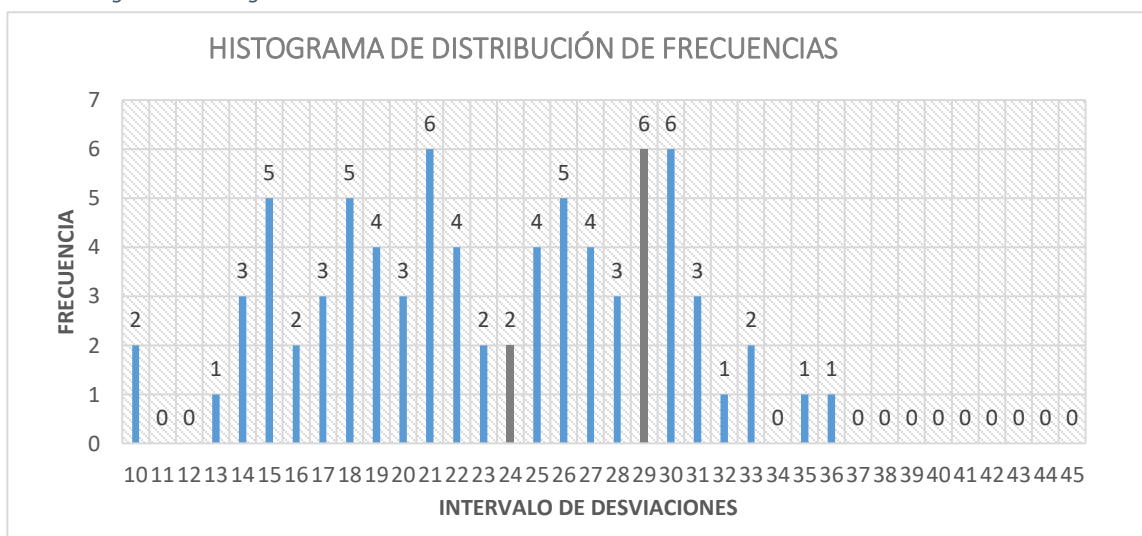
Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle Cochabamba (Mercado Campesino)

*Tabla 109. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Cochabamba*

|    | 1  | 2  | 3  | 4  |
|----|----|----|----|----|
| 1  | 25 | 17 | 22 | 30 |
| 2  | 24 | 18 | 17 | 27 |
| 3  | 19 | 21 | 22 | 27 |
| 4  | 13 | 2  | 26 | 30 |
| 5  | 15 | 14 | 30 | 31 |
| 6  | 23 | 21 | 33 | 29 |
| 7  | 21 | 23 | 25 | 30 |
| 8  | 10 | 19 | 25 | 30 |
| 9  | 4  | 10 | 32 | 26 |
| 10 | 9  | 16 | 19 | 30 |
| 11 | 16 | 18 | 29 | 26 |
| 12 | 47 | 18 | 26 | 29 |
| 13 | 21 | 17 | 31 | 33 |
| 14 | 22 | 15 | 35 | 26 |
| 15 | 20 | 18 | 36 | 29 |
| 16 | 14 | 14 | 27 | 25 |
| 17 | 18 | 15 | 27 | 21 |
| 18 | 15 | 15 | 29 | 28 |
| 19 | 20 | 22 | 28 | 19 |
| 20 | 21 | 20 | 28 | 29 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 48. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 48 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 36, menor de 10, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(2 - (-30))}{2} + 4 + \frac{(6 - (-4))}{6} \right) * 5 [mm]$$

$$D = 108.33 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 89.55555556 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$I.R.I. = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$I.R.I. = 4.81 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (Setar)

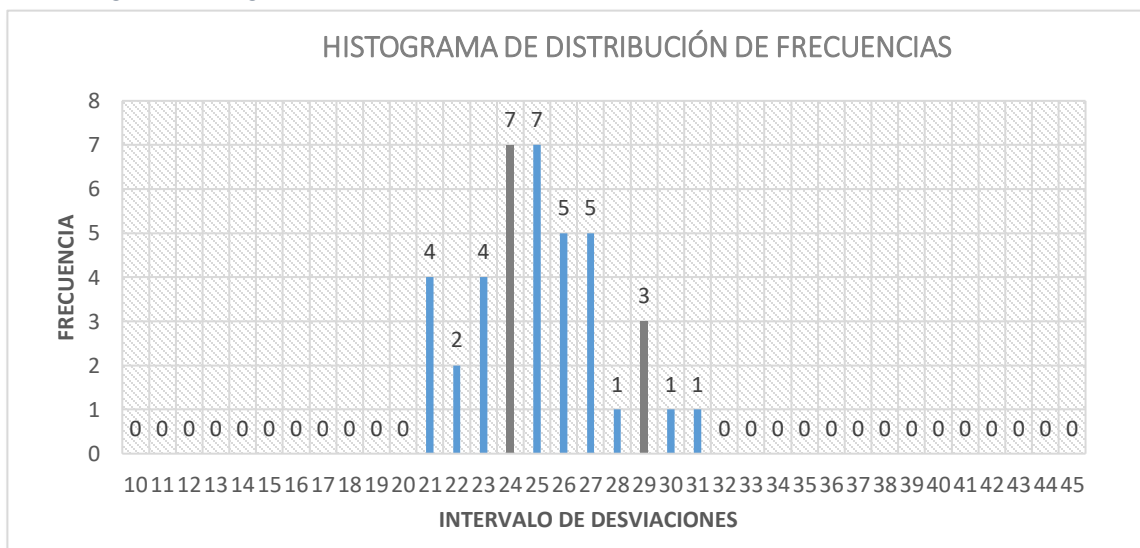
Tabla 110. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (Setar)

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | 1 | 2 |
|--|---|---|

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 21 | 27 |
| 2  | 23 | 24 |
| 3  | 27 | 25 |
| 4  | 25 | 25 |
| 5  | 24 | 23 |
| 6  | 24 | 30 |
| 7  | 21 | 26 |
| 8  | 26 | 25 |
| 9  | 25 | 26 |
| 10 | 27 | 23 |
| 11 | 24 | 28 |
| 12 | 21 | 22 |
| 13 | 26 | 25 |
| 14 | 29 | 26 |
| 15 | 21 | 27 |
| 16 | 24 | 27 |
| 17 | 29 | 22 |
| 18 | 24 | 29 |
| 19 | 25 | 23 |
| 20 | 24 | 31 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 49. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 49 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 31, menor de 21, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(8 - 0)}{8} + 4 + \frac{(3 - 8)}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 16.67 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 13.77777778 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.24 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Ruta San Jacinto (Setar Tablada)

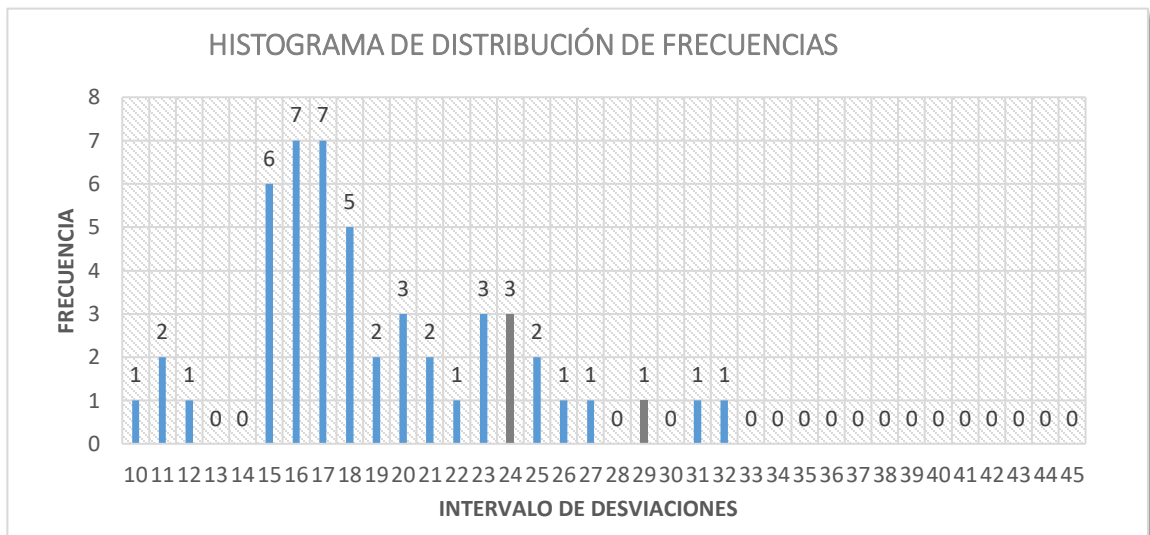
Tabla 111. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Ruta San Jacinto

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 1  | 16 | 12 | 27 |
| 2  | 20 | 17 | 32 |
| 3  | 16 | 17 | 25 |
| 4  | 24 | 16 | 18 |
| 5  | 16 | 15 | 18 |
| 6  | 17 | 19 | 29 |
| 7  | 18 | 23 | 24 |
| 8  | 15 | 21 | 18 |
| 9  | 23 | 20 | 23 |
| 10 | 17 | 15 | 10 |
| 11 | 24 | 22 |    |
| 12 | 16 | 15 |    |
| 13 | 11 | 18 |    |
| 14 | 17 | 26 |    |
| 15 | 21 | 16 |    |
| 16 | 31 | 15 |    |
| 17 | 25 | 17 |    |
| 18 | 11 | 17 |    |
| 19 | 16 | 20 |    |
| 20 | 15 | 19 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 50. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 50 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 32, menor de 10, rango medio de 3 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(3 - (-29))}{3} + 3 + \frac{(1 - 8)}{1} \right) * 5 [mm]$$

$$D = 33.33 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 27.55555556 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$I.R.I. = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$I.R.I. = 1.89 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle 2 (Setar Tablada)

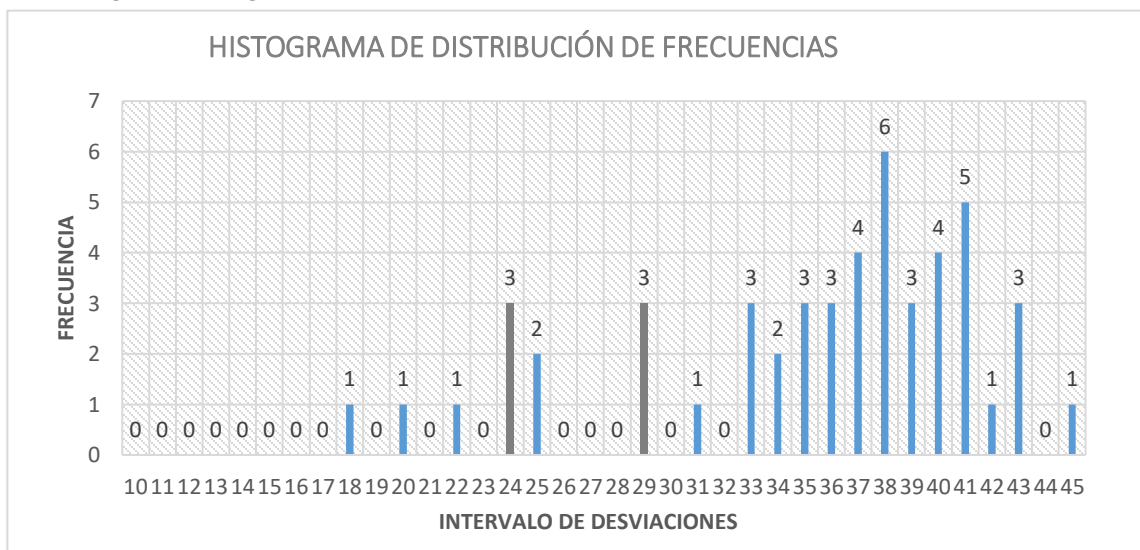
Tabla 112. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 2 (Setar Tablada)

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|---|

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| 1  | 41 | 18 | 37 |
| 2  | 24 | 43 | 37 |
| 3  | 33 | 43 | 40 |
| 4  | 40 | 31 | 20 |
| 5  | 41 | 29 | 39 |
| 6  | 25 | 40 | 38 |
| 7  | 36 | 29 | 24 |
| 8  | 45 | 34 | 36 |
| 9  | 41 | 35 | 41 |
| 10 | 38 | 37 | 35 |
| 11 | 37 | 38 |    |
| 12 | 33 | 38 |    |
| 13 | 24 | 36 |    |
| 14 | 40 | 39 |    |
| 15 | 42 | 22 |    |
| 16 | 34 | 33 |    |
| 17 | 38 | 43 |    |
| 18 | 25 | 35 |    |
| 19 | 39 | 38 |    |
| 20 | 29 | 41 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 51. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 51 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 45, menor de 18, rango medio de 1 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.

### Cálculo de Rango D



$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(3 - 7)}{3} + 1 + \frac{(3 - (-29))}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 51.67 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 42.71111111 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.60 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle Gral. de Santa Cruz (H. San Juan de Dios)

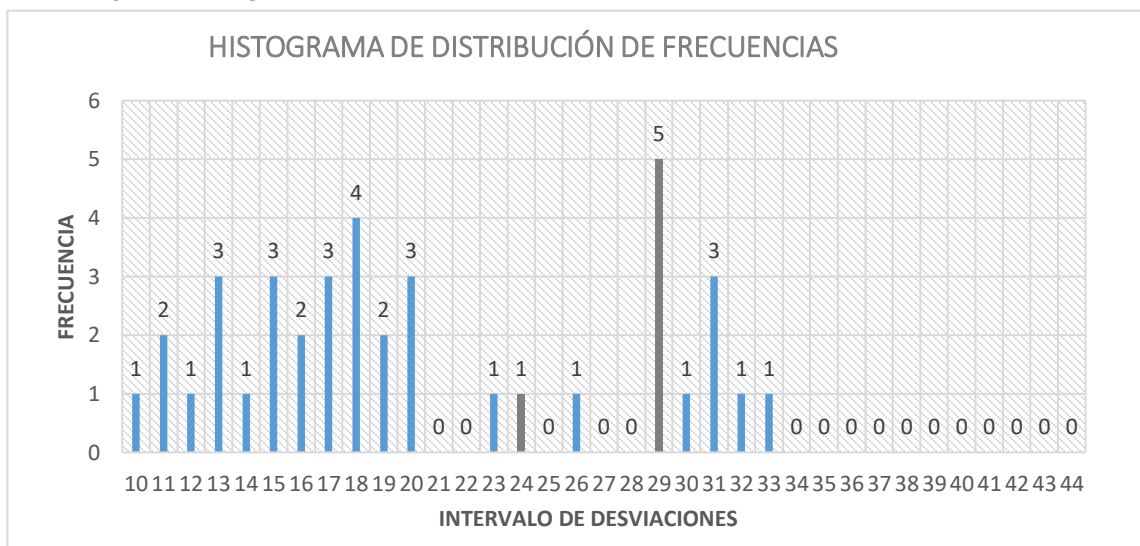
Tabla 113. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle Santa Cruz

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | 1 | 2 |
|--|---|---|

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 17 | 18 |
| 2  | 17 | 15 |
| 3  | 31 | 13 |
| 4  | 12 | 17 |
| 5  | 11 | 31 |
| 6  | 18 | 29 |
| 7  | 11 | 20 |
| 8  | 20 | 23 |
| 9  | 18 | 10 |
| 10 | 13 | 19 |
| 11 | 15 | 26 |
| 12 | 33 | 16 |
| 13 | 29 | 29 |
| 14 | 18 | 32 |
| 15 | 19 | 29 |
| 16 | 6  | 20 |
| 17 | 14 | 29 |
| 18 | 15 | 31 |
| 19 | 24 | 30 |
| 20 | 16 | 13 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 52. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 52 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 33, menor de 10, rango medio de 1 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - (-16))}{1} + 4 + \frac{(5 - 4)}{5} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 106 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 87.62666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$I.R.I. = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$I.R.I. = 4.72 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle 14 de junio (H. San Juan de Dios)

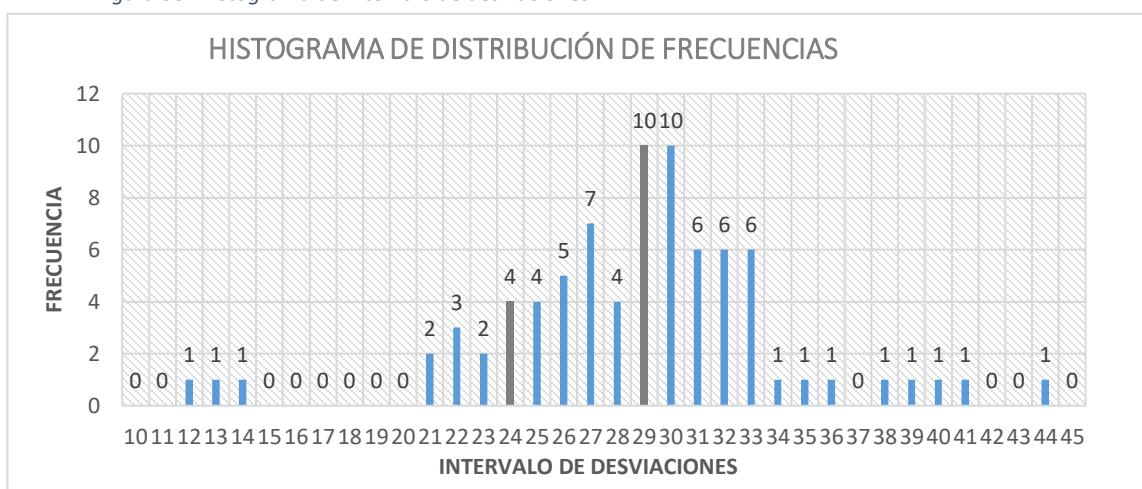
Tabla 114. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle 14 de junio

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|

|    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|
| 1  | 13 | 28 | 32 | 29 | 29 |
| 2  | 14 | 30 | 33 | 28 |    |
| 3  | 23 | 30 | 31 | 32 |    |
| 4  | 44 | 30 | 29 | 29 |    |
| 5  | 25 | 28 | 27 | 32 |    |
| 6  | 24 | 22 | 32 | 2  |    |
| 7  | 31 | 22 | 27 | 30 |    |
| 8  | 27 | 12 | 33 | 25 |    |
| 9  | 40 | 35 | 32 | 27 |    |
| 10 | 27 | 26 | 29 | 26 |    |
| 11 | 30 | 41 | 26 | 33 |    |
| 12 | 21 | 22 | 25 | 30 |    |
| 13 | 27 | 24 | 38 | 29 |    |
| 14 | 24 | 30 | 33 | 33 |    |
| 15 | 29 | 39 | 29 | 31 |    |
| 16 | 28 | 32 | 31 | 29 |    |
| 17 | 24 | 34 | 31 | 30 |    |
| 18 | 30 | 25 | 33 | 31 |    |
| 19 | 26 | 27 | 30 | 21 |    |
| 20 | 36 | 26 | 29 | 23 |    |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 53. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 53 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 44, menor de 12, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango medio.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 [mm]$$

$$D = \left( \frac{(4 - 0)}{4} + 4 + \frac{(10 - (-26))}{10} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 43 \text{ mm}$$

#### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 35.54666667 \text{ mm}$$

#### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.27 \text{ m/km}$$

Datos de campo con la Rueda Merlín. Av. Víctor Paz (UAJMS)

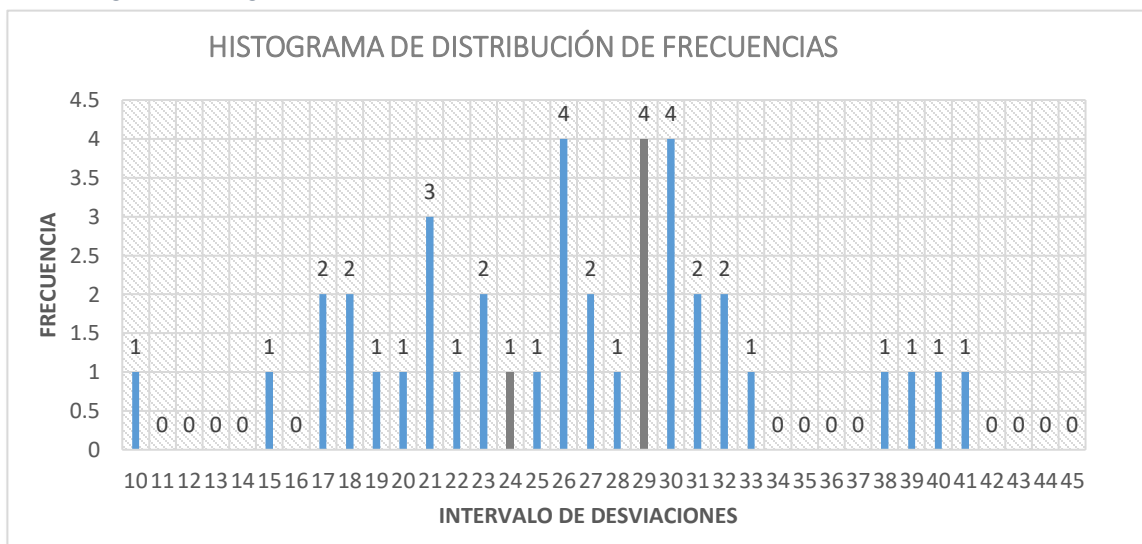
Tabla 115. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Av. Victor Paz (UAJMS)

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | 1 | 2 |
|--|---|---|

|    |    |    |
|----|----|----|
| 1  | 27 | 23 |
| 2  | 33 | 15 |
| 3  | 31 | 26 |
| 4  | 31 | 30 |
| 5  | 19 | 26 |
| 6  | 32 | 26 |
| 7  | 30 | 17 |
| 8  | 23 | 32 |
| 9  | 41 | 27 |
| 10 | 10 | 29 |
| 11 | 38 | 22 |
| 12 | 17 | 28 |
| 13 | 29 | 29 |
| 14 | 24 | 21 |
| 15 | 20 | 30 |
| 16 | 18 | 25 |
| 17 | 39 | 21 |
| 18 | 26 | 30 |
| 19 | 29 | 18 |
| 20 | 21 | 40 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 54. Histograma de intervalo de desviaciones



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 54 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 41, menor de 10, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango izquierdo.

### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(1 - (-4))}{1} + 4 + \frac{(4 - (-3))}{4} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 53.75 \text{ mm}$$

#### **Cálculo factor de corrección fc:**

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del rango corregido Dc:**

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 44.43333333 \text{ mm}$$

#### **Cálculo del I.R.I.:**

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I.R.I.} = 0,593 + 0,0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 2.69 \text{ m/km}$$

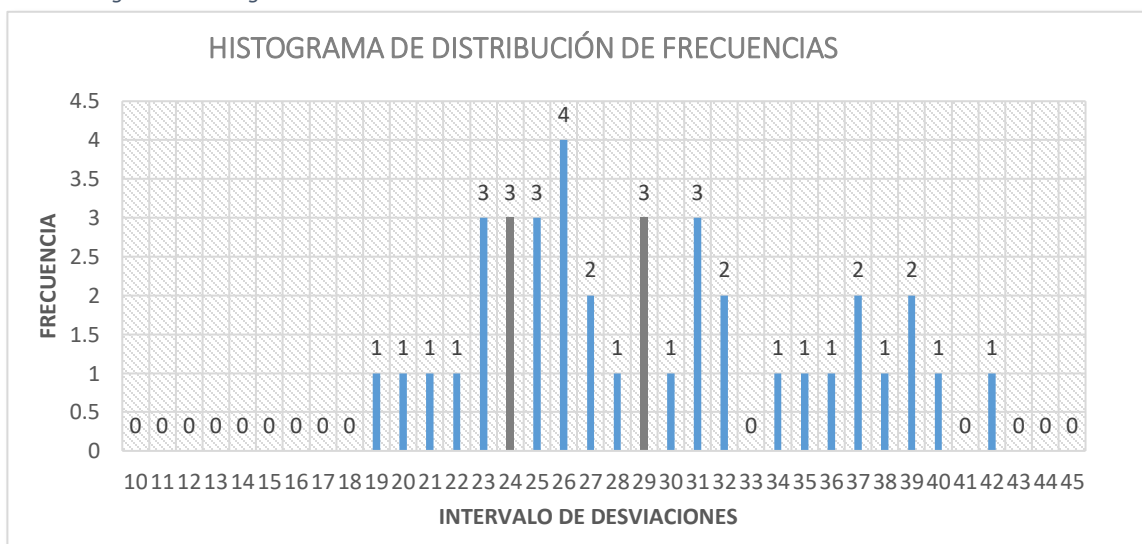
## Datos de campo con la Rueda Merlín. Calle España (UAJMS)

*Tabla 116. Datos Obtenidos Rueda de Merlín Calle España*

|    | 1  | 2  |
|----|----|----|
| 1  | 34 | 26 |
| 2  | 26 | 24 |
| 3  | 25 | 27 |
| 4  | 32 | 24 |
| 5  | 23 | 22 |
| 6  | 25 | 31 |
| 7  | 29 | 25 |
| 8  | 29 | 23 |
| 9  | 37 | 40 |
| 10 | 26 | 32 |
| 11 | 42 | 31 |
| 12 | 39 | 31 |
| 13 | 37 | 36 |
| 14 | 21 | 35 |
| 15 | 39 | 38 |
| 16 | 27 | 20 |
| 17 | 19 | 26 |
| 18 | 28 | 30 |
| 19 | 50 | 24 |
| 20 | 23 | 29 |

Fuente: Elaboración Propia

*Figura 55. Histograma de intervalo de desviaciones*



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la figura 55 se muestran los intervalos de desviaciones de los datos obtenidos por la rueda de merlín dando un valor mayor de 42, menor de 19, rango medio de 4 y mayor cantidad de datos en el rango derecho.



### Cálculo de Rango D

$$D = \left( \frac{(d_i - f_i)}{d_i} + d_m + \frac{(d_d - f_d)}{d_d} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = \left( \frac{(3 - 3)}{3} + 4 + \frac{(3 - (-6))}{3} \right) * 5 \text{ [mm]}$$

$$D = 35 \text{ mm}$$

### Cálculo factor de corrección fc:

Donde:

$$E_p = 6.2$$

$$L_i = 25$$

$$L_f = 10$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = \left( \frac{(E_p * 10)}{(L_i - L_f) * 5} \right)$$

$$f_c = 0.826666667 \text{ mm}$$

### Cálculo del rango corregido Dc:

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = D * f_c$$

$$D_c = 28.93333333 \text{ mm}$$

### Cálculo del I.R.I.:

Aplicando la fórmula para pavimentos en servicio:

$$\text{I. R. I.} = 0.593 + 0.0471 * D_c$$

$$\text{I.R.I.} = 1.96 \text{ m/km}$$

# **CAPÍTULO 4**

## **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

## CAPÍTULO 4

### 4.- Análisis de resultados

#### 4.1.- Impacto

Para establecer los criterios de impacto de cada uno de nuestros riesgos nos basamos en el histórico de afectación sucedido cuando se ha desencadenado la falla en alguno de los riesgos ya nombrados, como por ejemplo los deslizamientos que como en la mayoría de los casos producen un impacto muy crítico en la infraestructura, ver tabla 10.

*Tabla 117. Impacto de Riesgo*

| IMPACTO DE RIESGO |                   |                         |          |                                  |
|-------------------|-------------------|-------------------------|----------|----------------------------------|
| Deslizamiento     | Congestionamiento | Pavimento en mal estado | Desgaste | Falla por mal estado de drenajes |
| CRITICO           | CRITICO           | MODERADO                | MODERADO | BAJO                             |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.- Probabilidad

*Tabla 118. Datos Obtenidos Vía Principal*

| INFORMACION OBTENIDA |                                 |                                          |                                                     |                                              |                                    |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
| Nr o.                | VIA PRINCIPAL                   | AFECTA<br>CIÓN EN<br>EL<br>PAVIME<br>NTO | AFECTA<br>CIÓN EN<br>EL<br>TRÁFIC<br>O POR<br>FALLA | FALLA<br>POR<br>FILTRA<br>CIÓN<br>DE<br>AGUA | CONGESTIONA<br>MIENTO<br>VEHICULAR |
|                      |                                 | IRI                                      | TD                                                  | IMD                                          | DENSIDAD<br>VEHICULAR              |
| 1                    | AV. VICTOR PAZ (UAJMS)          | 2.69                                     | 16964                                               | 2.8                                          | 47                                 |
| 2                    | AV POTOSI                       | 2.57                                     | 5559                                                | 18.4                                         | 27                                 |
| 3                    | CALLE GRAL. DE SANTA CRUZ       | 4.72                                     | 6810                                                | 2                                            | 24                                 |
| 4                    | AV HEROES DE LA INDEPENDENCIA   | 1.89                                     | 7179                                                | 12.8                                         | 20                                 |
| 5                    | AV. VICTOR PAZ (COMANDO)        | 2.83                                     | 6720                                                | 0.3                                          | 25                                 |
| 6                    | AV. DE LA INTEGRACION           | 3.12                                     | 9430                                                | 0.3                                          | 32                                 |
| 7                    | AV. VICTOR PAZ (MORROS BLANCOS) | 1.84                                     | 13015                                               | 13.9                                         | 31                                 |
| 8                    | CALLE 29 DE JUNIO               | 3.51                                     | 2109                                                | 2.2                                          | 6                                  |

|    |                                     |      |       |     |    |
|----|-------------------------------------|------|-------|-----|----|
| 9  | AV. VICTOR PAZ<br>(BOMBEROS)        | 1.23 | 13856 | 3.9 | 29 |
| 10 | AV. NUEVA TERMINAL                  | 3.18 | 5777  | 7.1 | 20 |
| 11 | AV. VICTOR PAZ<br>(AEROPUERTO)      | 3.26 | 12812 | 2.5 | 41 |
| 12 | AV. VICTOR PAZ (SETAR)              | 1.24 | 13067 | 1.3 | 33 |
| 13 | RUTA SAN JACINTO<br>(SETAR TABLADA) | 1.89 | 4597  | 0.4 | 16 |
| 14 | AV. PANAMERICANA<br>(CAMPEÑO)       | 4.1  | 11757 | 9.4 | 28 |
| 15 | AV. ALTO DE LA<br>ALIANZA           | 2.06 | 6555  | 0.3 | 21 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 11 se puede evidenciar la obtención de los datos de las vías principales para luego realizar su clasificación según la norma ISO 31000.

Tabla 119. Datos Obtenidos Vía Secundaria

| INFORMACION OBTENIDA |                                 |                                          |                                                    |                                           |                                    |
|----------------------|---------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
|                      | VIA SECUNDARIA                  | AFECTA<br>CIÓN EN<br>EL<br>PAVIME<br>NTO | AFECTA<br>CIÓN EN<br>EL<br>TRÁFICO<br>POR<br>FALLA | FALLA<br>POR<br>FILTRA<br>CIÓN DE<br>AGUA | CONGESTIONA<br>MIENTO<br>VEHICULAR |
|                      |                                 | IRI                                      | TD                                                 | IMD                                       | DENSIDAD<br>VEHICULAR              |
| 1                    | CALLE ESPAÑA                    | 1.96                                     | 11912                                              | 1                                         | 45                                 |
| 2                    | CALLE MEMBRILLOS                | 2.2                                      | 3660                                               | 2.1                                       | 20                                 |
| 3                    | CALLE 14 DE JUNIO               | 2.27                                     | 8444                                               | 4.8                                       | 27                                 |
| 4                    | AV. NOELIA<br>MARTINEZ          | 3.71                                     | 6234                                               | 6.1                                       | 19                                 |
| 5                    | CALLE BALLIVIÁN                 | 1.76                                     | 6720                                               | 0.7                                       | 25                                 |
| 6                    | AV. CAP.<br>CASTELLANOS         | 3.42                                     | 2102                                               | 1.8                                       | 12                                 |
| 7                    | AV. CNL. CARLOS<br>DIAZ         | 2.15                                     | 2776                                               | 4.5                                       | 10                                 |
| 8                    | CALLE TORRECILLAS<br>(TERMINAL) | 3.28                                     | 2933                                               | 6.4                                       | 14                                 |
| 9                    | AV. FUERZA AÉREA                | 1.96                                     | 4822                                               | 2.6                                       | 20                                 |
| 10                   | CALLE 2 (SETAR<br>TABLADA)      | 2.6                                      | 5445                                               | 0.2                                       | 15                                 |
| 11                   | CALLE<br>COCHABAMBA             | 4.81                                     | 13280                                              | 2.5                                       | 50                                 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 12 se puede evidenciar la obtención de los datos de las vías secundarias para luego realizar su clasificación según la norma ISO 31000.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de probabilidad utilizando criterios establecidos en cada uno de los riesgos seleccionados como se puede ver en la tabla 13, separándolos en tres grandes grupos: Grupo de probabilidad alta, grupo de probabilidad media y grupo de probabilidad baja, generando así una probabilidad de ocurrencia de riesgo muy apegada a los datos reales obtenidos en la ciudad de Tarija, los resultados los podremos observar en la tabla 14 y 15 para vías principales y secundarias respectivamente.

*Tabla 120. Criterios de Probabilidad de riesgos en las Vías*

| PROBABILIDAD                     |                  |        |             |       |
|----------------------------------|------------------|--------|-------------|-------|
| RIESGO                           | PARAMETRO        |        |             |       |
| Deslizamiento                    | ESTADO DEL TALUD | BAJA   | MEDIA       | ALTA  |
| Congestionamiento Vehicular      | DV               | <20    | 20<X<30     | >30   |
| Intensidad diaria                | TPD              | < 3000 | 3000<X<7000 | >7000 |
| Falla por mal estado de drenajes | IMD              | >4     | 4<X<0.5     | <0.5  |
| Pavimento en mal estado          | IRI              | <2     | 2<X<3.5     | >3.5  |

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 121. Valoración de la probabilidad de los riesgos en vías principales*

| INFORMACION OBTENIDA |                           |                            |                                    |                              |                             |
|----------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                      | VIA PRINCIPAL             | AFECTACIÓN EN EL PAVIMENTO | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUA | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |
|                      |                           | IRI                        | TD                                 | IMD                          | DENSIDAD VEHICULAR          |
| 1                    | AV. VICTOR PAZ (UAJMS)    | MEDIA                      | ALTA                               | MEDIA                        | ALTA                        |
| 2                    | AV POTOSI                 | MEDIA                      | MEDIA                              | BAJA                         | MEDIA                       |
| 3                    | CALLE GRAL. DE SANTA CRUZ | MEDIA                      | MEDIA                              | MEDIA                        | MEDIA                       |

|    |                                  |       |       |       |       |
|----|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 4  | AV HEROES DE LA INDEPENDENCIA    | BAJA  | MEDIA | BAJA  | MEDIA |
| 5  | AV. VICTOR PAZ (COMANDO)         | MEDIA | MEDIA | ALTA  | MEDIA |
| 6  | AV. DE LA INTEGRACION            | MEDIA | ALTA  | ALTA  | ALTA  |
| 7  | AV. VICTOR PAZ (MORROS BLANCOS)  | BAJA  | ALTA  | BAJA  | ALTA  |
| 8  | CALLE 29 DE JUNIO                | ALTA  | BAJA  | MEDIA | BAJA  |
| 9  | AV. VICTOR PAZ (BOMBEROS)        | BAJA  | ALTA  | MEDIA | MEDIA |
| 10 | AV. NUEVA TERMINAL               | MEDIA | MEDIA | BAJA  | MEDIA |
| 11 | AV. VICTOR PAZ (AEROPUERTO)      | MEDIA | ALTA  | MEDIA | ALTA  |
| 12 | AV. VICTOR PAZ (SETAR)           | BAJA  | ALTA  | MEDIA | ALTA  |
| 13 | RUTA SAN JACINTO (SETAR TABLADA) | BAJA  | MEDIA | ALTA  | BAJA  |
| 14 | AV. PANAMERICANA (CAMPELINO)     | ALTA  | ALTA  | BAJA  | MEDIA |
| 15 | AV. ALTO DE LA ALIANZA           | MEDIA | MEDIA | ALTA  | MEDIA |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 14 se puede evidenciar la clasificación de los datos obtenidos según la norma ISO 31000.

Tabla 122. Valoración de la probabilidad de los riesgos en vías secundarias

| INFORMACION OBTENIDA |                   |                          |                                   |                              |                             |
|----------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
|                      | VIA SECUNDARIA    | AFECCIÓN EN EL PAVIMENTO | AFECCIÓN EN EL TRÁFI CO POR FALLA | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUA | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |
|                      |                   | IRI                      | TD                                | IMD                          | DENSIDAD VEHICULAR          |
| 1                    | CALLE ESPAÑA      | BAJA                     | ALTA                              | MEDIA                        | ALTA                        |
| 2                    | CALLE MEMBRILLOS  | MEDIA                    | MEDIA                             | MEDIA                        | MEDIA                       |
| 3                    | CALLE 14 DE JUNIO | MEDIA                    | ALTA                              | BAJA                         | MEDIA                       |

|    |                              |       |       |       |       |
|----|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 4  | AV. NOELIA MARTINEZ          | ALTA  | MEDIA | BAJA  | BAJA  |
| 5  | CALLE BALLIVIÁN              | BAJA  | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| 6  | AV. CAP. CASTELLANOS         | MEDIA | BAJA  | MEDIA | BAJA  |
| 7  | AV. CNL. CARLOS DIAZ         | MEDIA | BAJA  | BAJA  | BAJA  |
| 8  | CALLE TORRECILLAS (TERMINAL) | MEDIA | BAJA  | BAJA  | BAJA  |
| 9  | AV. FUERZA AÉREA             | BAJA  | MEDIA | MEDIA | MEDIA |
| 10 | CALLE 2 (SETAR TABLADA)      | MEDIA | MEDIA | ALTA  | BAJA  |
| 11 | CALLE COCHABAMBA             | ALTA  | ALTA  | MEDIA | ALTA  |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 15 se puede evidenciar la clasificación de los datos obtenidos según la norma ISO 31000.

#### **4.3.-Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información**

##### **4.3.1.-Tratamiento de los datos**

Con la información mostrada anteriormente y utilizando la matriz de evaluación del riesgo en nuestro caso de estudio y su cruce de variables que encontraremos a continuación, así bajo este mecanismo ofrecido por la norma ISO 31000 realizaremos la clasificación de riesgos. Como se puede observar en la tabla 20, habrá 4 tipos resultados posibles de estado del riesgo:

- Urgente
- Atención
- Aceptable
- Buen estado

Tabla 123. Matriz de evaluación del riesgo cruce de variables

| IMPACTO | PROBABILIDAD |           |             |             |
|---------|--------------|-----------|-------------|-------------|
|         |              | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO         | ACEPTABLE | BUEN ESTADO | BUEN ESTADO |
|         | MODERADO     | ATENCIÓN  | ACEPTABLE   | BUEN ESTADO |
|         | CRITICO      | URGENTE   | ATENCIÓN    | ACEPTABLE   |

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2.- Tablas de Riesgo de las Vías Principales

##### 4.3.3.- Pavimento el mal estado

Tabla 124. Tablas de Riesgo de Vías Principales

|   |                         |      |       |      |
|---|-------------------------|------|-------|------|
| 1 | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |      |       |      |
|   | PROBABILIDAD            |      |       |      |
|   | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA | MEDIA | BAJA |
|   | BAJO                    |      |       |      |
| 2 | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |      |       |      |
|   | PROBABILIDAD            |      |       |      |
|   | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA | MEDIA | BAJA |
|   | BAJO                    |      |       |      |
| 3 | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |      |       |      |
|   | PROBABILIDAD            |      |       |      |
|   | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA | MEDIA | BAJA |
|   | BAJO                    |      |       |      |
| 4 | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |      |       |      |
|   | PROBABILIDAD            |      |       |      |
|   | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA | MEDIA | BAJA |
|   | BAJO                    |      |       |      |



|         |                         |          |           |             |
|---------|-------------------------|----------|-----------|-------------|
| 5       | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 6       | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 7       | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          |           | BUEN ESTADO |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 8       | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                | ATENCIÓN |           |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 9       | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 10      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 11      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |

|         |                         |          |           |             |
|---------|-------------------------|----------|-----------|-------------|
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 12      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          |           | BUEN ESTADO |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 13      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          |           | BUEN ESTADO |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 14      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                | ATENCIÓN |           |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |
| 15      | PAVIMENTO EN MAL ESTADO |          |           |             |
|         | PROBABILIDAD            |          |           |             |
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA     | BAJA        |
|         | BAJO                    |          |           |             |
|         | MODERADO                |          | ACEPTABLE |             |
|         | CRITICO                 |          |           |             |

#### 4.3.4.- Falla por filtración de aguas

|         |                               |      |             |      |
|---------|-------------------------------|------|-------------|------|
| 1       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |      |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |      |             |      |
|         | CRITICO                       |      |             |      |

|              |                               |           |             |             |
|--------------|-------------------------------|-----------|-------------|-------------|
| 2            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |
| PROBABILIDAD |                               |           |             |             |
| IMPACTO      | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|              | BAJO                          |           |             | BUEN ESTADO |
|              | MODERADO                      |           |             |             |
|              | CRITICO                       |           |             |             |
| 3            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |
| PROBABILIDAD |                               |           |             |             |
| IMPACTO      | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|              | BAJO                          |           | BUEN ESTADO |             |
|              | MODERADO                      |           |             |             |
|              | CRITICO                       |           |             |             |
| 4            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |
| PROBABILIDAD |                               |           |             |             |
| IMPACTO      | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|              | BAJO                          |           |             | BUEN ESTADO |
|              | MODERADO                      |           |             |             |
|              | CRITICO                       |           |             |             |
| 5            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |
| PROBABILIDAD |                               |           |             |             |
| IMPACTO      | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|              | BAJO                          | ACEPTABLE |             |             |
|              | MODERADO                      |           |             |             |
|              | CRITICO                       |           |             |             |
| 6            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |
| PROBABILIDAD |                               |           |             |             |
| IMPACTO      | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA        |
|              | BAJO                          | ACEPTABLE |             |             |
|              | MODERADO                      |           |             |             |
|              | CRITICO                       |           |             |             |
| 7            | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |             |

|         |                               |      |             |             |
|---------|-------------------------------|------|-------------|-------------|
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO                          |      |             | BUEN ESTADO |
|         | MODERADO                      |      |             |             |
|         | CRITICO                       |      |             |             |
| 8       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |             |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |             |
|         | MODERADO                      |      |             |             |
|         | CRITICO                       |      |             |             |
| 9       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |             |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |             |
|         | MODERADO                      |      |             |             |
|         | CRITICO                       |      |             |             |
| 10      | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |             |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO                          |      |             | BUEN ESTADO |
|         | MODERADO                      |      |             |             |
|         | CRITICO                       |      |             |             |
| 11      | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |             |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |             |
|         | MODERADO                      |      |             |             |
|         | CRITICO                       |      |             |             |
| 12      | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |             |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |             |
| IMP     | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA        |

|                |                                      |                  |              |                    |  |
|----------------|--------------------------------------|------------------|--------------|--------------------|--|
|                |                                      | BAJO             |              | <b>BUEN ESTADO</b> |  |
|                |                                      | MODERADO         |              |                    |  |
|                |                                      | CRITICO          |              |                    |  |
| 13             | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |                  |              |                    |  |
|                | <b>PROBABILIDAD</b>                  |                  |              |                    |  |
| <b>IMPACTO</b> | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b>      | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b>        |  |
|                | BAJO                                 | <b>ACEPTABLE</b> |              |                    |  |
|                | MODERADO                             |                  |              |                    |  |
|                | CRITICO                              |                  |              |                    |  |
| 14             | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |                  |              |                    |  |
|                | <b>PROBABILIDAD</b>                  |                  |              |                    |  |
| <b>IMPACTO</b> | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b>      | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b>        |  |
|                | BAJO                                 |                  |              | <b>BUEN ESTADO</b> |  |
|                | MODERADO                             |                  |              |                    |  |
|                | CRITICO                              |                  |              |                    |  |
| 15             | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |                  |              |                    |  |
|                | <b>PROBABILIDAD</b>                  |                  |              |                    |  |
| <b>IMPACTO</b> | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b>      | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b>        |  |
|                | BAJO                                 | <b>ACEPTABLE</b> |              |                    |  |
|                | MODERADO                             |                  |              |                    |  |
|                | CRITICO                              |                  |              |                    |  |

#### 4.3.5.- Afectación en el tráfico por falla

|                |                                           |                 |              |             |
|----------------|-------------------------------------------|-----------------|--------------|-------------|
| 1              | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |                 |              |             |
|                | <b>PROBABILIDAD</b>                       |                 |              |             |
| <b>IMPACTO</b> | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|                | BAJO                                      |                 |              |             |
|                | MODERADO                                  | <b>ATENCIÓN</b> |              |             |
|                | CRITICO                                   |                 |              |             |
| 2              | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |                 |              |             |
|                | <b>PROBABILIDAD</b>                       |                 |              |             |
| <b>IMPACTO</b> | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|                | BAJO                                      |                 |              |             |

|         |  |                                    |          |           |      |
|---------|--|------------------------------------|----------|-----------|------|
|         |  | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 3       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         |  | BAJO                               |          |           |      |
|         |  | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 4       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         |  | BAJO                               |          |           |      |
|         |  | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 5       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         |  | BAJO                               |          |           |      |
|         |  | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 6       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         |  | BAJO                               |          |           |      |
|         |  | MODERADO                           | ATENCIÓN |           |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 7       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         |  | BAJO                               |          |           |      |
|         |  | MODERADO                           | ATENCIÓN |           |      |
|         |  | CRITICO                            |          |           |      |
| 8       |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         |  | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO |  | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |

|         |                                           |          |                 |                  |                    |
|---------|-------------------------------------------|----------|-----------------|------------------|--------------------|
|         |                                           | BAJO     |                 |                  |                    |
|         |                                           | MODERADO |                 |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |
|         |                                           | CRITICO  |                 |                  |                    |
| 9       | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         | BAJO                                      |          |                 |                  |                    |
|         | MODERADO                                  |          | <b>ATENCIÓN</b> |                  |                    |
|         | CRITICO                                   |          |                 |                  |                    |
| 10      | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         | BAJO                                      |          |                 |                  |                    |
|         | MODERADO                                  |          |                 | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
|         | CRITICO                                   |          |                 |                  |                    |
| 11      | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         | BAJO                                      |          |                 |                  |                    |
|         | MODERADO                                  |          | <b>ATENCIÓN</b> |                  |                    |
|         | CRITICO                                   |          |                 |                  |                    |
| 12      | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         | BAJO                                      |          |                 |                  |                    |
|         | MODERADO                                  |          | <b>ATENCIÓN</b> |                  |                    |
|         | CRITICO                                   |          |                 |                  |                    |
| 13      | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         | BAJO                                      |          |                 |                  |                    |
|         | MODERADO                                  |          |                 | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
|         | CRITICO                                   |          |                 |                  |                    |
| 14      | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          |                 |                  |                    |
|         | PROBABILIDAD                              |          |                 |                  |                    |
| IMPACTO | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |          | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |

|         |                                         |             |              |             |
|---------|-----------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| 15      | BAJO                                    |             |              |             |
|         | MODERADO                                | ATENCIÓN    |              |             |
|         | CRITICO                                 |             |              |             |
|         | <b>AFECCIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |              |             |
| IMPACTO | PROBABILIDAD                            |             |              |             |
|         | <b>AFECCIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                    |             |              |             |
|         | MODERADO                                |             | ACEPTABLE    |             |
|         | CRITICO                                 |             |              |             |

#### 4.3.6.- Congestionamiento Vehicular

|         |                                    |             |              |             |
|---------|------------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| 1       | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> |             |              |             |
|         | PROBABILIDAD                       |             |              |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                               |             |              |             |
| IMPACTO | MODERADO                           |             |              |             |
|         | CRITICO                            | URGENTE     |              |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> |             |              |             |
|         | PROBABILIDAD                       |             |              |             |
| 2       | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                               |             |              |             |
|         | MODERADO                           |             |              |             |
|         | CRITICO                            |             | ATENCIÓN     |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> |             |              |             |
| 3       | PROBABILIDAD                       |             |              |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                               |             |              |             |
|         | MODERADO                           |             |              |             |
| IMPACTO | CRITICO                            |             | ATENCIÓN     |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> |             |              |             |
|         | PROBABILIDAD                       |             |              |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b> | <b>BAJA</b> |
| 4       | BAJO                               |             |              |             |
|         | MODERADO                           |             |              |             |
|         | CRITICO                            |             | ATENCIÓN     |             |
|         | <b>CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR</b> |             |              |             |



|         |                             |         |          |           |
|---------|-----------------------------|---------|----------|-----------|
| 5       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |
|         | MODERADO                    |         |          |           |
|         | CRITICO                     |         | ATENCIÓN |           |
| 6       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |
|         | MODERADO                    |         |          |           |
|         | CRITICO                     | URGENTE |          |           |
| 7       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |
|         | MODERADO                    |         |          |           |
|         | CRITICO                     | URGENTE |          |           |
| 8       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |
|         | MODERADO                    |         |          |           |
|         | CRITICO                     |         |          | ACEPTABLE |
| 9       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |
|         | MODERADO                    |         |          |           |
|         | CRITICO                     |         | ATENCIÓN |           |
| 10      | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |          |           |

|         |  |                             |         |          |           |
|---------|--|-----------------------------|---------|----------|-----------|
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     |         | ATENCIÓN |           |
| 11      |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         |  | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         |  | BAJO                        |         |          |           |
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     | URGENTE |          |           |
| 12      |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         |  | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         |  | BAJO                        |         |          |           |
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     | URGENTE |          |           |
| 13      |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         |  | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         |  | BAJO                        |         |          |           |
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     |         |          | ACEPTABLE |
| 14      |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         |  | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         |  | BAJO                        |         |          |           |
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     |         | ATENCIÓN |           |
| 15      |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |          |           |
|         |  | PROBABILIDAD                |         |          |           |
| IMPACTO |  | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA      |
|         |  | BAJO                        |         |          |           |
|         |  | MODERADO                    |         |          |           |
|         |  | CRITICO                     |         | ATENCIÓN |           |

#### 4.4.- Tablas de Riesgo de la Vías Secundarias

##### 4.4.1.- Pavimento en mal estado

Tabla 125. Tablas de riesgo de Vías Secundarias

|   |                                |                 |                  |                    |
|---|--------------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 1 | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |                 |                  |                    |
|   | <b>PROBABILIDAD</b>            |                 |                  |                    |
|   | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|   | BAJO                           |                 |                  |                    |
|   | MODERADO                       |                 |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |
| 2 | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |                 |                  |                    |
|   | <b>PROBABILIDAD</b>            |                 |                  |                    |
|   | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|   | BAJO                           |                 |                  |                    |
|   | MODERADO                       |                 | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
| 3 | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |                 |                  |                    |
|   | <b>PROBABILIDAD</b>            |                 |                  |                    |
|   | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|   | BAJO                           |                 |                  |                    |
|   | MODERADO                       |                 | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
| 4 | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |                 |                  |                    |
|   | <b>PROBABILIDAD</b>            |                 |                  |                    |
|   | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|   | BAJO                           |                 |                  |                    |
|   | MODERADO                       | <b>ATENCIÓN</b> |                  |                    |
| 5 | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |                 |                  |                    |
|   | <b>PROBABILIDAD</b>            |                 |                  |                    |
|   | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | <b>ALTA</b>     | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|   | BAJO                           |                 |                  |                    |
|   | MODERADO                       |                 |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |

|         |  |                                |      |           |             |
|---------|--|--------------------------------|------|-----------|-------------|
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 6       |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |
|         |  | PROBABILIDAD                   |      |           |             |
| IMPACTO |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | ALTA | MEDIA     | BAJA        |
|         |  | BAJO                           |      |           |             |
|         |  | MODERADO                       |      | ACEPTABLE |             |
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 7       |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |
|         |  | PROBABILIDAD                   |      |           |             |
| IMPACTO |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | ALTA | MEDIA     | BAJA        |
|         |  | BAJO                           |      |           |             |
|         |  | MODERADO                       |      | ACEPTABLE |             |
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 8       |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |
|         |  | PROBABILIDAD                   |      |           |             |
| IMPACTO |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | ALTA | MEDIA     | BAJA        |
|         |  | BAJO                           |      |           |             |
|         |  | MODERADO                       |      | ACEPTABLE |             |
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 9       |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |
|         |  | PROBABILIDAD                   |      |           |             |
| IMPACTO |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | ALTA | MEDIA     | BAJA        |
|         |  | BAJO                           |      |           |             |
|         |  | MODERADO                       |      |           | BUEN ESTADO |
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 10      |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |
|         |  | PROBABILIDAD                   |      |           |             |
| IMPACTO |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> | ALTA | MEDIA     | BAJA        |
|         |  | BAJO                           |      |           |             |
|         |  | MODERADO                       |      | ACEPTABLE |             |
|         |  | CRITICO                        |      |           |             |
| 11      |  | <b>PAVIMENTO EN MAL ESTADO</b> |      |           |             |

|         | PROBABILIDAD            |          |       |      |
|---------|-------------------------|----------|-------|------|
| IMPACTO | PAVIMENTO EN MAL ESTADO | ALTA     | MEDIA | BAJA |
|         | BAJO                    |          |       |      |
|         | MODERADO                | ATENCIÓN |       |      |
|         | CRITICO                 |          |       |      |

#### 4.4.2.- Falla por Filtración de aguas

| 1       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |      |
|---------|-------------------------------|------|-------------|------|
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |      |             |      |
|         | CRITICO                       |      |             |      |
| 2       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |      |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |      |             |      |
|         | CRITICO                       |      |             |      |
| 3       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |      |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |      |             |      |
|         | CRITICO                       |      |             |      |
| 4       | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |      |             |      |
|         | PROBABILIDAD                  |      |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |      | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |      |             |      |
|         | CRITICO                       |      |             |      |

|         |                                      |             |                    |             |
|---------|--------------------------------------|-------------|--------------------|-------------|
| 5       | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPACTO | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                 |             | <b>BUEN ESTADO</b> |             |
|         | MODERADO                             |             |                    |             |
|         | CRITICO                              |             |                    |             |
| 6       | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPACTO | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                 |             | <b>BUEN ESTADO</b> |             |
|         | MODERADO                             |             |                    |             |
|         | CRITICO                              |             |                    |             |
| 7       | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPACTO | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                 |             | <b>BUEN ESTADO</b> |             |
|         | MODERADO                             |             |                    |             |
|         | CRITICO                              |             |                    |             |
| 8       | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPACTO | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                 |             | <b>BUEN ESTADO</b> |             |
|         | MODERADO                             |             |                    |             |
|         | CRITICO                              |             |                    |             |
| 9       | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPACTO | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |
|         | BAJO                                 |             | <b>BUEN ESTADO</b> |             |
|         | MODERADO                             |             |                    |             |
|         | CRITICO                              |             |                    |             |
| 10      | <b>FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS</b> |             |                    |             |
|         | PROBABILIDAD                         |             |                    |             |
| IMPA    | <b>FALLA POR FILTRACION DE AGUAS</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>       | <b>BAJA</b> |

|         |                               |           |             |      |
|---------|-------------------------------|-----------|-------------|------|
|         | BAJO                          | ACEPTABLE |             |      |
|         | MODERADO                      |           |             |      |
|         | CRITICO                       |           |             |      |
| 11      | FALLA POR FILTRACIÓN DE AGUAS |           |             |      |
|         | PROBABILIDAD                  |           |             |      |
| IMPACTO | FALLA POR FILTRACION DE AGUAS | ALTA      | MEDIA       | BAJA |
|         | BAJO                          |           | BUEN ESTADO |      |
|         | MODERADO                      |           |             |      |
|         | CRITICO                       |           |             |      |

#### 4.4.3.- Afectación en el tráfico por falla

|         |                                    |          |           |      |
|---------|------------------------------------|----------|-----------|------|
| 1       | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                               |          |           |      |
|         | MODERADO                           | ATENCIÓN |           |      |
|         | CRITICO                            |          |           |      |
| 2       | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                               |          |           |      |
|         | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |
|         | CRITICO                            |          |           |      |
| 3       | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                               |          |           |      |
|         | MODERADO                           | ATENCIÓN |           |      |
|         | CRITICO                            |          |           |      |
| 4       | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA |          |           |      |
|         | PROBABILIDAD                       |          |           |      |
| IMPACTO | AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                               |          |           |      |
|         | MODERADO                           |          | ACEPTABLE |      |

|         |  |                                           |             |                  |                    |
|---------|--|-------------------------------------------|-------------|------------------|--------------------|
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 5       |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |
| IMPACTO |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         |  | BAJO                                      |             |                  |                    |
|         |  | MODERADO                                  |             | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 6       |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |
| IMPACTO |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         |  | BAJO                                      |             |                  |                    |
|         |  | MODERADO                                  |             |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 7       |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |
| IMPACTO |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         |  | BAJO                                      |             |                  |                    |
|         |  | MODERADO                                  |             |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 8       |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |
| IMPACTO |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         |  | BAJO                                      |             |                  |                    |
|         |  | MODERADO                                  |             |                  | <b>BUEN ESTADO</b> |
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 9       |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |
| IMPACTO |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> | <b>ALTA</b> | <b>MEDIA</b>     | <b>BAJA</b>        |
|         |  | BAJO                                      |             |                  |                    |
|         |  | MODERADO                                  |             | <b>ACEPTABLE</b> |                    |
|         |  | CRITICO                                   |             |                  |                    |
| 10      |  | <b>AFECTACIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA</b> |             |                  |                    |
|         |  | PROBABILIDAD                              |             |                  |                    |



|         |                                     |          |           |      |
|---------|-------------------------------------|----------|-----------|------|
| IMPACTO | AFECCIÓN EN EL TRÁFICO<br>POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                                |          |           |      |
|         | MODERADO                            |          | ACEPTABLE |      |
|         | CRITICO                             |          |           |      |
| 11      | AFECCIÓN EN EL TRÁFICO POR FALLA    |          |           |      |
|         | PROBABILIDAD                        |          |           |      |
| IMPACTO | AFECCIÓN EN EL TRÁFICO<br>POR FALLA | ALTA     | MEDIA     | BAJA |
|         | BAJO                                |          |           |      |
|         | MODERADO                            | ATENCIÓN |           |      |
|         | CRITICO                             |          |           |      |

#### 4.4.4.- Congestionamiento Vehicular

|         |                                |         |          |      |
|---------|--------------------------------|---------|----------|------|
| 1       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR    |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD                   |         |          |      |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO<br>VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                           |         |          |      |
|         | MODERADO                       |         |          |      |
|         | CRITICO                        | URGENTE |          |      |
| 2       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR    |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD                   |         |          |      |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO<br>VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                           |         |          |      |
|         | MODERADO                       |         |          |      |
|         | CRITICO                        |         | ATENCIÓN |      |
| 3       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR    |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD                   |         |          |      |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO<br>VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA |
|         | BAJO                           |         |          |      |
|         | MODERADO                       |         |          |      |
|         | CRITICO                        |         | ATENCIÓN |      |
| 4       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR    |         |          |      |
|         | PROBABILIDAD                   |         |          |      |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO<br>VEHICULAR | ALTA    | MEDIA    | BAJA |

|         |                             |          |          |      |           |
|---------|-----------------------------|----------|----------|------|-----------|
|         |                             | BAJO     |          |      |           |
|         |                             | MODERADO |          |      |           |
|         |                             | CRITICO  |          |      | ACEPTABLE |
| 5       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA     | MEDIA    | BAJA |           |
|         | BAJO                        |          |          |      |           |
|         | MODERADO                    |          |          |      |           |
|         | CRITICO                     |          | ATENCIÓN |      |           |
| 6       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA     | MEDIA    | BAJA |           |
|         | BAJO                        |          |          |      |           |
|         | MODERADO                    |          |          |      |           |
|         | CRITICO                     |          |          |      | ACEPTABLE |
| 7       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA     | MEDIA    | BAJA |           |
|         | BAJO                        |          |          |      |           |
|         | MODERADO                    |          |          |      |           |
|         | CRITICO                     |          |          |      | ACEPTABLE |
| 8       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA     | MEDIA    | BAJA |           |
|         | BAJO                        |          |          |      |           |
|         | MODERADO                    |          |          |      |           |
|         | CRITICO                     |          |          |      | ACEPTABLE |
| 9       | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA     | MEDIA    | BAJA |           |
|         | BAJO                        |          |          |      |           |
|         | MODERADO                    |          |          |      |           |
|         | CRITICO                     |          | ATENCIÓN |      |           |
| 10      | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |          |          |      |           |
|         | PROBABILIDAD                |          |          |      |           |

| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA | BAJA      |
|---------|-----------------------------|---------|-------|-----------|
|         | BAJO                        |         |       |           |
|         | MODERADO                    |         |       |           |
|         | CRITICO                     |         |       | ACEPTABLE |
| 11      | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR |         |       |           |
|         | PROBABILIDAD                |         |       |           |
| IMPACTO | CONGESTIONAMIENTO VEHICULAR | ALTA    | MEDIA | BAJA      |
|         | BAJO                        |         |       |           |
|         | MODERADO                    |         |       |           |
|         | CRITICO                     | URGENTE |       |           |

Fuente: Elaboración Propia

Con el resultado de la evaluación de riesgos para cada elemento de la Malla Vial se conformaron las tablas que brinda información acerca de la prioridad de actuación, tratamiento y mitigación de los riesgos en la cada una de las vías, tanto principales como secundarias, esta tabla tiene como resultado la urgencia de intervención en cada una de las vías facilitando así su comprensión y su gestión rápida y sencilla para efectuar tratamientos siendo las siguiente:

Tabla 126. Tabla Resultante Vías Principales

| VIAS PRINCIPALES |                                  |                                   |                                 |                        |                             |                          |
|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|                  | IMPACTO                          | MODERADO                          | BAJO                            | MODERADO               | CRITICO                     | Urgencia de Intervención |
|                  | VIA PRINCIPAL/RIESGO             | Afectación en el Pavimento        | Falla por filtración de aguas   | Afectación del Tráfico | Congestionamiento Vehicular |                          |
|                  |                                  | Indice de condición del pavimento | Indice de condición de drenajes | Transito diario        | Densidad vehicular          |                          |
| 1                | AV. VICTOR PAZ (UAIMS)           | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 2                | AV POTOSI                        | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 3                | CALLE GRAL. DE SANTA CRUZ        | ATENCIÓN                          | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 4                | AV HEROES DE LA INDEPENDENCIA    | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 5                | AV. VICTOR PAZ (COMANDO)         | ACEPTABLE                         | ACEPTABLE                       | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 6                | AV. DE LA INTEGRACION            | ACEPTABLE                         | ACEPTABLE                       | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 7                | AV. VICTOR PAZ (MORROS BLANCOS)  | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 8                | CALLE 29 DE JUNIO                | ATENCIÓN                          | BUEN ESTADO                     | BUEN ESTADO            | ACEPTABLE                   | ATENCIÓN                 |
| 9                | AV. VICTOR PAZ (BOMBEROS)        | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 10               | AV. NUEVA TERMINAL               | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 11               | AV. VICTOR PAZ (AEROPUERTO)      | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 12               | AV. VICTOR PAZ (SETAR)           | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 13               | RUTA SAN JACINTO (SETAR TABLADA) | BUEN ESTADO                       | ACEPTABLE                       | ACEPTABLE              | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 14               | AV. PANAMERICANA (CAMPELINO)     | ATENCIÓN                          | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 15               | AV. ALTO DE LA ALIANZA           | ACEPTABLE                         | ACEPTABLE                       | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 19 se puede evidenciar la matriz de las vías principales según la norma ISO 31000, con la urgencia de intervención.

Tabla 127. Tabla Resultante Vías Secundarias

| VIAS SECUNDARIAS |                         |                                   |                                 |                        |                             |                          |
|------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|
|                  | IMPACTO                 | MODERADO                          | BAJO                            | MODERADO               | CRITICO                     | Urgencia de Intervención |
|                  | VIA SECUNDARIA/RIESGO   | Afectación en el Pavimento        | Falla por filtración de aguas   | Afectación del Tráfico | Congestionamiento Vehicular |                          |
|                  |                         | Indice de condición del pavimento | Indice de condición de drenajes | Transito diario        | Densidad vehicular          |                          |
| 1                | CALLE ESPAÑA            | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |
| 2                | CALLE MEMBRILLOS        | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 3                | CALLE 14 DE JUNIO       | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 4                | AV. NOELIA MARTINEZ     | ATENCIÓN                          | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 5                | CALLE BALLIVIÁN         | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 6                | AV. CAP. CASTELLANOS    | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | BUEN ESTADO            | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 7                | AV. CRL. CARLOS DIAZ    | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | BUEN ESTADO            | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 8                | CALLE 2 (TERMINAL)      | ACEPTABLE                         | BUEN ESTADO                     | BUEN ESTADO            | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 9                | AV. FUERZA AÉREA        | BUEN ESTADO                       | BUEN ESTADO                     | ACEPTABLE              | ATENCIÓN                    | ATENCIÓN                 |
| 10               | CALLE 2 (SETAR TABLADA) | ACEPTABLE                         | ACEPTABLE                       | ACEPTABLE              | ACEPTABLE                   | ACEPTABLE                |
| 11               | CALLE COCHABAMBA        | ATENCIÓN                          | BUEN ESTADO                     | ATENCIÓN               | URGENTE                     | URGENTE                  |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 20 se puede evidenciar la matriz de las vías secundarias según la norma ISO 31000, con la urgencia de intervención.

Tabla 128. Tabla Resultante Deslizamiento

| Tabla 128. Tabla Resultante Deslizamiento |                                |                  |
|-------------------------------------------|--------------------------------|------------------|
|                                           | IMPACTO                        | CRITICO          |
|                                           | VÍA/RIESGO                     |                  |
|                                           |                                | Deslizamiento    |
|                                           |                                | Estado del Talud |
| 1                                         | AV. HEROES DE LA INDEPENDENCIA | ATENCIÓN         |
| 2                                         | AV. PANAMERICANA               | URGENTE          |
| 3                                         | ruta a SAN JACINTO             | URGENTE          |
| 4                                         | AV. OSCAR VARGAS MOLINA        | URGENTE          |

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: en la tabla 19 se puede evidenciar la matriz de las vías según la norma ISO 31000, con la urgencia de intervención por deslizamiento.

## **4.5.- Manual de Procedimientos**

### **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NORMA ISO 31000**

#### **1.- Marco Normativo**

ISO 31000 está enfocada en la gestión de riesgos, es utilizada como una herramienta destinada a proporcionar a las empresas criterios y estándares que permiten un más eficiente tratamiento de los eventos de riesgo y procesos.

La norma nos brinda mucha información al respecto del mantenimiento vial bajo aspecto como ser el impacto y la probabilidad con el estudio del pavimento en mal estado, desgaste, estado del talud y falla por mal estado de drenajes.

La gestión de riesgos nos ayuda a prevenir o tratar los desastres de riesgos que se pueden presentar en una empresa o en nuestro caso en el tema del mantenimiento vial.

Esta norma se rige bajo la mira de la gestión de riesgos.

#### **2.- Objetivo**

Disminuir la probabilidad de impacto de riesgos que se pueden presentar en la infraestructura vial urbana de la Ciudad de Tarija.

Este manual ofrece una guía ética para el correcto manejo de los procedimientos de la identificación de riesgos, análisis y tratamiento de los mismos.

#### **3.- Revisiones y Responsabilidades**

EL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NORMA ISO 31000 es un producto de la revisión de la norma internacional que tiene como antecedentes:

- NORMA ISO 31000 (2018)

Se tiene que tener en constante actualización el manual ya que se requiere de información lo más actualizada posible para tener resultados precisos, siendo el municipio el encargado de los mantenimientos que se realizan en la zona urbana de la Ciudad de Tarija.

#### **4.- Descripción de Procesos**

Se tiene que realizar la selección de edificaciones esenciales que sean prioritarias en casos de emergencia que este cerca o sobre la infraestructura principal vial urbana de la Ciudad de Tarija.

Con la ayuda de la fuente de riesgo se determinan los riesgos potenciales que pueden afectar las vías de acceso de dichas edificaciones para su análisis y obtención de datos en campo para su debida clasificación según la norma que puede ser:

- Urgente
- Atención
- Aceptable
- Buen estado

Obteniendo su grado de urgencia para realizar un análisis de cómo abordar cada riesgo para su mitigación o reducción tomando en cuenta las siguientes alternativas que pueden ser tres tipos de mantenimiento vial que nos pueden ayudar previniendo los riesgos que pueden afectar los accesos a las edificaciones esenciales que puede ser:

#### **Mantenimiento rutinario**

- Limpieza de zanjas
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de las vías principales y secundarias

#### **Mantenimiento periódico**

- Reconformación de la plataforma
- Sellado de asfalto
- Capa de refuerzo de asfalto
- Limpieza de deslizamientos de tierra

#### **Mantenimiento de emergencia**

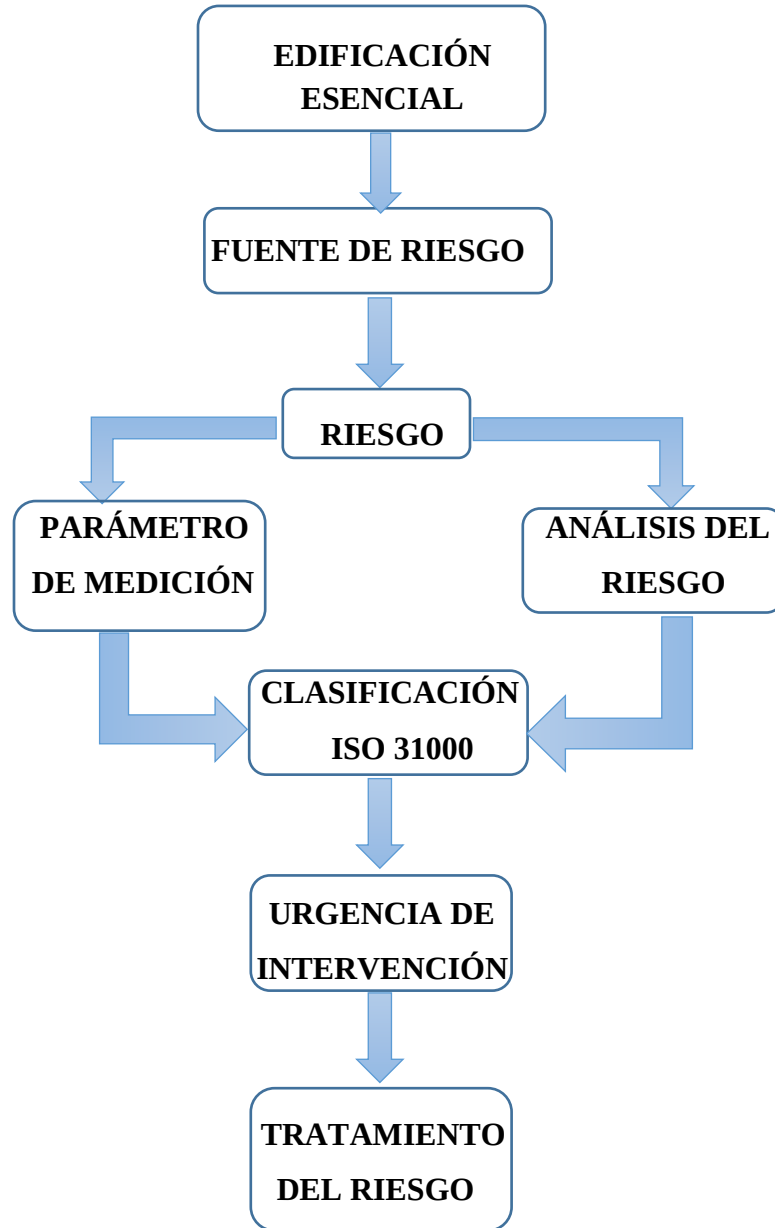
- Sustitución de la plataforma
- Construcción de variantes
- Estabilización de taludes

Estos mantenimientos pueden ayudarnos a controlar los problemas que se pueden presentar en la infraestructura vial.

También se propone un análisis para la instalación de alcantarillas en algunos puntos estratégicos para la buena evacuación de aguas pluviales evitando inundaciones o alguna catástrofe de gravedad.

Con la finalidad que este manual de procedimientos pueda ayudar a los encargados del mantenimiento vial a afrontar la situación actual de la Ciudad de Tarija.

## 5.- Diagrama de Flujo



## 6.- Glosario de Términos

**ISO:** Organización Internacional de la Normalización.

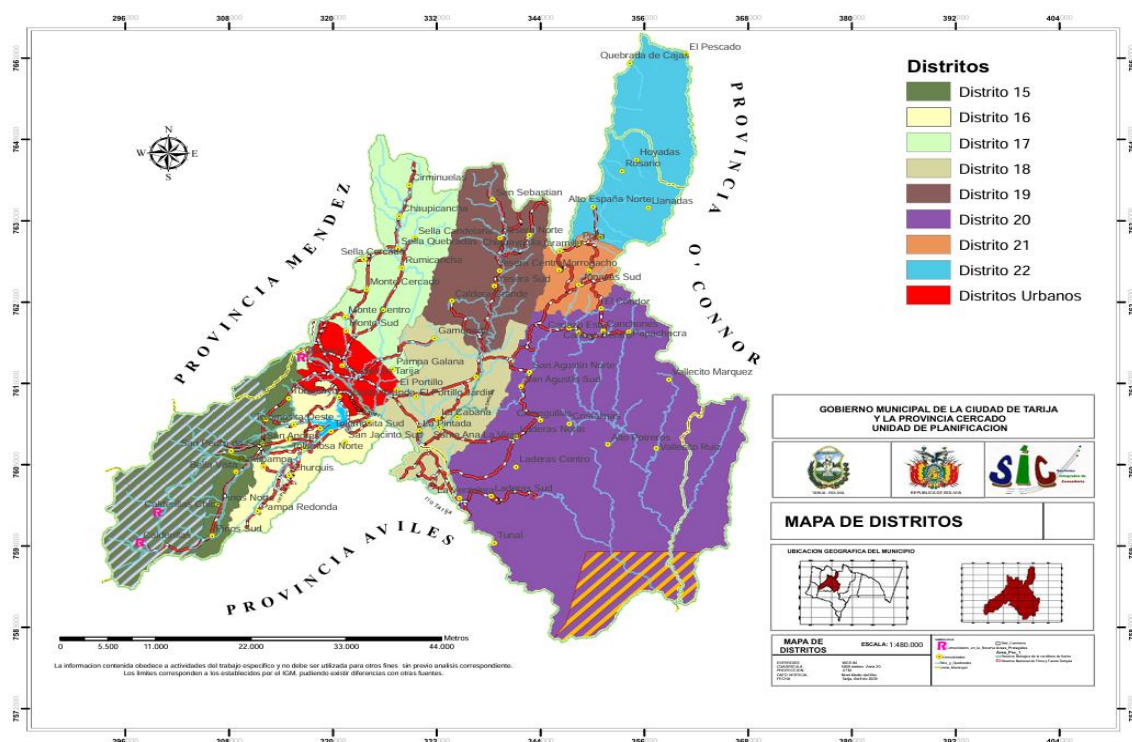
**Talud:** Inclinação del paramento de un muro o de un terreno.

**Impacto:** Magnitud del daño que podría causar si se llegara a concretar.

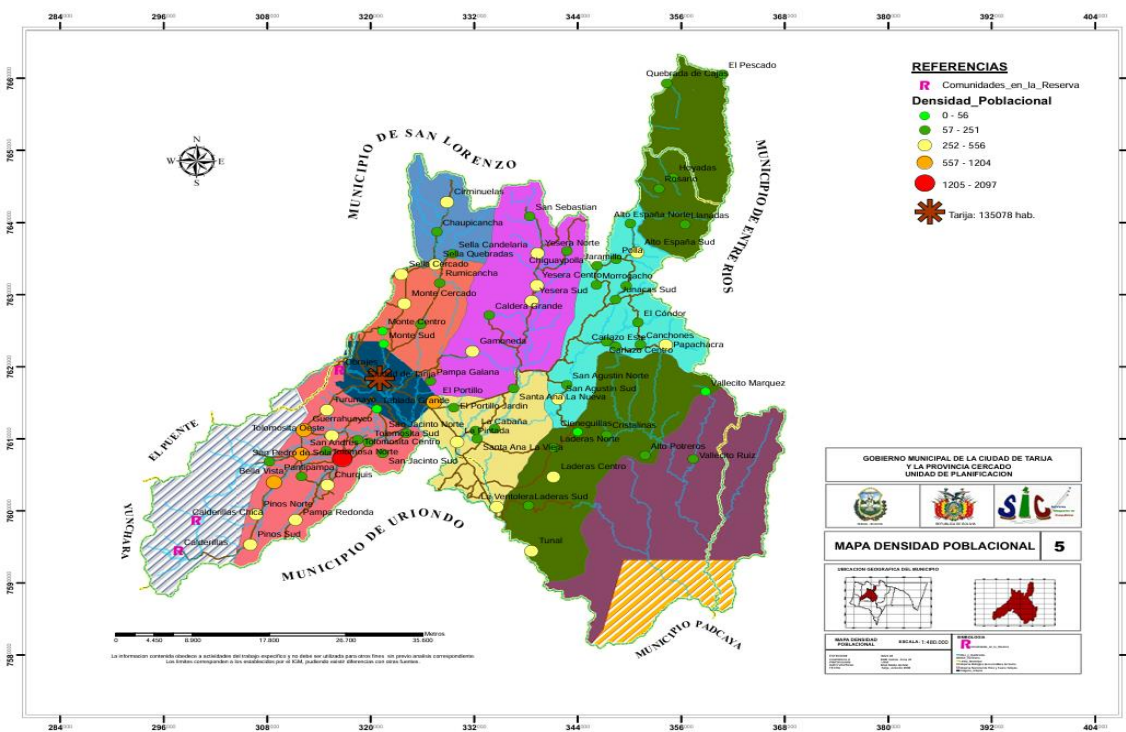
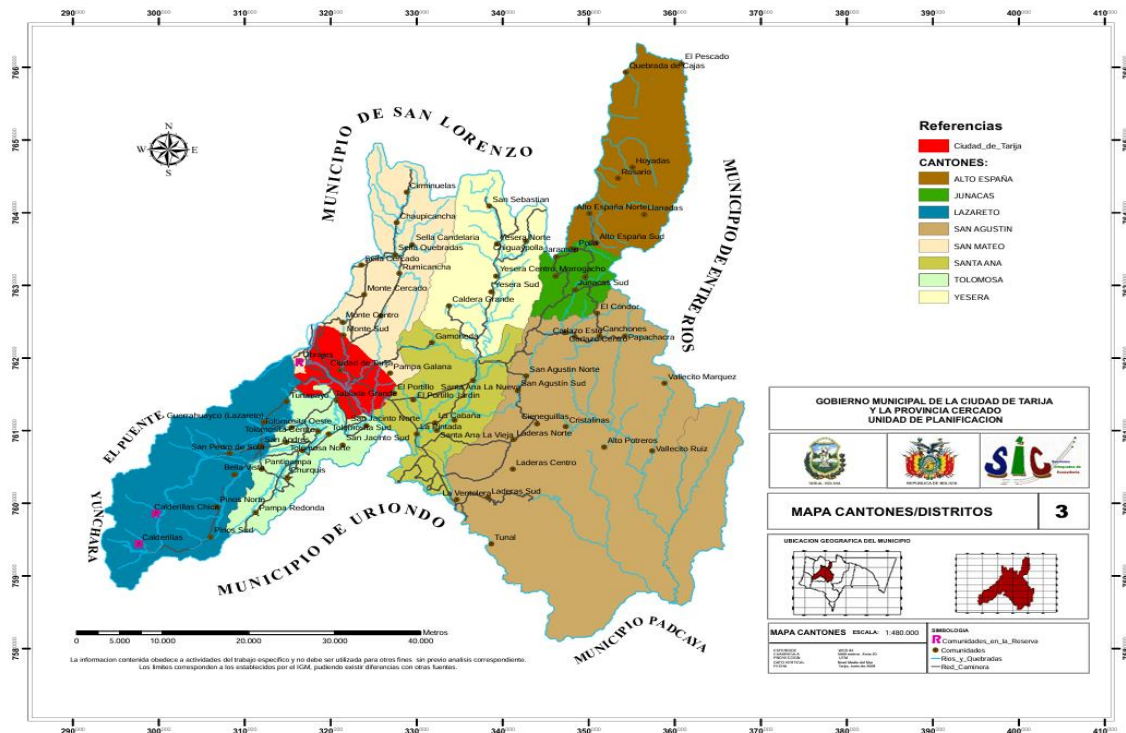
**Evacuación:** Conducir hacia el exterior.

**Intervención:** Acción sobre otro que permite iniciar, alterar o inhibir un proceso con intención de promover una mejora.

Mallas Viales de la Ciudad de Tarija, provincia Cercado utilizados para la identificación de las edificaciones esenciales.







**CAPÍTULO 5**

**CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## **CAPÍTULO 5**

### **5.- Conclusiones y recomendaciones**

#### **5.1.- Conclusiones**

- Se logró realizar un manual de procedimientos con la ayuda de la norma ISO 31000 para facilitar el desarrollo de identificación de riesgos y posteriormente su análisis y tratamiento.

### **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NORMA ISO 31000**

#### **1.- Marco Normativo**

ISO 31000 está enfocada en la gestión de riesgos, es utilizada como una herramienta destinada a proporcionar a las empresas criterios y estándares que permiten un más eficiente tratamiento de los eventos de riesgo y procesos.

La norma nos brinda mucha información al respecto del mantenimiento vial bajo aspecto como ser el impacto y la probabilidad con el estudio del pavimento en mal estado, desgaste, estado del talud y falla por mal estado de drenajes.

La gestión de riesgos nos ayuda a prevenir o tratar los desastres de riesgos que se pueden presentar en una empresa o en nuestro caso en el tema del mantenimiento vial.

Esta norma se rige bajo la mira de la gestión de riesgos.

#### **2.- Objetivo**

Disminuir la probabilidad de impacto de riesgos que se pueden presentar en la infraestructura vial urbana de la Ciudad de Tarija.

Este manual ofrece una guía ética para el correcto manejo de los procedimientos de la identificación de riesgos, análisis y tratamiento de los mismos.

#### **3.- Revisiones y Responsabilidades**

EL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS NORMA ISO 31000 es un producto de la revisión de la norma internacional que tiene como antecedentes:

- NORMA ISO 31000 (2018)

Se tiene que tener en constante actualización el manual ya que se requiere de información lo más actualizada posible para tener resultados precisos, siendo el municipio el encargado de los mantenimientos que se realizan en la zona urbana de la Ciudad de Tarija.

#### **4.- Descripción de Procesos**

Se tiene que realizar la selección de edificaciones esenciales que sean prioritarias en casos de emergencia que este cerca o sobre la infraestructura principal vial urbana de la Ciudad de Tarija.

Con la ayuda de la fuente de riesgo se determinan los riesgos potenciales que pueden afectar las vías de acceso de dichas edificaciones para su análisis y obtención de datos en campo para su debida clasificación según la norma que puede ser:

- Urgente
- Atención
- Aceptable
- Buen estado

Obteniendo su grado de urgencia para realizar un análisis de cómo abordar cada riesgo para su mitigación o reducción tomando en cuenta las siguientes alternativas que pueden ser tres tipos de mantenimiento vial que nos pueden ayudar previniendo los riesgos que pueden afectar los accesos a las edificaciones esenciales que puede ser:

##### **Mantenimiento rutinario**

- Limpieza de zanjas
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de las vías principales y secundarias

##### **Mantenimiento periódico**

- Reconformación de la plataforma
- Sellado de asfalto
- Capa de refuerzo de asfalto
- Limpieza de deslizamientos de tierra

##### **Mantenimiento de emergencia**

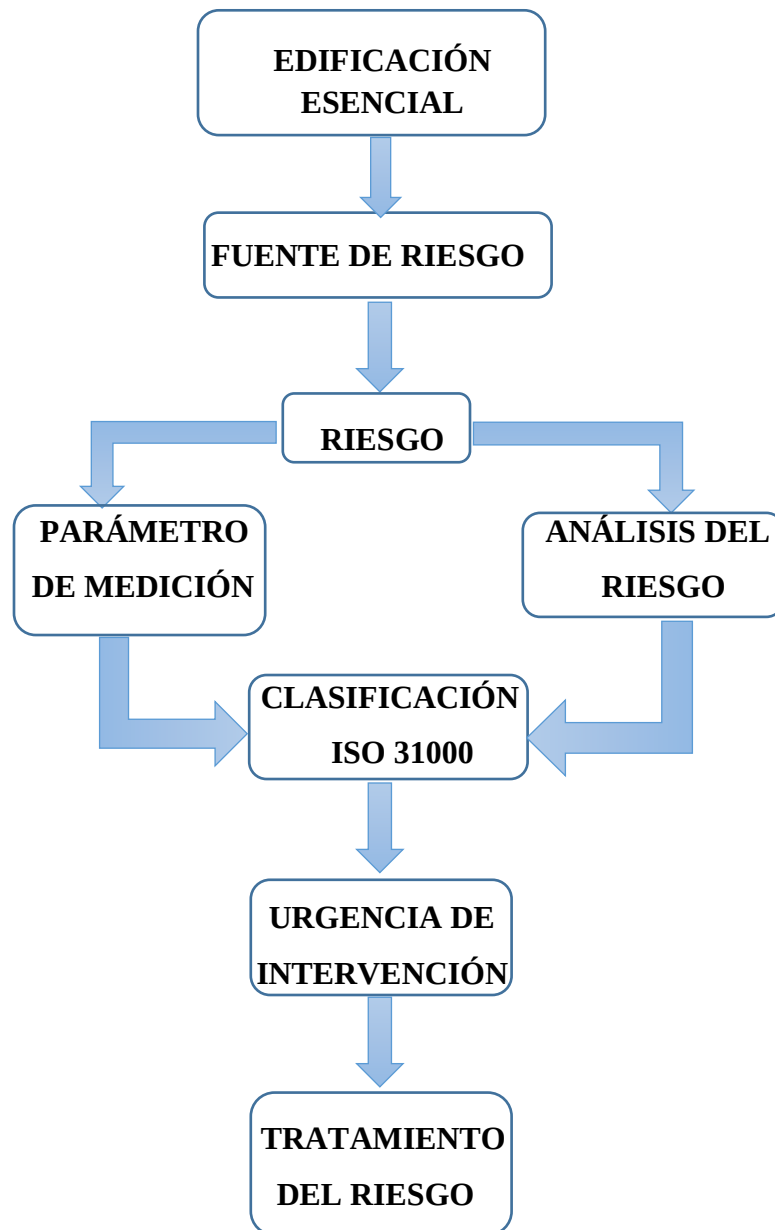
- Sustitución de la plataforma
- Construcción de variantes
- Estabilización de taludes

Estos mantenimientos pueden ayudarnos a controlar los problemas que se pueden presentar en la infraestructura vial.

También se propone un análisis para la instalación de alcantarillas en algunos puntos estratégicos para la buena evacuación de aguas pluviales evitando inundaciones o alguna catástrofe de gravedad.

Con la finalidad que este manual de procedimientos pueda ayudar a los encargados del mantenimiento vial a afrontar la situación actual de la Ciudad de Tarija.

#### 5.- Diagrama de Flujo



## **6.- Glosario de Términos**

**ISO:** Organización Internacional de la Normalización.

**Talud:** Inclinación del paramento de un muro o de un terreno.

**Impacto:** Magnitud del daño que podría causar si se llegara a concretar.

**Evacuación:** Conducir hacia el exterior.

**Intervención:** Acción sobre otro que permite iniciar, alterar o inhibir un proceso con intención de promover una mejora.

- Se logró identificar los elementos prioritarios de la malla vial de la Ciudad de Tarija.
- Se obtuvo la recopilación de datos de todas las variables seleccionadas para cada punto de estudio.
- Se realizó el análisis de cada indicador seleccionado de la malla y su debida repercusión.
- Consiguiendo de buena manera la clasificación de los riesgos según la Norma ISO 31000 de cada punto en estudio y su debida priorización según su urgencia.
- Se tiene que dar solución a los problemas de congestionamiento vehicular de la Av. Víctor Paz y la falta de alcantarillado de aguas pluviales que afectan las calles de la Ciudad de Tarija.
- Es importante la aplicación de nuevas normas actualizadas e innovadoras que pueden mejorar la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de Tarija.

## **5.2.- Recomendaciones**

- Se recomienda elaborar un plan de gestión del tráfico que contemple rutas alternas de rápido acceso señalizadas y con un adecuado estado para el correcto funcionamiento en caso del desencadenamiento de un eventual riesgo que afecte la vía principal.
- Se sugiere la realización de un trabajo de la Alcaldía de mantenimiento vial en todos los puntos de estudio.
- Se aconseja mantenerse en constante revisión y contar con información actualizada para contar con un análisis de riesgos efectivo y dinámico en favor de la ciudad.

- Se sugiere combinar los nuevos mecanismos de información que junto a tecnología avanzada permitiría un correcto desarrollo y una muy precisa proyección de mantenimiento de la red vial prestando un adecuado servicio y además estando preparada para cualquier crisis que pueda afectar la normalidad en la ciudad.
- Se recomienda la intervención de los taludes con peligro de deslizamiento con mallas de protección para evitar una catástrofe de gran magnitud que puede ser perjudicial para la población de la Ciudad de Tarija.